



# Lehrplan

## Zweijährige Fachschule für Gestaltung

### FACHRICHTUNG BEKLEIDUNGSDESIGN

BILDUNGSLAND  
Hessen 

Version C

Februar 2019

ENTWURF

Impressum

Hessisches Kultusministerium  
Luisenplatz 10, 65185 Wiesbaden  
Tel.: 0611 368-0  
Fax: 0611 368-2096

E-Mail: [poststelle@hkm.hessen.de](mailto:poststelle@hkm.hessen.de)  
Internet: [www.kultusministerium.hessen.de](http://www.kultusministerium.hessen.de)

## Inhaltsverzeichnis

1	Bedeutung der Fachschule für Gestaltung in der Bildungslandschaft .....	4
2	Grundlegung für die Fachrichtung Bekleidungsdesign .....	5
3	Theoretische Grundlagen des Lehrplans .....	6
3.1	Sozial-kommunikative Kompetenzen .....	6
3.2	Personale Kompetenzen .....	7
3.3	Fachlich-methodische Kompetenzen .....	7
3.4	Zielkategorien.....	8
3.4.1	Beruflich akzentuierte Zielkategorien.....	9
3.4.2	Mathematisch akzentuierte Zielkategorien .....	11
3.5	Taxierung der Kompetenzen in drei Stufen .....	11
3.5.1	Taxonomietabelle für beruflich akzentuierte Zielkategorien.....	13
3.5.2	Taxonomietabelle für mathematisch akzentuierte Zielkategorien .....	14
3.6	Zusammenfassung.....	15
4	Organisation der Kompetenzen und Kenntnisse .....	16
4.1	Lernfelder .....	16
4.2	Studentafel .....	18
4.3	Beruflicher Lernbereich .....	19
4.3.1	Mathematik (Querschnitt-Lernfeld) .....	19
4.3.2	Projektarbeit .....	21
4.3.3	Lernfeld 1: Methoden des Projektmanagements anwenden.....	22
4.3.4	Lernfeld 2: Branchentypische Software anwenden und betriebliche Daten managen .....	24
4.3.5	Lernfeld 3: Modeillustrationen und Präsentationen erstellen .....	26
4.3.6	Lernfeld 4: Modelle entwickeln und realisieren .....	27
4.3.7	Lernfeld 5: Kollektionen entwerfen .....	29
4.3.8	Lernfeld 6: Bekleidung rationell fertigen .....	31
4.3.9	Lernfeld 7: Schnitte konstruieren .....	33
4.3.10	Lernfeld 8: Methoden der Betriebswirtschaft anwenden .....	35
4.3.11	Lernfeld 9: Arbeitsdaten ermitteln und anwenden .....	36
4.3.12	Lernfeld 10: Trends analysieren .....	37
5	Handhabung des Lehrplans .....	39
6	Literaturverzeichnis .....	41

## 1 Bedeutung der Fachschule für Gestaltung in der Bildungslandschaft

Die Fachschulen sind Einrichtungen der beruflichen Weiterbildung und schließen an eine einschlägige berufliche Ausbildung an. Sie bieten die Möglichkeit zu beruflicher Weiterqualifizierung aus der Praxis für die Praxis und ermöglichen dabei das Erreichen der höchsten Qualifizierungsebene in der beruflichen Bildung.<sup>1</sup>

In der Rahmenvereinbarung der Kultusministerkonferenz zu Fachschulen wird zu Ausbildungsziel, Tätigkeitsbereichen und Qualifikationsprofil das Folgende festgestellt:

„Ziel der Ausbildung im Fachbereich Gestaltung ist es, Fachkräfte mit geeigneter Berufsausbildung und Berufserfahrung zu produkt- bzw. handwerksgerechter Gestaltung, für Aufgaben im mittleren Führungsbereich von Unternehmen und zur unternehmerischen Selbstständigkeit zu befähigen.

Die Absolventen/Absolventinnen müssen in der Lage sein, Entwurfs- und Fertigungsaufgaben produkt- und marktbezogen selbstständig zu bearbeiten und unter Berücksichtigung wirtschaftlicher Gesichtspunkte zu lösen. Die Fähigkeiten der künstlerischen, modischen Gestaltung und der handwerklich, technischen Realisierung bedingen einander und sind in vielfältiger Weise miteinander verbunden und aufeinander bezogen.

Der Fachbereich Gestaltung hat einen hohen Differenzierungsgrad; je nach Tätigkeitsbereich steht das Entwerfen, das Gestalten oder die werktechnische Realisierung im Vordergrund.

Die Ausbildung berücksichtigt künstlerische sowie fertigungstechnische und (gegebenenfalls) modische Aspekte.“<sup>2</sup>

Die Studierenden sollen in der beruflichen Aufstiegsfortbildung zum staatlich geprüften Designer/zur staatlich geprüften Designerin befähigt werden, betriebswirtschaftliche, gestalterische sowie künstlerische Aufgaben zu bewältigen.

Die Studierenden erlernen und vertiefen in der Weiterbildung das selbständige Erkennen, Strukturieren, Analysieren und Beurteilen von Problemen des Berufsbereiches und deren Lösung.

Dabei liegt ein besonderes Augenmerk auf der Förderung des wirtschaftlichen Denkens und verantwortlichen Handelns in Führungspositionen und der damit verbundenen Fähigkeit zu konstruktiver Kritik und der Bewältigung von Konflikten.

Nicht zuletzt vertiefen die Studierenden ihre Fähigkeiten sprachlich sicher zu agieren, um in allen Kontexten des beruflichen Handelns bestehen zu können.

Der beschriebene Bildungsauftrag der Fachschule erfordert ein didaktisches Verständnis, nach dem individuelles und kooperatives Lernen über Gestaltungsprozesse organisiert und gefördert wird.

---

<sup>1</sup> DQR 6

<sup>2</sup> Rahmenvereinbarung über Fachschulen; Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 7.11.2002 i.d.F. vom 02.06.2016 S.16

## 2 Grundlegung für die Fachrichtung Bekleidungsdesign

Mit ca. 32 Milliarden Euro Umsatz ist die Textil- und Bekleidungsindustrie die zweitgrößte Konsumgüterbranche Deutschlands und beschäftigt mit etwa 1.400 Unternehmen heute mehr als 132.000 Mitarbeiter in Deutschland. Das macht diese Industrie zu einer wesentlichen Säule der deutschen Industrie.

Die Weiterqualifizierung von kompetenten Nachwuchskräften nach der beruflichen Erstausbildung und erster Berufserfahrung ist ein unabdingbares Muss für die Branche, die zunehmend unter Nachwuchsmangel leidet.

Die für die Herstellung und Vermarktung von Bekleidung notwendigen betrieblichen Prozesse sind hoch komplex und vielfältig. Daraus entstehen für staatlich geprüfte Designerinnen und Designer der Fachrichtung Bekleidungsdesign eine Vielzahl möglicher Einsatzmöglichkeiten.

Insbesondere der rasante Wandel und die Vielfalt in der Mode stellen erhebliche Anforderungen an die Bekleidungsbranche. Durch die starke internationale Ausrichtung und die in das Ausland verlagerten Fertigungsstätten sehen sich die staatlich geprüften Designerinnen und Designer Fachrichtung Bekleidungsdesign täglich großen Herausforderungen insbesondere im Bereich Logistik, Qualitätssicherung und Kommunikation gegenübergestellt.

Staatlich geprüfte Designerinnen und Designer der Fachrichtung Bekleidungsdesign verfügen über ein breites Spektrum beruflicher Qualifikationen, die ihnen die Wege zu vielfältigen, verantwortungsvollen Tätigkeiten eröffnen.

Die beruflichen Einsatzmöglichkeiten liegen für die Designerinnen und Designer beispielsweise

- in den Modellabteilungen von Bekleidungsherstellern,
- im Vertrieb von Onlineunternehmen,
- in Design-Teams für Bekleidungshersteller,
- in freiberuflicher Tätigkeit,
- in der beruflichen Selbstständigkeit, z. B. im eigenen Atelier,
- in den Ateliers von Opern- und Schauspielhäusern,
- in den Kostümabteilungen von Film- und Fernsehanstalten,
- in den Redaktionen von Modejournalen, Fachzeitschriften und Onlineportalen,
- in Trend- und Styling Büros.

Designerinnen und Designer der Fachrichtung Bekleidungsdesign übernehmen vor allem in Unternehmen der Bekleidungsindustrie die Lösung kreativer sowie organisatorischer Aufgaben. Neben der Fachkompetenz müssen sie über ausgeprägte kommunikative und soziale Fähigkeiten verfügen. Diese sind die Voraussetzungen für die verantwortliche Mitwirkung in aufgaben- bzw. projektbezogenen Teams und für die Wahrnehmung von Führungsaufgaben.

Designerinnen und Designer konzipieren und realisieren Kollektionen in den unterschiedlichen Produktparten der Bekleidungsindustrie wie z. B. Damen-, Herren- und Kinderoberbekleidung, Berufs- und Sportbekleidung, Wäsche und Miederwaren sowie Bademoden.

Im Rahmen der Kollektionsentwicklung müssen Designerinnen und Designer Modetrends erkennen, Trends farben-, formen- und materialspezifisch analysieren, Modeausrichtungen zielgruppenorientiert adaptieren und in kommerzielle Kollektionen umsetzen. Zu ihren Tätigkeiten gehören der Modellentwurf, die Konstruktion von Erstmodellen sowie die Erstellung von Material- und Verarbeitungsvorgaben. Weitere Aufgabengebiete sind die Produktentwicklung zur Serienreife, das Qualitätsmanagement sowie das Consulting.

Nicht zuletzt ergeben sich durch die zunehmende Digitalisierung (Industrie 4.0) Veränderungen in der Branche, die die Designerinnen und Designer tragen und gestalten.

### 3 Theoretische Grundlagen des Lehrplans

Der vorliegende Lehrplan für Fachschulen in Hessen orientiert sich am aktuellen Anspruch beruflicher Bildung, Menschen auf Basis eines umfassenden Verständnisses handlungsfähig zu machen, also ihnen nicht alleine Wissen oder Qualifikationen, sondern Kompetenzen zu vermitteln. Eine im deutschsprachigen Raum anerkannte Grunddefinition von Kompetenz basiert auf dem US-amerikanischen Sprachwissenschaftler NOAM CHOMSKY, der diese als *Disposition zu einem eigenständigen, variablen Handeln* beschreibt (CHOMSKY, 1965). Das Kompetenzmodell von JOHN ERPENBECK und LUTZ VON ROSENSTIEL präzisiert dieses Basiskonzept, indem es sozial-kommunikative, personale und fachlich-methodische Kompetenzen unterscheidet (ERPENBECK, ROSENSTIEL, GROTE, SAUTER, 2017, S. XXI ff).

#### 3.1 Sozial-kommunikative Kompetenzen

Sozial-kommunikative Kompetenzen sind Dispositionen, kommunikativ und kooperativ selbstorganisiert zu handeln, d. h. sich mit anderen kreativ auseinander- und zusammensetzen, sich gruppen- und beziehungsorientiert zu verhalten, und neue Pläne, Aufgaben und Ziele zu entwickeln.

Diese werden im Kontext beruflichen Handelns nach EULER & REEMTSMA-THEIS (1999) konkretisiert und differenziert in einen (a) agentiven Schwerpunkt, einen (b) reflexiven Schwerpunkt und (c) deren Integration:

Zu (a): Fähigkeit zur Artikulation und Interpretation von verbalen und nonverbalen Äußerungen auf der Sach-, Beziehungs-, Selbstkundgabe- und Absichtsebene und Fähigkeit zur Artikulation und Interpretation von verbalen und nonverbalen Äußerungen im Rahmen einer Meta-Kommunikation auf der Sach-, Beziehungs-, Selbstkundgabe- und Absichtsebene.

Zu (b): Fähigkeit zur Klärung der Bedeutung und Ausprägung der situativen Bedingungen, insbesondere von zeitlichen und räumlichen Rahmenbedingungen der Kommunikation, 'Nachwirkungen' aus vorangegangenen Ereignissen, der sozialen Erwartungen an die Gesprächspartner, der Wirkungen aus der Gruppenzusammensetzung (jeweils im Hinblick auf die eigene Person sowie die Kommunikationspartner), Fähigkeit zur Klärung der Bedeutung und Ausprägung der personalen Bedingungen, insbesondere der emotionalen Befindlichkeit (Gefühle) der normativen Ausrichtung (Werte), der Handlungsprioritäten (Ziele), der fachlichen Grundlagen (Wissen), des Selbstkonzepts ('Bild' von der Person), (jeweils im Hinblick auf die eigene Person sowie die Kommunikationspartner), Fähigkeit

zur Klärung der Übereinstimmung zwischen den äußeren Erwartungen an ein situationsgerechtes Handeln und den inneren Ansprüchen an ein authentisches Handeln.

Zu (c): Fähigkeit und Sensibilität, Kommunikationsstörungen zu identifizieren, und die Bereitschaft, sich mit ihnen (auch reflexiv) auseinanderzusetzen. Fähigkeit, reflexiv gewonnene Einsichten und Vorhaben in die Kommunikationsgestaltung einbringen und (ggf. unter Zuhilfenahme von Strategien der Handlungskontrolle) umsetzen zu können.

### 3.2 Personale Kompetenzen

Personale Kompetenzen sind Dispositionen, sich selbst einzuschätzen, produktive Einstellungen, Werthaltungen, Motive und Selbstbilder zu entwickeln, eigene Begabungen, Motivationen, Leistungsvorsätze zu entfalten und sich im Rahmen der Arbeit und außerhalb kreativ zu entwickeln und zu lernen.

LERCH (2013) bezeichnet personale Kompetenzen in Orientierung an aktuellen bildungswissenschaftlichen Konzepten auch als Selbstkompetenzen und unterscheidet dabei motivational-affektive Komponenten wie Selbstmotivation, Lern- und Leistungsbereitschaft, Sorgfalt, Flexibilität, Entscheidungsfähigkeit, Eigeninitiative, Verantwortungsfähigkeit, Zielstrebigkeit, Selbstvertrauen, Selbstständigkeit, Hilfsbereitschaft, Selbstkontrolle und Anstrengungsbereitschaft und strategisch-organisatorische Komponenten wie Selbstmanagement, Selbstorganisation, Zeitmanagement sowie Reflexionsfähigkeit. Hier sind auch sogenannte Lernkompetenzen (MANDL & FRIEDRICH, 2005) als jene personalen Kompetenzen einzuordnen, welche auf die eigenständige Organisation und Regulation des Lernens ausgerichtet sind.

### 3.3 Fachlich-methodische Kompetenzen

Fachlich-methodische Kompetenzen sind Dispositionen einer Person, bei der Lösung von sachlich-gegenständlichen Problemen geistig und physisch selbstorganisiert zu handeln, d. h. mit fachlichen und instrumentellen Kenntnissen, Fertigkeiten und Fähigkeiten kreativ Probleme zu lösen, Wissen sinnorientiert einzuordnen und zu bewerten; das schließt Dispositionen ein, Tätigkeiten, Aufgaben und Lösungen methodisch selbstorganisiert zu gestalten, sowie die Methoden selbst kreativ weiterzuentwickeln.

Fachlich-methodische Kompetenzen sind – im Sinne von ERPENBECK, ROSENSTIEL, GROTE, UND SAUTER (2017, S.XXI ff) – durch die Korrespondenz konkreter Handlungen und spezifischem Wissen beschreibbar. Wenn bekannt ist, was ein Mensch als Folge eines Lernprozesses können soll und auf welcher Wissensbasis dieses Können abgestützt sein soll, um ein eigenständiges und variables Handeln zu ermöglichen, kann sehr gezielt ein Unterricht geplant und gestaltet werden, der solche Kompetenzen integrativ vermittelt und eine Diagnostik entwickelt, mit welcher diese überprüft werden können. Im vorliegenden Lehrplan werden somit fachlich-methodische Kompetenzen als geschlossene Sinneinheiten aus Können und Wissen konkretisiert. Das Können wird dabei in Form einer beruflichen Handlung beschrieben, das Wissen in drei eigenständigen Kategorien auf mittlerem Konkretisierungsniveau spezifiziert: (a) Sachwissen, (b) Prozesswissen und (c) Reflexionswissen (PITTICH, 2013).

Zu (a): Sachwissen umfasst ein *anwendungs- und umsetzungsunabhängiges Wissen* über Dinge, Gegenstände, Geräte, Abläufe, Systeme etc. Es ist Teil fachlicher Systematiken und daher sachlogisch-hierarchisch strukturiert, wird durch assoziierendes Wahrnehmen, Verstehen und Merken erworben und ist damit die *gegenständliche Voraussetzung für ein*

*eigenständiges, selbstreguliertes Handeln.* Beispiele: Aufbau eines Temperatursensors, Bauteile eines Kompaktreglers, Funktion eines Kompaktreglers, Aufbau einer Speicherprogrammierbaren Steuerung, Programmiersprache einer Speicherprogrammierbaren Steuerung, Struktur des Risikomanagement-Prozesses, EFQM-Modell.

Zu (b): Prozesswissen umfasst ein *anwendungs- und umsetzungsabhängiges Wissen* über berufliche Handlungssequenzen. Prozesse können auf drei verschiedenen Ebenen stattfinden, daher hat Prozesswissen entweder eine Produktdimension (Handhabung von Werkzeug, Material etc.), eine Aufgabendimension (Aufgaben-Typus, -Abfolgen etc.) oder eine Organisationsdimension (Geschäftsprozesse, Kreisläufe etc.). Prozesswissen ist immer Teil handlungsbezogener Systematiken und daher prozesslogisch-multizyklisch strukturiert, wird durch zielgerichtetes und feedback-gesteuertes Tun erworben und ist damit *funktionale Voraussetzung für ein eigenständiges, selbstreguliertes Handeln.* Beispiele: Kalibrierung eines Temperatursensors, Bedienung eines Kompaktreglers, Umgang mit der Programmierumgebung einer speicherprogrammierbaren Steuerung, Umsetzung des Risikomanagements, Handhabung einer EFQM-Zertifizierung.

Zu (c): Reflexionswissen umfasst ein *anwendungs- und umsetzungsunabhängiges Wissen*, welches hinter dem zugeordneten Sach- und Prozesswissen steht. Als konzeptuelles Wissen bildet es die theoretische Basis für das vorgeordnete Sach- und Prozesswissen und steht damit diesen gegenüber auf einer Meta-Ebene. Mit dem Reflexionswissen steht und fällt der Anspruch einer Kompetenz (und deren Erwerb). Seine Bestimmung erfolgt im Hinblick auf a) das unmittelbare Verständnis des Sach- und Prozesswissens (Erklärungsfunktion), b) die breitere wissenschaftliche Abstützung des Sach- und Prozesswissens (Fundierungs-Funktion), c) die Relativierung des Sach- und Prozesswissens im Hinblick auf dessen berufliche Flexibilisierung und Dynamisierung (Transfer-Funktion). Umfang und Tiefe des Reflexionswissens werden ausschließlich so bestimmt, dass diesen drei Funktionen Rechnung getragen wird.

In der Trias dieser drei Wissenskategorien besteht ein bedeutsamer Zusammenhang: Das Sachwissen muss am Prozesswissen anschließen und umgekehrt, das Reflexionswissen muss sich auf die Hintergründe des Sach- und Prozesswissens eingrenzen. D. h., dass die hier anzuführenden Wissensbestandteile nur dann kompetenzrelevant sind, wenn sie innerhalb des hier eingrenzenden Handlungsrahmens liegen. Eine Teilkompetenz ist somit das Aggregat aus einer beruflichen Handlung und dem damit korrespondierenden Wissen:

Teilkompetenz			
Berufliche Handlung	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen

Innerhalb der einzelnen Lernfelder sind die einbezogenen Teilkompetenzen nicht zufällig angeordnet, gegenteilig folgen sie einem generativen Ansatz. D. h., dass die jeweils nachfolgende Teilkompetenz den Erwerb der vorausgehenden voraussetzt. Somit gelten innerhalb eines Lernfeldes alle Wissensaspekte, die in den vorausgehenden Teilkompetenzen konkretisiert wurden. Damit wird der Tatsache Rechnung getragen, dass Kompetenzen in einer sachlogischen Abfolge aufgebaut werden, dabei aber vermieden, dass innerhalb der Wissenszuordnungen der Teilkompetenzen nach unten zunehmend Redundanzen dargestellt werden.

### 3.4 Zielkategorien

Alle im Lehrplan aufgeführten Ziele lassen sich den folgenden Kategorien zuordnen:



1. Beruflich akzentuierte Zielkategorien: Kommunizieren & Kooperieren, Darstellen & Visualisieren, Informieren & Strukturieren, Planen & Projektieren, Entwerfen & Entwickeln, Realisieren & Betreiben und Evaluieren & Optimieren.
2. Mathematisch akzentuierte Zielkategorien: Operieren, Modellieren und Argumentieren.

Diese Kategorisierung soll in beruflicher Ausrichtung den Lehrplan mit dem Konzept der vollständigen Handlung (VOLPERT, 1980) hinterlegen, in mathematischer Ausrichtung mit dem O-M-A-Konzept (SILLER ET AL. 2014). Damit wird zum einen eine theoretisch abgestützte Differenzierung der vielfältigen Ziele beruflicher Lehrpläne erreicht, zum anderen die strukturelle Basis für eine nachvollziehbare und handhabbare Taxierung hergestellt.

### 3.4.1 Beruflich akzentuierte Zielkategorien

#### Kommunizieren und Kooperieren

Zum Kommunizieren gehören die schriftliche und mündliche Darlegung technischer, gestalterischer und betriebswirtschaftlicher Sachverhalte sowie die Führung einer Diskussion oder eines Diskurses über Problemstellungen unter Nutzung der erforderlichen Fachsprache. Das Spektrum der Zielkategorie reicht von einfachen Erläuterungen über fachlich fundierte Argumentation bis hin zur fachlichen Bewertung und Begründung technischer bzw. gestalterischer Zusammenhänge und Entscheidungen. Dabei sind die Sachverhalte und Problemstellungen inhaltlich klar, logisch strukturiert und anschaulich aufzubereiten. Der sachgemäße Gebrauch von Kommunikationsmedien und Kommunikationsplattformen sowie die Kenntnis der Kommunikationswege ermöglichen effektive Teamarbeit. Nicht zuletzt sind in diesem Zusammenhang der angemessene Umgang mit interkulturellen Aspekten sowie fremdsprachliche Kenntnisse erforderlich.

Kooperation ist eine wesentliche Voraussetzung zur Lösung komplexer Problemstellungen. Notwendig für erfolgreiche Kooperation ist Klarheit über die Gesamtzielsetzung, über die Teilziele, über die Schnittstellen und Randbedingungen sowie über die Arbeitsteilung und die Stärken und Schwächen aller Kooperationspartner. Um erfolgreich zu kooperieren, ist es erforderlich, die eigene Person und Leistung als Teil eines Ganzen zu sehen und einem gemeinsamen Ziel unterzuordnen. Auftretende Konflikte müssen respektvoll und sachbezogen gelöst werden.

#### Darstellen und Visualisieren

Diese Zielkategorie umfasst das Darstellen und Illustrieren technischer, gestalterischer und betriebswirtschaftlicher Sachverhalte, insbesondere das 'Übersetzen' abstrakter Daten und dynamischer Prozesse in fachgerechte Tabellen, Zeichnungen, Skizzen, Diagramme und weitere grafische Formen sowie beschreibende und erläuternde Texte. Dazu gehört es, geeignete Medien zur Visualisierung zu wählen, Sachverhalte, Problemstellungen und Lösungsvarianten in Dokumenten und Präsentationen darzustellen und zu erläutern. Ferner sind bei der Erstellung von Dokumenten die geltenden Normen und Konventionen zu beachten.

#### Informieren und Strukturieren

Das Internet bietet Information in großer Fülle zu vielen technischen, gestalterischen und betriebswirtschaftlichen Sachverhalten. Weitere Informationsquellen sind die wissenschaftliche Literatur und Dokumente aus den Betrieben und der Industrie sowie Experten und Kollegen. Sich umfassend und objektiv zu informieren stellt unter dieser Vielfalt eine grundsätzliche und wichtige Kompetenz dar. Die Studierenden sollen die Fähigkeit erwerben

ben, zu Sachverhalten und Problemstellungen wichtige Informationsquellen zu benennen, sowie die Glaubwürdigkeit und Seriosität dieser Quellen anhand belastbarer Kriterien zu bewerten. Das Spektrum dieser Zielkategorie beinhaltet ferner die korrekte und sachgerechte Verwendung von Zitaten und die Beachtung von Persönlichkeitsrechten. Mit dem Informationserwerb geht die Strukturierung der Informationen durch zielgerechtes Auswählen, Zusammenfassen und Aufbereiten einher.

### **Planen und Projektieren**

Diese Zielkategorie beinhaltet die wesentlichen Fertigkeiten und Kenntnisse, um komplexere und umfangreichere Aufgaben- oder Problemstellungen inhaltlich wie auch zeitlich zu strukturieren, mit Qualitätssicherungsmaßnahmen zu belegen und die Kosten und Ressourcen zu kalkulieren und zu bewerten. Im Detail gehören dazu die Fähigkeiten, überprüfbare Kriterien und Planungsziele zu definieren und deren Umsetzung zu planen und zu kontrollieren. Die zeitliche und inhaltliche Gliederung der Aufgaben ist zu Zwecken der Kontrolle und Steuerung, der Kooperation und Visualisierung durch eine begründete Wahl von Projektmethoden und Werkzeugen sicherzustellen.

### **Entwerfen und Entwickeln**

Das Entwerfen ist die zielgerichtete geistige und kreative Vorbereitung eines später zu realisierenden Produktes. Dieses Produkt kann beispielsweise ein Modell, eine Kollektion, eine Vorrichtung, eine Schaltung, eine Baugruppe, ein Steuerungsprogramm oder auch ein Regelkreis sein. Das Ergebnis dieses Prozesses – der Entwurf – wird in Form von Texten, Zeichnungen, Grafiken, (Näh-) Proben, Schnittmustern, Schaltplänen, Modellen oder Berechnungen dokumentiert.

Entwickeln ist die zielgerichtete Konkretisierung eines Entwurfs oder Verbesserung eines bestehenden Produktes oder technischen Systems. Dabei bilden die Studierenden in Schritten stufenweise Detaillösungen zu den Problemstellungen ab. Die Kenntnis über Kreativitätstechniken, Analyse- und Berechnungsmethoden sowie deren fachspezifischen Anwendungen spielen in diesem Entwicklungsprozess eine zentrale Rolle.

### **Realisieren und Betreiben**

Neben dem eigentlichen Umsetzen des Entwurfs (z. B. Prototyp, Nullserie, Testanlage) geht es hier um die Inbetriebnahme, das Einbinden des Produktes in die Produktumgebung, das Messen und Prüfen der realisierten Komponenten und Modelle, die konkrete Fertigung, auch in Form einer Serie, die Integration einer Software in ein System, die Integration von Software und Hardware oder das Testen einer implementierten Software oder eines Verfahrens möglichst unter Realbedingungen. Dabei können auch geeignete Simulationsverfahren zum Einsatz kommen. Gewonnene Erkenntnisse können auf neue Problemstellungen transferiert werden. Damit ein technisches System dauerhaft funktioniert, sind ggf. Instandhaltungsmaßnahmen rechtzeitig, bedarfsgerecht und geplant unter Berücksichtigung der Wirtschaftlichkeit des gesamten Systems durchzuführen.

### **Evaluieren und Optimieren**

Im Interesse der Qualitätssicherung ist ein stetiges Reflektieren, Evaluieren und Optimieren erforderlich. Sowohl bei überschaubaren Arbeitspaketen als auch bei ganzen Projekten ist hinsichtlich der eingesetzten Methoden, Ressourcen, Kosten und erbrachten Ergebnisse zu klären: Was hat sich bewährt, was sollte bei der nächsten Gelegenheit wie verbessert werden (Lessons Learned)?

Die Kenntnis und Anwendung spezieller Methoden der Reflektion und Evaluation mit der dazugehörigen Datenerfassung und Auswertung sind in dieser Zielkategorie essenziell.

Jeder Prozess oder jede Anlage bedarf eines kontinuierlichen Verbesserungsprozesses (KVP). Dafür sind spezielle Kompetenzen notwendig, die die Datenerfassung, die Datenauswertung zur Identifikation von Verbesserungspotential und die Entscheidung für Maßnahmen unter Berücksichtigung von Effektivität und Effizienz ermöglichen.

Zur Bewältigung zukünftiger Herausforderungen im Privaten wie Beruflichen ist es wichtig, sich selbstbestimmt und selbstverantwortlich neuen Lerninhalten und Lernzielen zu stellen. Die Studierenden sollen deshalb unterschiedliche Lerntechniken kennen und anwenden sowie über das Reflektieren des eigenen Lernverhaltens in die Lage versetzt werden, ihren Lernprozess aus der Perspektive des lebenslangen Lernens bewusst und selbstständig zu gestalten und zu fördern.

### 3.4.2 Mathematisch akzentuierte Zielkategorien

Den mathematisch akzentuierten Zielkategorien werden die Handlungsdimensionen „Operieren“, „Modellieren“ und „Argumentieren“ (kurz: O-M-A) zu Grunde gelegt, welche sich nach SILLER ET. AL (2014) zum einen an grundlegenden mathematischen Tätigkeiten und zum anderen an den fundamentalen Ideen der Mathematik orientieren.

Die Dimension *Operieren* bezieht sich auf „die Planung sowie die korrekte, sinnvolle und effiziente Durchführung von Rechen- oder Konstruktionsabläufen und schließt z. B. geometrisches Konstruieren oder (...) das Arbeiten mit bzw. in Tabellen und Grafiken mit ein“ (BIFIE, 2013, S. 21).

Die Dimension *Modellieren* ist darauf ausgerichtet „in einem gegebenen Sachverhalt die relevanten mathematischen Beziehungen zu erkennen (...), allenfalls Annahmen zu treffen, Vereinfachungen bzw. Idealisierungen vorzunehmen und Ähnliches“ (BIFIE, 2013, S. 21).

Die Dimension *Argumentieren* fokussiert „eine korrekte und adäquate Verwendung mathematischer Eigenschaften, Beziehungen und Regeln sowie der mathematischen Fachsprache“ (BIFIE, 2013, S. 22).

### 3.5 Taxierung der Kompetenzen in drei Stufen

Die Qualität einer fachlich-methodischen Kompetenz kann nicht anhand einzelner Wissenskomponenten bemessen werden. Entscheidend ist hier vielmehr der Freiheitsgrad des Handlungsraums, in dem sie eingebettet ist. Nicht diejenigen, die hier in einzelnen Facetten das breiteste Wissen nachweisen können, sind die Kompetentesten, sondern diejenigen, deren Handlungsfähigkeit im einschlägigen Kontext am weitesten reicht. Hier lassen sich theoriebasiert drei Handlungsqualitäten unterscheiden:

Qualität 1 (linear-serielle Struktur):

Start und Ziel eindeutig, Umsetzung durch „reflektiertes Abarbeiten“ (Abfolgen).

Qualität 2 (zyklisch-verzweigte Struktur):

Start und Ziel eindeutig, Umsetzung durch das koordinierte Abarbeiten mehrerer Abfolgen und damit zusammenhängenden Auswahlentscheidungen (Algorithmen).

Qualität 3 (mehrschichtige Struktur):

Ziel und Start müssen definiert werden, Umsetzung durch Antizipieren tragfähiger Algorithmen bzw. deren Erprobung und reflektierter Kombination (Heuristiken).

Es ist erkennbar, dass die jeweils höhere Qualität die der vorausgehenden integriert. Handeln auf Ebene des Algorithmus bedingt die Beherrschung der darin zu vollziehenden Abfolgen, Handeln auf Heuristik-Ebene bedingt die Beherrschung der darin zu vollziehenden Algorithmen. Für die Qualität 1 ist daher Reflexionswissen funktional nicht erforderlich, trotzdem ist es für Lernende bedeutsam, da ein Verständnislernen immer interessanter und motivierender ist als ein rein funktionalistisches Lernen. Für Qualität 2 ist moderates Reflexionswissen erforderlich, da hier schon Entscheidungen eigenständig getroffen werden müssen. Mit dem Anspruchsniveau der erforderlichen Entscheidungen steigt der Bedarf an Reflexionswissen. Qualität 3 kann nur umgesetzt werden, wenn über das Reflexionswissen der Stufe 2 hinaus weiteres Reflexionswissen verfügbar ist, welche neben, hinter oder über diesem steht. Um komplexe Probleme zu lösen, sind kognitive Freiheitsgrade erforderlich, die nur mit einem entsprechend tiefen Verständnis der jeweiligen Zusammenhänge erreicht werden können.

Diese Handlungsqualitäten können für den Lehrplan als Kompetenzstufen genutzt werden, denn sie repräsentieren Kompetenz-Unterschiede, welche nicht auf einem Kontinuum darstellbar sind, sondern sich in diskreten Qualitäten ausdrücken. Um die in den Lernfeldern aufgelisteten Kompetenz-Beschreibungen nicht zu überladen, wird im vorliegenden Lehrplan nicht jede einzelne Kompetenz in den drei Niveaustufen konkretisiert. Vielmehr erfolgt dies entlang der beruflichen und mathematischen Zielkategorien.

## 3.5.1 Taxonomietabelle für beruflich akzentuierte Zielkategorien

Zielkategorien	Stufe I (Abfolge)	Stufe II (Algorithmus)	Stufe III (Heuristik)
<b>Kommunizieren &amp; Kooperieren</b>	Mitteilen und Annehmen von Informationen, koagierend zusammenarbeiten	an konstruktiven, adaptiven Gesprächen teilnehmen, kooperierend zusammenarbeiten	komplexe bzw. konfliktäre Gespräche führen, Kooperationen gestalten und steuern, Konflikte lösen
<b>Darstellen &amp; Visualisieren</b>	Präsentieren von klaren Gegenständlichkeiten, Fakten, Strukturen, Details	Präsentieren von eindeutigen Zusammenhängen und Funktionen mittels geeignet ausgewählter Darstellungsformen	Präsentieren und Dokumentieren komplexer Zusammenhänge und offener Sachverhalte mittels geeigneter Werkzeuge und Methoden
<b>Informieren &amp; Strukturieren</b>	Handhaben von Informationsmaterialien, Finden und Ordnen von Informationen	Finden einschlägiger Informationsmaterialien, Verifizieren, Selektieren und Ordnen von Informationen	Umsetzen offener Informationsbedarfe, von der Quellensuche bis zur strukturierten Information
<b>Planen &amp; Projektieren</b>	Problemstellungen inhaltlich strukturieren und zeitlich gliedern	routinenaher Projekte inhaltlich strukturieren und zeitlich gliedern	komplexe Projekte inhaltlich strukturieren und zeitlich gliedern unter Beachtung verfügbarer Ressourcen
<b>Entwerfen &amp; Entwickeln</b>	Umsetzen einfacher Ideen in Skizzen, Plänen oder konkreten Lösungen	Abgleichen konkurrierender Ideen, Umsetzen in Skizzen, Plänen oder konkreten Lösungen	Integration einzelner Ideen zu einer Gesamtlösung, Umsetzen in Skizzen, Plänen oder konkreten Lösungen
<b>Realisieren &amp; Betreiben</b>	Aktivieren und Kontrollieren serieller Prozesse	Aktivieren und Regulieren zyklischer Prozesse	Abstimmen, Aktivieren und Modulieren mehrschichtiger Prozesse
<b>Evaluieren &amp; Optimieren</b>	Bewerten entlang eines standardisierten Rasters, Umsetzen unmittelbarer Konsequenzen	Bewerten entlang eines offenen Rasters, Herleiten und Umsetzen von adäquaten Konsequenzen	Bewerten in Anwendung eigenständiger Kategorien, Herleiten und Umsetzen von adäquaten Konsequenzen

## 3.5.2 Taxonomietabelle für mathematisch akzentuierte Zielkategorien

Zielkategorien	Stufe I (Abfolge)	Stufe II (Algorithmus)	Stufe III (Heuristik)
<b>mathematisches Operieren</b>	Anwenden eines gegebenen bzw. vertrauten Verfahrens im Sinne eines Abarbeitens bzw. Ausführens	Abarbeiten und Ausführen mehrschrittiger Verfahren ggf. durch Rechneinsatz und Nutzung von Kontrollmöglichkeiten	Erkennen, ob ein bestimmtes Verfahren auf eine gegebene Situation passt, das Verfahren anpassen und ggf. weiterentwickeln
<b>mathematisches Modellieren</b>	Durchführen eines Darstellungswechsels zwischen Kontext und mathematischer Repräsentation Verwenden vertrauter und direkt erkennbarer Standardmodelle zur Beschreibung einer vorgegebenen (mathematisierter) Situation	Beschreiben vorgegebener (mathematisierter) Situation durch mathematische Standardmodelle bzw. mathematische Zusammenhänge Erkennen und Setzen von Rahmenbedingungen zum Einsatz von mathematischen Standardmodellen Anwenden von Standardmodellen auf neuartige Situationen Finden einer Passung zwischen geeigneten mathematischen Modellen und realen Situationen	komplexe Modellierung einer vorgegebenen Situation Reflektieren der Lösungsvarianten bzw. der Modellwahl Beurteilen der zugrunde gelegten Lösungsverfahren
<b>mathematisches Argumentieren</b>	einfache fachsprachliche Begründungen ausführen; das Zutreffen eines Zusammenhangs oder Verfahrens bzw. die Passung eines Begriffes auf eine gegebene Situation prüfen	mehrschrittige mathematische Standard-Argumentationen durchführen und beschreiben Nachvollziehen und Erläutern von mathematischen Begriffen, Sätzen, Verfahren, Darstellungen, Argumentationsketten und Kontexten fachlich und fachsprachlich korrekte Erklärung von einfachen mathematischen Sachverhalten, Resultaten und Entscheidungen	mathematische Argumentationen prüfen bzw. vervollständigen eigenständige Argumentationsketten aufbauen

### 3.6 Zusammenfassung

Das hier zugrundeliegende Kompetenzmodell schließt drei Kompetenzklassen nach ER-PENBECK, ROSENSTIEL, GROTE, SAUTER (2017, XXI ff.) ein: Sozial-kommunikative Kompetenzen, personale Kompetenzen (bzw. Selbstkompetenzen) und fachlich-methodische Kompetenzen.

Sozial-kommunikative Kompetenzen werden nach EULER & REEMTSMA-THEIS (1999) in einen agentiven Schwerpunkt, einen reflexiven Schwerpunkt und deren Integration unterteilt. Personale Kompetenzen (bzw. Selbstkompetenzen) werden nach LERCH (2013) in motivational-affektive und strategisch-organisatorische Komponenten unterschieden. Für diese beiden Kompetenzklassen sieht der Lehrplan keine weitere Detaillierung vor, da die Entwicklung überfachlicher Kompetenzen – durch deren enge Verschränkung mit der persönlichen Entwicklung des Individuums – deutlich anderen Gesetzmäßigkeiten unterliegt als die Entwicklung fachlich-methodischer Kompetenzen. Eine Anregung und Unterstützung in der Entwicklung überfachlicher Kompetenzen durch den Fachschulunterricht kann daher auch nicht entlang einer jahresplanmäßigen Umsetzung einzelner, thematisch determinierter Lernstrecken erfolgen, sondern muss vielmehr fortlaufend produktiv und dabei aber auch reflexiv in die Vermittlung fachlich-methodischer Kompetenzen eingebettet werden.

Im Zentrum dieses Lehrplankonzepts stehen die fachlich-methodischen Kompetenzen und deren differenzierte und taxiierte curriculare Dokumentation. Teilkompetenzen sind hierbei Aggregate aus spezifischen beruflichen Handlungen und dem diesen jeweils zugeordneten Wissen. Dabei unterscheidet man zwischen Sach-, Prozess- und Reflexionswissen. Als Basis für einen kompetenzorientierten Unterricht konkretisiert dieser Lehrplan zusammenhängende Komplexe aus Handlungskomponenten und Wissenskomponenten auf einem mittleren Konkretisierungsniveau. Der Fachschulunterricht wird dann erstens durch die Explikation und Konkretisierung der Handlungs- und Wissenskomponenten inhaltlich ausgestaltet und zweitens durch die Umsetzung der Taxonomietabellen (Tabellen in Abschnitt 3.5.1 und 3.5.2) in seinem Anspruch dimensioniert. Damit besteht einerseits eine curriculare Rahmung, die dem Anspruch eines Kompetenzstufenmodells gerecht wird, zum anderen liegen die für Fachschulen erforderlichen Freiheitsgrade vor, um der Heterogenität der Adressatengruppen gerecht werden und dem technologischen Wandel folgen zu können.

## 4 Organisation der Kompetenzen und Kenntnisse

### 4.1 Lernfelder

Wie der vorausgehende Lehrplan ist auch dieser in Lernfelder segmentiert. Als Novität ist hier nun zwischen berufsbezogenen Lernfeldern und Querschnitt-Lernfeldern zu unterscheiden (Abbildung 1).

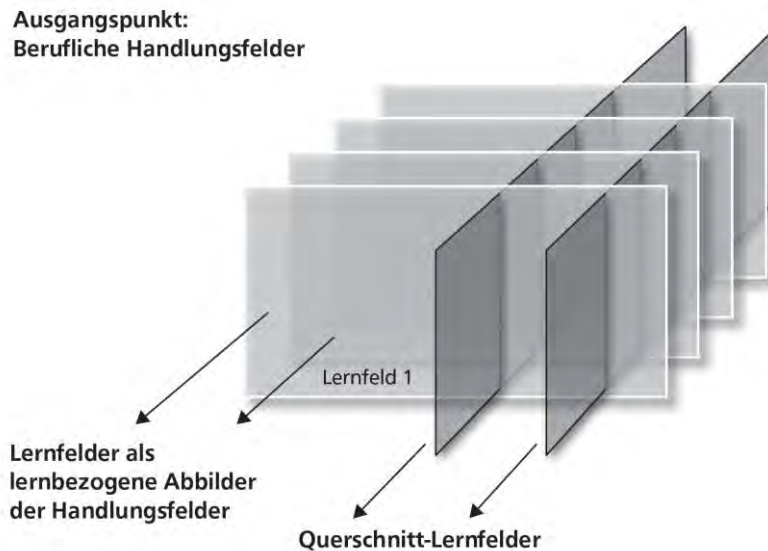


Abbildung 1: Beziehung von berufsbezogenen Lernfeldern als lernbezogene Abbilder beruflicher Handlungsfelder und Querschnitt-Lernfeldern.

**Berufsbezogene Lernfelder** sind curriculare Teilsegmente, welche sich aus einer spezifischen didaktischen Transformation beruflicher Handlungsfelder ergeben (BADER, 2004, S. 1). Wesentlich ist hierbei, dass die für das jeweilige Berufssegment wesentlichen Tätigkeitsbereiche adressiert werden. Relevante berufliche Handlungsfelder haben Gegenwarts- und Zukunftsbedeutung, ihre didaktische Reduktion in das Format eines Lernfeldes folgt dem Prinzip der Exemplarität (KLAFKI, 1964). Somit steht jedes einzelne Lernfeld des Lehrplans für einen gegenwarts- und zukunftsrelevanten Ausschnitt des dazugehörigen Berufssegments, als Gesamtheit repräsentieren sie dieses als exemplarisches Gesamtgefüge.

**Querschnitt-Lernfelder** integrieren übergreifende Aspekte der berufsbezogenen Lernfelder und adressieren entsprechend primär Grundlagenthemen, welche innerhalb der berufsbezogenen Lernfelder bedeutsam sind, jedoch diesbezüglich vorbereitend oder ergänzend vermittelt werden müssen. Insbesondere handelt es sich hier um mathematische, naturwissenschaftliche, informatische, volks- und betriebswirtschaftliche, gestalterische und ästhetische Kenntnisse bzw. Fertigkeiten, welche sich im Hinblick auf die Berufskompetenzen als Basis- oder Bezugskategorien darstellen. Zu den Querschnitt-Lernfeldern gehört die fachrichtungsbezogene Mathematik.

Innerhalb jeden Lernfeldes werden dessen Nummer, Bezeichnung sowie Zeit-Horizont dargestellt und insbesondere die darin adressierten Lernziele. Die Abfolge der Lernfelder im Lehrplan ist nicht beliebig, impliziert jedoch keine Reihenfolge der Vermittlung. In den *berufsbezogenen* Lernfeldern werden die Lernziele durch (weitgehend fachlich-methodische) Kompetenzen beschrieben (TENBERG, 2011, S. 61 ff). Dies erfolgt in Aggre-



gaten aus beruflichen Handlungen und zugeordnetem Wissen. Diese Lehrplaninhalte sind angesichts der Streuung und Unschärfe beruflicher Tätigkeitsspektren in den jeweiligen Segmenten sowie der Dynamik des technisch-produktiven Wandels auf einem mittleren Konkretisierungsniveau angelegt. Zur Taxierung dieser Lernziele liegt eine eigenständige Tabelle (siehe Abschnitt 3.5.1) vor, welche geordnet nach Zielkategorien die jeweils erforderlichen Handlungsqualitäten für die Stufen 1 (Minimalanspruch), 2 (Regelanspruch) und 3 (hoher Anspruch) konkretisiert. Zur Taxierung der Lernziele in der Mathematik (beruflicher Lernbereich) liegt eine gesonderte Tabelle (siehe Abschnitt 3.5.2) mit gleichem Aufbau vor. In den übrigen *Querschnitt*-Lernfeldern werden die Lernziele entweder durch Kenntnisse oder durch Fertigkeiten beschrieben. Sie werden dabei weder taxiert noch zeitlich näher präzisiert, da dieses nur im Rahmen der schulspezifischen Umsetzung möglich und sinnvoll erscheint. Als Orientierung dient hier jeweils der in den berufsbezogenen Lernfeldern konkret feststellbare Anspruch an übergreifende Aspekte.

## 4.2 Stundentafel

Beruflicher Lernbereich		Unterrichtsstunden	
		1. Ausbildungsabschnitt	2. Ausbildungsabschnitt
Projektarbeit			160
Mathematik		40	
<b>Lernfelder</b>			
LF 1	Methoden des Projektmanagements anwenden	40	0
LF 2	Branchentypische Software anwenden und betriebliche Daten managen		120
LF 3	Modeillustrationen und Präsentationen erstellen		320
LF 4	Modelle entwickeln und realisieren		320
LF 5	Kollektionen entwerfen		200
LF 6	Bekleidung rationell fertigen		240
LF 7	Schnitte konstruieren		320
LF 8	Methoden der Betriebswirtschaft anwenden	40	80
LF 9	Arbeitsdaten ermitteln und anwenden	40	0
LF 10	Trends analysieren		160

4.3 Beruflicher Lernbereich

4.3.1 Mathematik (Querschnitt-Lernfeld) (40h)

Die staatlich geprüften Designerinnen und Designer...	MATHEMATIK		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
<p>... <b>handhaben</b> mathematische Funktionen zur Modellierung und Lösung u.a. im Rahmen gestalterischer und wirtschaftlicher Problemstellungen (z. B. Kostenvergleichsrechnung, Break-even Analyse).</p>	<p>Darstellungsformen und Funktionsvorschriften</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ganzrationale Funktionen, insbesondere lineare und quadratische</li> <li>• trigonometrische Funktionen</li> <li>• Exponentialfunktionen</li> </ul> <p>Charakteristika</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Steigung</li> <li>• Nullstellen, Abszissenabstand</li> <li>• Schnittpunkt</li> <li>• Scheitelpunkt</li> <li>• Periodizität</li> </ul> <p>Wertebereich, Definitionsbereich lineare Gleichungssysteme</p>	<p>Berechnung der Charakteristika Wechsel der Darstellungsformen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nullstellen-, Normal-, Scheitelpunktform</li> <li>• Implizite, explizite Funktionsvorschrift</li> <li>• Graph und Wertetabelle</li> </ul> <p>Linearfaktoren Funktionsermittlung Approximation von Funktionen Differenzenquotient, Differenzialquotient Grenzwert, Ableitung ganzrationaler Funktionen</p> <p>Standardlösungsverfahren</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Äquivalenzumformung,</li> <li>• p-q Formel</li> <li>• Einsetzverfahren</li> <li>• Additionsverfahren</li> </ul> <p>Gaußalgorithmus Methoden der Abschätzung Ergebniskontrolle</p>	<p>trigonometrische Grundlagen Relationen und Abbildungen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• kartesisches Produkt</li> <li>• Surjektivität, Injektivität, Bijektivität</li> </ul> <p>Funktionsbegriff Mathematisches Modell vs. Realbezug</p>

Die staatlich geprüften Designerinnen und Designer...	MATHEMATIK		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
...lösen Aufgaben z. B. aus der Produktgestaltung unter Zuhilfenahme der Geometrie.	Satz des Pythagoras trigonometrische Seitenverhältnisse <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sinus</li> <li>• Kosinus</li> <li>• Tangens</li> </ul> Einheitskreis Sinus- und Kosinussatz Flächen von <ul style="list-style-type: none"> <li>• Parallelogrammen</li> <li>• Dreiecken</li> <li>• Kreisen</li> </ul> Volumina von <ul style="list-style-type: none"> <li>• Prisma</li> <li>• Kegel</li> <li>• Pyramide</li> </ul> Kugel	Berechnung von Längen, Abstände durch geeignete Dreiecke Berechnung realer Flächen und Körper Approximation von Flächen und Volumina Optimierung von Flächen und Körperinhalten	Ähnlichkeits- und Kongruenzsätze für Dreiecke Strahlensatz euklidisches Axiomensystem
... analysieren Hintergründe vektororientierter Anwendungssoftware.	Vektoren <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vektorkomponenten</li> <li>• Schreibweisen</li> </ul>	Addition und Subtraktion von Vektoren	Vektor als Parallelverschiebung bzw. Translation im Raum
HINWEISE:	Dem Lernfeld Mathematik kommt eine dreifache Bedeutung zu: Anwendungsorientiert dient es dazu, technische, betriebswirtschaftliche und gestalterische Sachverhalte zu erschließen und damit den Anforderungen technischer, betriebswirtschaftlicher und gestalterischer Aufgabenfelder zu genügen. Zukunftsorientiert legt es eine Grundlage dafür, dass sich Gestalterinnen und Gestalter in der beruflichen Praxis in neue oder andere Bereiche einarbeiten können. Hiermit bildet dieses Lernfeld eine wesentliche Grundlage für die Befähigung zum lebenslangen Lernen. Allgemeinbildend trainiert das Lernfeld Mathematik Methoden wie Formalisieren, Strukturieren, Analogisieren und Generalisieren, die auch in anderen Bereichen angewendet und ganz allgemein für Problemlösungen herangezogen werden können. Es dient zur Unterstützung aller Lernfelder und liefert ein Instrumentarium und Reflexionswissen.		

### 4.3.2 Projektarbeit (160h)

Die Studierenden entscheiden sich für ein Projekt mit gestalterischen, organisatorischen, ökonomischen und ökologischen Schwerpunkten. Sie formulieren den Projektauftrag und die zu erreichenden Projektziele. Sie wenden kompetent die Methoden des Projektmanagements (aus dem Lernfeld „Methoden des Projektmanagements anwenden“) bei der Projektplanung, -durchführung, -bewertung und -präsentation an.

Die Studierenden analysieren die Problemstellungen und strukturieren die Arbeitsaufgaben.

Je nach inhaltlichem Schwerpunkt der Projektarbeit entwickeln sie Konzepte für die Entwicklung, die Herstellung und für das Marketing von Produkten. Bei der Erarbeitung von praxisgerechten Lösungen berücksichtigen sie Fach- und Projektbezüge bzw. fachübergreifende Zusammenhänge.

Sie legen den Material-, Personal- und Produktionsmittelbedarf fest und entwickeln Maßnahmen zur Qualitätssicherung. Sie nutzen die Instrumente zur Kostenerfassung und Preisbildung und wenden geeignete Marketingstrategien an.

Die Studierenden organisieren sich in Projektteams, delegieren die Verantwortlichkeiten der Teammitglieder und legen einen Terminplan für die Projektphasen fest. Sie zeigen bei der Projektdurchführung Technologie- und Systemverständnis, Engagement und Kreativität, Bereitschaft zur Verantwortungsübernahme und pflegen Kommunikation und Kooperation. Sie dokumentieren den Projektverlauf und die Projektergebnisse fortlaufend und entwickeln ggf. Alternativen. Zur Beseitigung von Störungen ergreifen sie geeignete Korrekturmaßnahmen.

In der Abschlussphase des Projekts bewerten die Studierenden das Handlungsprodukt und den Arbeitsprozess und zeigen Verbesserungspotential auf. Dazu erstellen sie einen Abschlussbericht und evaluieren ihre Arbeit im Team.

Die Studierenden führen eine Abschlusspräsentation durch, in der sie das gesamte Projekt in allen Teilbereichen durch die jeweiligen Projektteams vorstellen.

**4.3.3 Lernfeld 1: Methoden des Projektmanagements anwenden (40h)**

Die staatlich geprüften Designerinnen und Designer ...	METHODEN DES PROJEKTMANAGEMENTS ANWENDEN		
	SACHWISSEN	Prozesswissen	Reflexionswissen
... unterscheiden die einzelnen Projektmanagementphasen.	Initialisierungs-, Definitions-, Planungs-, Steuerungs- und Abschlussphase Themenlandkarte im PM Projektmanagementmethoden im PM Projekttypen Projekt- und Projektmanagementdefinition	Ergebnissicherung in den einzelnen Projektmanagementphasen Optimierung und Anpassung der Projektabläufe in der Organisation	Bedeutung und Zusammenhang der einzelnen Projektmanagementphasen
... strukturieren Projekte.	Zielstrukturen, Vorgehens- und Leistungsziele, SMART Kriterien Projektstrukturplan Arbeitspakete Lastenheft, Pflichtenheft Phasenplanung Gantt Diagramme Meilensteine Magisches Dreieck	Zielfindung, Formulierung und Strukturierung der Projektziele Erstellung und Dokumentierung eines Projektstrukturplans Beschreibung der Arbeitspakete	Bedeutung für den Projektverlauf in den einzelnen Phasen und für das Projektende Qualitätsmanagement
... wenden Kreativitätstechniken zum Lösen von Problemen an.	Problemlösungstechniken Ishikawa Diagramm Intuitive und analytische Kreativitätstechniken: z. B. Brainstorming, Brainwriting, Mindmapping, Morphologischer Kasten, Fischgräten-Modell,	Moderation und Dokumentation kreativer Prozesse	

**Bekleidungsdesign**

**Fachschule für Gestaltung**

Die staatlich geprüften Designerinnen und Designer ...	METHODEN DES PROJEKTMANAGEMENTS ANWENDEN		
	SACHWISSEN	Prozesswissen	Reflexionswissen
... überwachen die Projektrealisierung und greifen bei Bedarf durch geeignete Maßnahmen ins Projekt ein.	Projektsteuerung Kosten- und Termentrendanalyse Berichtswesen	Überwachung und Steuerung der Projektrealisierung	Erfolgssicherung
... kommunizieren effizient im Projektgeschehen.	Präsentationstechniken Kommunikationsmodelle Kommunikationssituationen Eisbergmodell, Kommunikationspakete Schulz von Thun	Vorbereitung und Durchführung einer Präsentation Vorbereitung und Durchführen eines Projektmeetings	Perspektivenwechsel in der Selbst- und Fremdwahrnehmung
... erkennen, analysieren und lösen Konflikte.	Motivation Konflikte und Krisen	Analyse eines Konfliktes Durchführung und Dokumentation eines Problemlösungsverfahrens	Maslow'sche Bedürfnispyramide
... organisieren sich selbst im Projekt.	Zeitmanagement Eisenhower-Prinzip, Pareto-Prinzip Arbeitsteilung	Planung und Einteilung der eigenen Arbeitszeit	
HINWEISE:	Das Projektmanagement unterstützt die für die Fortbildung an der Fachschule für Gestaltung Fachrichtung Bekleidungsdesign so wichtige Projektarbeit, die die in den einzelnen Lernfeldern zu erlangenden Kompetenzen bündelt und vereint.		

## Bekleidungsdesign

## Fachschule für Gestaltung

## 4.3.4 Lernfeld 2: Branchentypische Software anwenden und betriebliche Daten managen (120h)

Die staatlich geprüften Designerinnen und Designer ...	BRANCHENTYPISCHE SOFTWARE ANWENDEN UND BETRIEBLICHE DATEN MANAGEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... wenden ein Textverarbeitungsprogramm sinnvoll und effizient zur Erledigung betrieblicher Aufgaben zur Dokumentation und Kommunikation an.	elementare und fortgeschrittenen Funktionen eines Textverarbeitungsprogrammes (z. B. MS Word)	sichere effiziente und punktgenaue Anwendung der Programmfunktionen.	Tools zur realistischen Einschätzung eigener Fähigkeiten und den daraus resultierenden Fortbildungsbedarfen zum Einsatz von Software im beruflichen Kontext good practice Konzepte
... <b>erledigen betriebliche Aufgaben</b> der Kalkulation, Kommunikation und Dokumentation sinnvoll und effizient.	Aufbau des anzuwendenden Tabellenkalkulationsprogramms. (z. B. MS Excel) Funktionen, Hilfsmittel, Eigenschaften, Fenster, Leisten, Zelladressierung und Menüs	sichere effiziente und punktgenaue Anwendung der Programmfunktionen Übertragung des Wissens aus verwandten Programmen (z. B. MS Word)	
... <b>erarbeiten Präsentationen im beruflichen</b> Kontext.	Aufbau des anzuwendenden Präsentationsprogramms. (z. B. MS PowerPoint) Hilfsmittel, Eigenschaften, Fenster, Leisten und Menüs	Erstellung von Präsentationen unter Anwendung der im Präsentationsprogramm angelegten Funktionen	Einsatzmöglichkeiten und Bedeutung der im Präsentationsprogramm erstellten Folien für den Vortrag Bildrechte und andere Urheberrechte
... <b>erstellen vektororientierte, technische</b> Zeichnungen und Illustrationen.	Aufbau des anzuwendenden vektororientierten Grafikprogramms. (z. B. CorelDraw oder Illustrator) Hilfsmittel, Eigenschaften, Fenster, Leisten und Menüs	Erstellung (technischer) Zeichnungen mit z. B. Corel Draw oder Illustrator. Anwendung der Hilfsmittel, Eigenschaften, Fenster, Leisten und Menüs	Übersicht über die sich auf dem Markt befindlichen einschlägigen Programme und deren Vor- und Nachteile effiziente und anwendungskonforme Arbeitsformen, korrupten Daten und Versionen Anforderungen an verschiedene Versionen, die eine zukünftige effiziente Weiterarbeit auch durch andere Nutzer zulassen



**Bekleidungsdesign**

**Fachschule für Gestaltung**

Die staatlich geprüften Designerinnen und Designer ...		BRANCHENTYPISCHE SOFTWARE ANWENDEN UND BETRIEBLICHE DATEN MANAGEN		
		Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... erledigen Aufgaben des Produktdatenmanagements.		Aufbau des anzuwendenden Produktdatenmanagementsystems. (z. B. Koppermann TexDefine) Verknüpfungsstrukturen der einzelnen Dokumente Menüs, Fenster, Hilfsmittel	Produktdatenmanagement und Projektüberwachung für eine Kollektionen mit allen wesentlichen Datenblättern	Datenschutz Bedeutung des digitalen Produktdatenmanagements für international agierende Unternehmen Trouble Shooting Industrie 4.0
HINWEISE:	<p>Aus modernen Unternehmen der Bekleidungsindustrie ist ein professioneller und effizienter Umgang mit den im Prozess der Bekleidungsherstellung und Vermarktung entstehenden Daten nicht mehr wegzudenken. Sie sind eine wichtige Ressource, die entsprechend zu handhaben ist.</p> <p>Für die Absolventen wird Datenmanagement in der Hinsicht bedeutsam, dass Bewusstsein für Datenschutz auch hinsichtlich der rechtlichen Grundlagen geschaffen sein muss. Außerdem müssen Programme, die Daten verwalten und generieren, gekannt und effizient genutzt werden.</p> <p>Auch im privaten und gesellschaftlichen Kontext spielen Daten eine zunehmend bedeutsame Rolle. Beispielsweise ist der kritische Umgang mit Social Media hier unerlässlich.</p> <p>Unberührt bleibt in diesem Lernfeld die CAD-basierte Schnitterstellung, die in einem gesonderten Lernfeld ihren Platz findet.</p>			

## 4.3.5 Lernfeld 3: Modeillustrationen und Präsentationen erstellen (320h)

Die staatlich geprüften Designerinnen und Designer...	MODEILLUSTRATIONEN UND PRÄSENTATIONEN ERSTELLEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... zeichnen Bekleidungsentwürfe detailgetreu.	Proportionslehre Silhouette/ Form Bekleidungsdetails Technische Informationen visuelles Kommunikationsmittel vom Entwurf bis zur Produktion	manuelles Anfertigen von Modellskizzen und Modellzeichnungen	Kulturgeschichte
... zeigen und verdeutlichen Intention und Essenz eines Entwurfs mittels einer Illustration.	Proportion des menschlichen Körpers Mal- und Zeichnungstechniken Drucktechniken Verfremden/Überzeichnen Licht/Schatten Materialdarstellung Ausdrucksmöglichkeiten von Stimmung und Emotion	Erstellen von Collagen Kolorieren von Zeichnungen	Kriterien zur Bewertung von Modellentwürfen
... nutzen CAD zur Erstellung von technischen Zeichnungen und Modeillustrationen.	Siehe Lernfeld 2	Erstellen von technischen Zeichnungen und Modeillustrationen unter Verwendung eines vektororientierten Zeichenprogramms	Bildrechte Digitale Ethik
... entwickeln zielgerichtete Gestaltungskonzepte und Layouts für Präsentationen.	Gestaltungselemente von Lookbooks Aufbau von Portfolios Aufgaben von Moodboards	Erstellung von Lookbooks, Moodboards und Portfolios	Ästhetik

**4.3.6 Lernfeld 4: Modelle entwickeln und realisieren (320h)**

Die staatlich geprüften Designerinnen und Designer...	MODELLE ENTWICKELN UND REALISIEREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... entwerfen Details von Bekleidung.	Bekleidungsdetails Fachbegriffe Verarbeitungsmethoden Kriterien zur Bewertung von Bekleidungs- details Kriterien zur Beurteilung von Verarbeitungs- verfahren	Zeichnung verschiedener Bekleidungsde- tails Detailkonstruktion Herstellung von Bekleidungsdetails Erarbeitung kreativer Verarbeitungsalterna- tiven	Ästhetik
... entwerfen marktkonforme textile Produk- te.	Gestaltungstechniken Passform, Drapierung, Raffung, Silhouette, Form, Stoff, Details und Farbe Produktgruppen innerhalb relevanter Kolle- ktionssegmente Kriterien zur Beurteilung der Wirkung von Zeichnungen in der Drei-Dimensionalität des Körpers Auswahlkriterien zum Abgleich von Entwurf und Produkt Kriterien zur Analyse und Wirkung von Sil- houette, Material und Farbe	Entwurf von Produkten Skizzenerstellung Erstellung technischer Zeichnungen	Kreativität Wirtschaftlichkeit
... entwickeln und fertigen textile Pro- dukte.	Herstellungs- und Verarbeitungsmethoden	Prototypenfertigung Modellarbeit	Effizienz

## Bekleidungsdesign

## Fachschule für Gestaltung

Die staatlich geprüften Designerinnen und Designer...	MODELLE ENTWICKELN UND REALISIEREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... <b>beurteilen und optimieren</b> Bekleidung.	Passform Schnitt Material Verarbeitung Qualitätsanforderungen	Definition von Qualitätskriterien Beurteilung von Verarbeitungsqualität Erarbeitung von Optimierungslösungen	Textilatlas Design Review
... <b>erkennen und</b> interpretieren Modetendenzen einzelner Produkte.	saisonale Modeplattformen und internationale Schauen Kriterien zur Bestimmung eines Trends	Medienanalyse	Zeitgeist
... <b>modifizieren</b> Grundschnitte.	Grundlagen der manuellen Schnitterstellung	Erstellen und Verändern von Grundschnitten	Generelles Schnittverständnis

## 4.3.7 Lernfeld 5: Kollektionen entwerfen (200h)

Die staatlich geprüften Designerinnen und Designer...	KOLLEKTIONEN ENTWERFEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... erstellen zielgruppengerechte Entwurfskonzepte und setzen diese um.	Zielgruppen innerhalb des Textil und Modemarktes Marktentwicklungen Branchen Know-how Unternehmensprofile	Zeichnung von textilen Produktgruppen Fertigung von textilen Kollektionen	Nachhaltigkeit Ästhetik Marktprinzipien
... erarbeiten die Prozessabläufe zur Kollektionsentwicklung textiler Unternehmen.	Materialkosten/Materialstammblatt Preismatrix Kollektionsrahmenplan Saisonale Abläufe	Erarbeitung von Produkten nach vorliegenden Kriterien	
... optimieren Prozesse zur Kollektionsentwicklung.	Baukasten/Baugruppen Timelines/zeitlicher Ablaufplan	Kollektionsrahmenplan	TQM PDM
... setzen saisonale Trends in kommerzielle Kollektionen um.	Fachvokabular Farb- und Materialkonzepte Kollektionsstruktur internationale Trendforen	Zeichnung und Realisierung von Kollektionen Erarbeitung und Analyse von Trends Erstellung von Entwürfen Marktanalyse des Mode- und Textilmarktes	Kollektionsphilosophien Kreativität
... besprechen und bewerten Kollektionen.	Prototypen Kollektionsaufbau Kollektionsstruktur Kriterien zur Bewertung von Kollektionen	Optimierung von Prototypen Kollektionsstrukturierung	Wirtschaftlichkeit Effizienz

## Bekleidungsdesign

## Fachschule für Gestaltung

Die staatlich geprüften Designerinnen und Designer...	KOLLEKTIONEN ENTWERFEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... visualisieren Kollektionen.	Funktionen vektororientierter Zeichenprogramme (vgl. LF10)	zeichnerische, CAD-gestützte Darstellung	Kreativität
... präsentieren Kollektionen.	Moodboards (siehe LF 3) Präsentationsformen Verkaufsargumente Kriterien zur Bewertung von Kollektionspräsentationen	Moodboards Dekoration von Prototypen	Datenmanagement
... organisieren Fotoshootings.	Grundlagen der Produktfotografie Locations Licht Agenturen Bildaufbau Fotografenbriefing	Fotoshooting von Prototypen und Kollektionselementen	PR Werbung

## Bekleidungsdesign

## Fachschule für Gestaltung

## 4.3.8 Lernfeld 6: Bekleidung rationell fertigen (240h)

Die staatlich geprüften Designerinnen und Designer...	BEKLEIDUNG RATIONELL FERTIGEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
...wählen geeignete Betriebsmittel aus.	Betriebsmittel und Anlagen der Zuschneiderei, Näherei und Bügelei Einstellungen und Zusatzausstattungen der Betriebsmittel Störungsursachen und deren Behebung bei Betriebsmitteln der Bekleidungsproduktion betriebsmittelbezogene Unfallverhütungsvorschriften Betriebsmittelbedarfsplan Betriebsmittelstellplan	Nutzung und Bedienung von Betriebsmitteln Behebung von Funktionsstörungen an Betriebsmitteln werkstoffbezogene Abstimmung der Betriebsmitteleinstellungen und Zusatzeinrichtungen	TexProcess
...gestalten ergonomische Arbeitsplätze.	gesetzliche Bestimmungen zur Arbeitsplatzgestaltung Arbeitsplatz-Ergonomie gesetzliche Bestimmungen der Berufsgenossenschaften	Zuordnung von Betriebsmitteln/Arbeitsmitteln zu Arbeitsplätzen	Unfallschutz/Arbeitssicherheit
...wählen werkstoffbezogene Fertigungsmethoden aus.	Werkstoffanalyse Warenprüfung Fertigungsmethoden Betriebsmitteleinsatz	Festlegung werkstoffbezogener Verarbeitungsvorschriften (Qualitätskarten)	TechTextil
...erstellen betriebsübliche produktbezogene Produktionsunterlagen.	Terminplanung/Fristenplan Mindestverarbeitungsvorschriften Verarbeitungshinweise Arbeitsplan Arbeitsverteilungsplan	Umsetzung im PDM-System	Versionentreue Claimmanagement Datenkohärenz

**Bekleidungsdesign**

**Fachschule für Gestaltung**

Die staatlich geprüften Designerinnen und Designer...	BEKLEIDUNG RATIONELL FERTIGEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
	Betriebsmittelbedarfsplan Materialflussplanung PDM (siehe LF 10)		
... <b>organisieren</b> und steuern Serienfertigungen.	Maßnahmen zur Produktionsplanung und –steuerung: Verkauf und Vertrieb des Produktes Materialbeschaffung Schnitterstellung und Gradierung Produktion Qualitätsmanagement	Prototypenfertigung Durchführung von Serienfertigungen	



## Bekleidungsdesign

## Fachschule für Gestaltung

## 4.3.9 Lernfeld 7: Schnitte konstruieren (320h)

Die staatlich geprüften Designerinnen und Designer...	SCHNITTE KONSTRUIEREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... erstellen CAD gestützte Bekleidungskonstruktionen.	CAD Programme zur Schnitterstellung (z. B. Grafis, Gerber)	Entwicklung verschiedener Modellschnittkonstruktionen	Industrie 4.0 Computer Integrated Manufacturing
... entwickeln Grundformen für Standardartikel (z. B. NOS).	Proportionslehre Körpermaße Kenn- und Sekundärmaße Größensysteme Gradierungen Konstruktionsrichtlinien	Ermittlung von Körpermaßen Bestimmung von Grundformen	
... modifizieren Grundformen entsprechend vorgegebener Modellvorlagen.	Modezeichnungen technische Zeichnungen Schnittkonstruktion Verarbeitungsmethoden	Transferierung modischer und technischer Zeichnungen in Konstruktionsschnitteile Modellkonstruktion Erstellung von Fertigmaßtabellen	Prinzip der Kundenorientierung
... beurteilen und optimieren Prototypen.	Passformen Verarbeitung Qualitätsanforderungen	Definition von Kriterien zur Modellbeurteilung Erstellung von Kriterien zur Beurteilung zur Serienreife	Wirtschaftlichkeit von Produktionsabläufen
... dokumentieren die Prototypenerstellung.	Qualitätsrichtlinien Qualitätsmerkmale Fertigungmaßtabellen Dokumentationstechniken		Kaizen
... bereiten die Modellkonstruktionen zu produktionsreifen Schablonen auf.	Verarbeitungsmethoden Größensysteme Fertigungmaßtabellen Gradierung von Standardformen	Erstellung von Schablonensätzen Erarbeitung von Optimierungslösungen	Interdependenzen zwischen Verarbeitung und Herstellkosten

**Bekleidungsdesign**

**Fachschule für Gestaltung**

Die staatlich geprüften Designerinnen und Designer...	SCHNITTE KONSTRUIEREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
	Verarbeitungsrichtlinien		
... entwickeln und optimieren Schnittbilder für die Produktion.	Schnittbildplanung Schnittbildoptimierung Materialbeschaffenheit (z. B. Muster, Struktur)	Erstellung von Schnittbildern	Nachhaltigkeit Umweltschutz Wirtschaftlichkeit

**4.3.10 Lernfeld 8: Methoden der Betriebswirtschaft anwenden (120h)**

Die staatlich geprüften Designerinnen und Designer...	METHODEN DER BETRIEBSWIRTSCHAFT ANWENDEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... bewerten die Auswirkungen von betrieblichen Entscheidungen auf die Kostenstrukturen des Unternehmens.	Kostenarten-, Kostenstellen- und Kostenträgerrechnung Kostenvergleichsrechnung	Erstellung des BAB I u. II (Betriebsabrechnungsbogen)	Interdependenz von betrieblichen Entscheidungen und Kosten
... wählen Geschäftspartner anhand aktueller Geschäftszahlen aus.	Inventar Bilanzstruktur und Gewinn und Verlustrechnung	Erstellung von Bilanzen	
... bewerten betriebliche Prozesse.	betriebliche Kennzahlen	Ermittlung und Erstellung von betrieblichen Kennzahlen	Kennzahlensysteme kennzahlenunterstützte Unternehmensführung
... verstehen Marketingziele und Marketingstrategien und deren betriebswirtschaftliche Grundsätze.	Arten von Zielen Vermarktungsstrategien SMART objectives	SWOT-Analyse	Interdependenzen von Unternehmenssituation, Produkt, Wettbewerbssituation Balanced Scorecard
... identifizieren unternehmensspezifische Zielgruppen und Absatzmärkte.	Marktuntersuchung: Markterkundung, Marktforschung (Marktanalyse/-beobachtung) Zielgruppen	Portfolioerstellung, Zielgruppenbestimmung	Marktformen Geschäftsumfeld
... <b>erarbeiten ein</b> unternehmensbezogenes Marketingkonzept.	Marketinginstrumente (Produkt- und Sortimentspolitik, Kommunikationspolitik, Preis- und Konditions politik, Distributionspolitik)	Erstellung eines Marketing-Mixes	Produktlebenszyklus Preisstrategien TQM
HINWEISE:	Um die für die Absolventen der Fachschulen angestrebten Positionen des mittleren Managements in Unternehmen der Bekleidungsindustrie ausfüllen zu können, bedarf es neben der bekleidungstechnischen Expertise auch betriebswirtschaftlich ausgerichteten Kompetenzen. Dem wird in diesem Lernfeld Rechnung getragen.		

**4.3.11 Lernfeld 9: Arbeitsdaten ermitteln und anwenden (40h)**

Die staatlich geprüften Designerinnen und Designer...	ARBEITSDATEN ERMITTELN UND ANWENDEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
...ermitteln Arbeitsdaten in Arbeitsprozessen sowie Arbeitssystemen und nutzen sie für die Planung und Steuerung.	Ist-Soll-Daten Ablauf- und Zeitdaten Prozesszeit Durchlaufzeit Vorgabezeit	Dokumentation von Arbeitsunterlagen	ganzheitliche Logistik
...kalkulieren ein Bekleidungsprodukt gemäß des VK-Preises für Groß- und Einzelhandel.	Auftragszeiten Belegungszeiten Fertigungslohnkosten Brutto-, Nettopreis Lohngruppen ERA	Warenkalkulationen	Gewinnmarge Tarifvertrag

## Bekleidungsdesign

## Fachschule für Gestaltung

## 4.3.12 Lernfeld 10: Trends analysieren (160h)

Die staatlich geprüften Designerinnen und Designer...	TRENDS ANALYSIEREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... erfassen des Zeitgeistes.	gesellschaftliche Strömungen und Entwicklungen technische Innovationen von Materialien und von Herstellungsprozessen Grundlagen des Designs Designgeschichte	Recherche in verschiedenen Medien	Übersicht über die am Markt befindlichen Tools zur Recherche und Anwendung
... analysieren und bewerten Profile international anerkannter Designer.	Silhouetten, Proportionen, Farben, Drucke Stoffe Stile, Tendenzen Einschlägige Informationsmedien		Zeitgeist und Tendenzen
... analysieren und bewerten von Couture.	Stoffe Verarbeitung Marktsegment Fachpresse Schauen		Ästhetik Kreativität
... erarbeiten und bewerten Farbkonzepte.	Farblehre Prinzipien der Farbgestaltung Farbsysteme Pantone Farbsystem Digital Colours Saisonale Farbkarten	Farbkonzepterstellung	Farbgefühl

**Bekleidungsdesign**

**Fachschule für Gestaltung**

Die staatlich geprüften Designerinnen und Designer...	TRENDS ANALYSIEREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... definieren aktuelle Modetendenzen und Stile.	Kostümgeschichte Subkulturen Ethnische Kulturen Bekleidung als Ausdruck sozialer Zugehörigkeit Modepresse	Analyse der Tendenzen Entwicklung von Visionen für künftige Kollektionen	Nachhaltigkeit und Ethik Dreiklang von Umwelt, Gesellschaft und Unternehmen
... erarbeiten Trendprognosen für Saisons.	Silhouettenwandel Materialtendenzen Zielgruppen Inspirationsquellen internationaler Designer Fachpresse	zielgruppenorientierte Aufbereitung der Informationen	Kreativität
... erkennen und analysieren einflussreicher Modeblogs.	Social Media: Fashion Blogs Influencer Definitionsansätze zur Bewertung saisonaler Tendenzen	Bewertung und Einordnung von Social Media	Netikette Digitale Ethik
... wenden Grundzüge der Design- und Kostümgeschichte an.	Kostümgeschichte Kunstgeschichte Soziale Funktion von Bekleidung Sprache der Mode	Einordnung von Mode / Bekleidung in den kulturellen Kontext	

## 5 Handhabung des Lehrplans

Die in Kapitel 3 theoretisch begründete strukturell-curriculare Rahmung impliziert einen anspruchsvollen kompetenzorientierten Unterricht. Um die darin gesetzten Vorgaben unterrichtswirksam zu machen, gilt es folgende Prämissen zu berücksichtigen:

- Moderner Fachschulunterricht ist *lernerorientiert*, d. h., dass alle zu planenden Unterrichtsprozesse sich primär an Lernprozessen ausrichten sollen, nicht an Lehrprozessen. Lernprozesse sollen einer kasuistisch-operativen Umsetzungslogik (handlungssystematisch) folgen, die von einer theoretisch-abstrakten Objektivierungslogik (fachsystematisch) ergänzt wird.
- Die Zielbildung in den Querschnitt-Lernfeldern erfolgt als Explikation der Lehrplan-Inhalte durch die *Beschreibung von Wissens- und Fertigungszielen*. Ihr Umfang und Anspruch bemisst sich aus deren jeweiliger Bedeutung für die korrespondierenden fachlich-methodischen Kompetenzen.
- Im Rahmen der beruflichen Lernfelder ist die Explikation von *beruflichen Handlungen* der curriculare Ausgangspunkt der Unterrichtsplanung. Damit wird von Anfang an geklärt, welches Wissen in welchen Handlungszusammenhängen von den Studierenden erworben werden soll. Die im Lehrplan vollzogene Beschreibung der Kompetenzen auf einem mittleren Niveau gilt es dabei in der konkreten Unterrichtskonzeption adäquat zu den jeweils vorliegenden Rahmenbedingungen und im jeweils aktuellen technisch-produktiven, gestalterischen oder betriebswirtschaftlichen Kontext zu konkretisieren.
- Die genaue Zusammenstellung eines unterrichtsrelevanten Gebildes aus Kompetenzen erfolgt über einen einschlägigen *Berufskontext*, welcher dann auch als übergreifende Lernsituation den Gesamtrahmen der jeweiligen Unterrichtseinheit bildet.
- Kompetenzerwerb setzt *Verständnisprozesse* voraus, welche durch eine *Problemorientierung* des Unterrichts ausgelöst werden. Je anspruchsvoller die Problemstellungen, desto höher das zu erreichende Kompetenz-Niveau.
- Kompetenzen im Sinne eines verstandenen Handelns erfordern einschlägiges Sach- und Prozesswissen mit entsprechendem Reflexionswissen mit unmittelbarem Bezug zu dessen *berufsspezifischer Nutzung*, daher soll sich der Kompetenzerwerb in *sinnvollen* Abschnitten zwischen kasuistisch-operativen Phasen (handlungssystematisch) und theoretisch-abstrakten Phasen (fachsystematisch) *wechselseitig ergänzen*.
- *Fachsystematische Lernprozesse* gehen von den Fachwissenschaften aus, beinhalten deren Systematiken und bilden damit ein anwendungsübergreifendes Gerüst für das berufliche Handeln. Sie sind zudem der Raum für die Auseinandersetzung mit den mathematisch-naturwissenschaftlichen bzw. gestalterischen Hintergründen. Lern-Reflexionen beziehen sich hier auf die Kategorien „Wissen“ (kognitive Reproduktion) und „Verstehen“ (kognitive Anwendung).
- *Handlungssystematische Lernprozesse* gehen von beruflichen Prozessen aus, beinhalten deren Eigenlogik und bilden damit anwendungsbezogene Ankerpunkte für das berufliche Handeln. Lernreflexionen beziehen sich hier auf die Kategorie „Können“ (operative Anwendung).
- *Lernerfolgsmessung* kann sich im Einzelnen auf „Wissen“, „Verständnis“ oder „Können“ beziehen, der Anspruch einer Kompetenzdiagnostik kann aber nur dann erfüllt werden, wenn alle drei oben genannten Komponenten *integrativ erhoben* werden, und mit den Zielkategorien *taxiert* werden.
- Der Erwerb sozial-kommunikativer Kompetenzen erfordert *kollektive Lernformen*, wird aber nicht allein durch diese gewährleistet. Entscheidend ist hier ein bewusster und re-

flektierter Kompetenzerwerb, daher sind sozial-kommunikative Kompetenz-Ziele den Studierenden zu kommunizieren, deren Erwerb zu thematisieren und zu reflektieren.

- Der Erwerb von Personalkompetenzen (bzw. Selbstkompetenzen) erfordert die Akzentuierung motivationaler, affektiver und strategisch-organisationaler Auseinandersetzungen der Studierenden mit sich und ihrem Lernen. Fachschulunterricht sollte daher das *Lernen als eigenständigen Lerngegenstand* begreifen und dies pädagogisch und methodisch angemessen umsetzen.

ENTWURF



## 6 Literaturverzeichnis

- Bader, R. (2004): Strategien zur Umsetzung des Lernfeld-Konzepts. In: bwp@ spezial 1
- BIFIE (Hrsg.). (2013). Standardisierte kompetenzorientierte Reifeprüfung. Reife- und Diplomprüfung. Grundlagen – Entwicklung – Implementierung. Unter Mitarbeit von H. Cesnik, S. Dahm, C. Dorninger, E. Dousset-Ortner, K. Eberharter, R. Fless-Klinger, M. Frebort, G. Friedl-Lucyshyn, D. Frötscher, R. Gleeson, A. Pinter, F. J., Punter, S. Reif-Breitwieser, E. Sattlberger, F. Schaffenrath, G. Sigott, H.-S. Siller, P. Simon, C. Spöttl, J. Steinfeld, E. Süß-Stepancik, I. Thelen-Schaefer & B. Zisser. Wien: Herausgeber.
- Chomsky, N. (1965). Aspects of the theory of syntax. Cambridge, Mass: M.I.T. Press.
- Erpenbeck, J. / Rosenstiel, L. / Grote S. / Sauter W. (2017): Handbuch Kompetenzmessung: Erkennen, verstehen und bewerten von Kompetenzen in der betrieblichen, pädagogischen und psychologischen Praxis. Stuttgart, Schäfer & Pöschel
- Euler, D. / Reemtsma-Theis, M. (1999): Sozialkompetenzen? Über die Klärung einer didaktischen Zielkategorie. In: Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik, Heft 2, S. 168 - 198.
- Klafki, W. (1964): Didaktische Analyse als Kern der Unterrichtsvorbereitung in: Roth, H. / Blumenthal, A. (Hrsg.): Grundlegende Aufsätze aus der Zeitschrift Die Deutsche Schule, Hannover 1964, S. 5 - 34.
- Lerch, S. (2013): Selbstkompetenz – eine neue Kategorie zur eigens gesollten Optimierung? Theoretische Analyse und empirische Befunde. In: REPORT 1/2013 (36. Jg.) S. 25 - 34.
- Mandl, H. / Friedrich H.F. (Hrsg.) (2005): Handbuch Lernstrategien. Göttingen, Hogrefe.
- Pittich, D. (2013). Diagnostik fachlich-methodischer Kompetenzen. Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag
- Siller, H.-S., Bruder, R., Hascher, T., Linnemann, T., Steinfeld, J., & Sattlberger, E. (2014). Stufung mathematischer Kompetenzen am Ende der Sekundarstufe II – eine Konkretisierung. In J. Roth & J. Ames (Hrsg.), Beiträge zum Mathematikunterricht 2014, Münster: WTM, S. 1135 - 1138.
- Tenberg, R. (2011): Vermittlung fachlicher und überfachlicher Kompetenzen in technischen Berufen. Theorie und Praxis der Technikdidaktik. Stuttgart: Steiner
- Volpert, W. (1980): Beiträge zur psychologischen Handlungstheorie. Bern: Huber.



# Lehrplan

## Zweijährige Fachschule für Technik

### FACHRICHTUNG BEKLEIDUNGSTECHNIK

BILDUNGSLAND  
Hessen 

Version C

Februar 2019

ENTWURF

Impressum

Hessisches Kultusministerium  
Luisenplatz 10, 65185 Wiesbaden  
Tel.: 0611 368-0  
Fax: 0611 368-2096

E-Mail: [poststelle@hkm.hessen.de](mailto:poststelle@hkm.hessen.de)  
Internet: [www.kultusministerium.hessen.de](http://www.kultusministerium.hessen.de)

## Inhaltsverzeichnis

1	Bedeutung der Fachschule für Technik in der Bildungslandschaft.....	4
2	Grundlegung für die Fachrichtung Bekleidungstechnik .....	6
3	Theoretische Grundlagen des Lehrplans .....	7
3.1	Sozial-kommunikative Kompetenzen .....	7
3.2	Personale Kompetenzen .....	8
3.3	Fachlich-methodische Kompetenzen .....	8
3.4	Zielkategorien.....	9
3.4.1	Beruflich akzentuierte Zielkategorien.....	10
3.4.2	Mathematisch akzentuierte Zielkategorien .....	12
3.5	Taxierung der Kompetenzen in drei Stufen .....	12
3.5.1	Taxonomietabelle für beruflich akzentuierte Zielkategorien.....	14
3.5.2	Taxonomietabelle für mathematisch akzentuierte Zielkategorien .....	15
3.6	Zusammenfassung.....	16
4	Organisation der Kompetenzen und Kenntnisse .....	17
4.1	Lernfelder .....	17
4.2	Stundentafel .....	19
4.3	Beruflicher Lernbereich .....	20
4.3.1	Mathematik (Querschnitt–Lernfeld) .....	20
4.3.2	Projektarbeit .....	22
4.3.3	Lernfeld 1: Methoden des Projektmanagements anwenden.....	23
4.3.4	Lernfeld 2: Branchentypische Software anwenden und betriebliche Daten managen .....	25
4.3.5	Lernfeld 3: Prinzipien der Produktentwicklung anwenden .....	27
4.3.6	Lernfeld 4: Betriebliche Abläufe organisieren .....	29
4.3.7	Lernfeld 5: Materialien analysieren, auswählen, prüfen und Qualität sichern.....	31
4.3.8	Lernfeld 6: Bekleidung rationell fertigen .....	33
4.3.9	Lernfeld 7: Schnitte konstruieren .....	35
4.3.10	Lernfeld 8: Methoden der Betriebswirtschaft anwenden.....	37
4.3.11	Lernfeld 9: Betriebliche Produktionsprozesse optimieren .....	39
4.3.12	Lernfeld 10: Auslandsfertigung koordinieren .....	40
5	Handhabung des Lehrplans .....	42
6	Literaturverzeichnis .....	44

## 1 Bedeutung der Fachschule für Technik in der Bildungslandschaft

Die Fachschulen sind Einrichtungen der beruflichen Weiterbildung und schließen an eine einschlägige berufliche Ausbildung an. Sie bieten die Möglichkeit zu beruflicher Weiterqualifizierung aus der Praxis für die Praxis und ermöglichen dabei das Erreichen der höchsten Qualifizierungsebene in der beruflichen Bildung.<sup>1</sup>

In der Rahmenvereinbarung der Kultusministerkonferenz zu Fachschulen wird zu Ausbildungsziel, Tätigkeitsbereichen und Qualifikationsprofil das Folgende festgestellt:

„Ziel der Ausbildung im Fachbereich Technik ist es, Fachkräfte mit einschlägiger Berufsausbildung und Berufserfahrung für die Lösung technisch-naturwissenschaftlicher Problemstellungen, für Führungsaufgaben im betrieblichen Management auf der mittleren Führungsebene sowie für die unternehmerische Selbstständigkeit zu qualifizieren.

Die Ausbildung orientiert sich an den Erfordernissen der beruflichen Praxis und befähigt die Absolventinnen/Absolventen, den technologischen Wandel zu bewältigen und die sich daraus ergebenden Entwicklungen der Wirtschaft mitzugestalten.

Der Umsetzung neuer Technologien – verbunden mit der Fähigkeit kostenbewusst zu handeln und Fremdsprachenkenntnisse anzuwenden – wird deshalb auf der Basis des fachrichtungsspezifischen Vertiefungswissens in der Ausbildung besonderer Wert beigemessen. Der Fähigkeit, Mitarbeiter/Mitarbeiterinnen anzuleiten, zu führen, zu motivieren und zu beurteilen – sowie der Fähigkeit zur Teamarbeit – kommen im Zusammenhang mit den speziellen fachlichen Kompetenzen große Bedeutung zu.

Die Absolventinnen/Absolventen müssen vor diesem Hintergrund in der Lage sein, im Team und selbstständig Probleme des entsprechenden Aufgabenbereiches zu erkennen, zu analysieren, zu strukturieren, zu beurteilen und Wege zur Lösung dieser Probleme in wechselnden Situationen zu finden.“<sup>2</sup>

Die Studierenden sollen in der beruflichen Aufstiegsfortbildung zum staatlich geprüften Techniker / zur staatlich geprüften Technikerin befähigt werden, betriebswirtschaftliche, technisch-naturwissenschaftliche sowie künstlerische Aufgaben zu bewältigen.

Die Fachschulen orientieren sich dabei nicht an Studiengängen, sondern am Stand der Technik sowie ihrer praktischen Anwendung und genießen dadurch einen hohen Stellenwert in der Erwachsenenbildung.

Die Studierenden erlernen und vertiefen in der Weiterbildung das selbständige Erkennen, Strukturieren, Analysieren und Beurteilen von Problemen des Berufsbereiches und deren Lösung. Sie lernen, Projekte mittels systematischen Projektmanagements zum Erfolg zu führen

Dabei liegt ein besonderes Augenmerk auf der Förderung des wirtschaftlichen Denkens und verantwortlichen Handelns in Führungspositionen und der damit verbundenen Fähigkeit zu konstruktiver Kritik und der Bewältigung von Konflikten.

---

<sup>1</sup>DQR Niveau 6

<sup>2</sup>Rahmenvereinbarung über Fachschulen; Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 07.11.2002 i.d.F. vom 02.06.2016 S.16

Nicht zuletzt vertiefen die Studierenden ihre Fähigkeiten, sprachlich sicher zu agieren, um in allen Kontexten des beruflichen Handelns bestehen zu können.

Die rasante Entwicklung digitaler Technologien und die damit einhergehenden, tiefgreifenden Veränderungen in der Wirtschaft, in Arbeitsprozessen und im Kommunikationsverhalten stellen auch neue Anforderungen an Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen. So ist auch der Tätigkeitsbereich der Techniker und Technikerinnen in vielen Bereichen durch zusätzliche Merkmale betroffen:

- Vernetzung der Infrastruktur sowie der gesamten Wertschöpfungskette,
- Erfassung, Transport, Speicherung und Auswertung großer Datenmengen,
- Echtzeitfähigkeit der Systeme,
- cyber-physische Systeme – intelligente, kommunikationsfähige und autonome Maschinen und Systeme,
- Verschmelzung von virtueller und realer Welt,
- Gewährleistung von Datensicherheit und Datenschutz.

Somit muss die klassische Trennung in prozess- und produktorientierte berufsspezifische Handlungsfelder zugunsten eines die Schnittstellen vernetzenden, stärker systemorientierten und unternehmerischen Handlungskontextes aufgelöst werden.<sup>3</sup>

Der Erwerb der dazu benötigten Kompetenzen muss, auch wenn sie in den Lernfeldmatrizen nicht explizit aufgeführt sein sollten, durch die unterrichtliche Umsetzung in den Fachschulen für Technik ermöglicht werden.

---

<sup>3</sup> Kompetenzorientiertes Qualifikationsprofil zur Integration der Thematik „Industrie 4.0“ in die Ausbildung an Fachschulen für Technik (Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 24.11.2017)

## 2 Grundlegung für die Fachrichtung Bekleidungstechnik

Mit ca. 32 Milliarden Euro Umsatz ist die Textil- und Bekleidungsindustrie die zweitgrößte Konsumgüterbranche Deutschlands und beschäftigt mit etwa 1.400 Unternehmen heute mehr als 132.000 Mitarbeitende in Deutschland. Das macht diese Industrie zu einer wesentlichen Säule der deutschen Industrie.

Die Weiterqualifizierung von kompetenten Nachwuchskräften nach der beruflichen Erstausbildung und erster Berufserfahrung ist ein unabdingbares Muss für die Branche, die zunehmend unter Nachwuchsmangel leidet.

Die für die Herstellung und Vermarktung von Bekleidung notwendigen betrieblichen Prozesse sind hoch komplex und vielfältig. Daraus entstehen für staatlich geprüfte Technikerinnen und Techniker der Fachrichtung Bekleidungstechnik eine Vielzahl von Einsatzmöglichkeiten.

Insbesondere der rasante Wandel und die Vielfalt in der Mode stellen erhebliche Anforderungen an in der Bekleidungsbranche arbeitende Menschen. Durch die starke internationale Ausrichtung und die in das Ausland verlagerten Fertigungsstätten sehen sich die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker Fachrichtung Bekleidungstechnik täglich großen Herausforderungen, insbesondere im Bereich Logistik, Qualitätssicherung und Kommunikation gegenübergestellt.

Die Aufgaben und Tätigkeiten für Technikerinnen und Techniker der Fachrichtung Bekleidungstechnik liegen in den Handlungsbereichen Produktionstechnik, Organisation und Personalführung.

Um den vielfältigen und anspruchsvollen Aufgaben innerhalb der Handlungsfelder gerecht zu werden, muss das berufliche Handeln der Technikerinnen und Techniker bestimmt sein durch ein methodengeleitetes Vorgehen sowie die permanente Reflexion der jeweiligen Bedingungen und Konsequenzen.

Technikerinnen und Techniker der Fachrichtung Bekleidungstechnik verfügen über die Befähigung zur Beurteilung der ökonomischen, ökologischen und gesellschaftlichen Bedingungen von Technik sowie über die Bereitschaft zur human-, sozial- und umweltverträglichen Technikgestaltung. Neben der Fachkompetenz sind ausgeprägte soziale und kommunikative Fähigkeiten die Voraussetzung für die verantwortliche Mitarbeit in aufgaben- bzw. projektbezogenen Teams und für die Wahrnehmung von Führungsaufgaben.

Die Kooperation mit internationalen Geschäftspartnern erfordert eine zielgerichtete Kommunikation, die sich auf Fremdsprachenkompetenz, interkulturelles Verständnis, Informationskompetenz und die Kenntnis nationaler beruflicher Gegebenheiten stützt. Bedingt durch die Globalisierung stellen Technikerinnen und Techniker ein wichtiges Bindeglied zwischen Heimatbetrieb und ausländischen Produktionsstandorten dar.

Technikerinnen und Techniker der Fachrichtung Bekleidungstechnik kooperieren mit verschiedenen Abteilungen und Prozessabschnitten ihres Unternehmens. Sie planen und überwachen Produktionsabläufe, koordinieren den Personaleinsatz in ihrem Verantwortungsbereich und sorgen für die Einhaltung von Terminen und Kostenvorgaben. Sie wirken bei der Entwicklung und Durchsetzung von Qualitätsrichtlinien mit und führen in allen Phasen des Produktionsprozesses Qualitätskontrollen durch. Im Bereich Marketing und Produktmanagement sondieren und analysieren sie Märkte und Zielgruppen, erarbeiten Ab-

satzstrategien und wirken bei der Konzeption von Werbekampagnen mit. Sie sind Impulsgeber für Innovationen. Sie begleiten und unterstützen Entwicklungsprozesse und stellen sich den Herausforderungen der Kunden und des Marktes. Sie arbeiten ziel- und ergebnisorientiert an Problemlösungen und sind mitverantwortlich für die Umsetzung von Konzepten auch unter dem Aspekt der sozialen und ökologischen Verantwortung. Sie bewältigen die sich stetig verändernden Arbeitsaufgaben in fließenden Arbeitsprozessen mit Kooperationsnetzwerken.

Nicht zuletzt ergeben sich durch die zunehmende Digitalisierung (Industrie 4.0) Veränderungen in der Branche, die die Technikerinnen und Techniker tragen und gestalten.

### 3 Theoretische Grundlagen des Lehrplans

Der vorliegende Lehrplan für Fachschulen in Hessen orientiert sich am aktuellen Anspruch beruflicher Bildung, Menschen auf Basis eines umfassenden Verständnisses handlungsfähig zu machen, also ihnen nicht alleine Wissen oder Qualifikationen, sondern Kompetenzen zu vermitteln. Eine im deutschsprachigen Raum anerkannte Grunddefinition von Kompetenz basiert auf dem US-amerikanischen Sprachwissenschaftler NOAM CHOMSKY, der diese als *Disposition zu einem eigenständigen, variablen Handeln* beschreibt (CHOMSKY, 1965). Das Kompetenzmodell von JOHN ERPENBECK und LUTZ VON ROSENSTIEL präzisiert dieses Basiskonzept, indem es sozial-kommunikative, personale und fachlich-methodische Kompetenzen unterscheidet (ERPENBECK, ROSENSTIEL, GROTE, SAUTER, 2017, S. XXI ff).

#### 3.1 Sozial-kommunikative Kompetenzen

Sozial-kommunikative Kompetenzen sind Dispositionen, kommunikativ und kooperativ selbstorganisiert zu handeln, d. h. sich mit anderen kreativ auseinander- und zusammensetzen, sich gruppen- und beziehungsorientiert zu verhalten, und neue Pläne, Aufgaben und Ziele zu entwickeln.

Diese werden im Kontext beruflichen Handelns nach EULER & REEMTSMA-THEIS (1999) konkretisiert und differenziert in einen (a) agentiven Schwerpunkt, einen (b) reflexiven Schwerpunkt und (c) deren Integration:

Zu (a): Fähigkeit zur Artikulation und Interpretation von verbalen und nonverbalen Äußerungen auf der Sach-, Beziehungs-, Selbstkundgabe- und Absichtsebene und Fähigkeit zur Artikulation und Interpretation von verbalen und nonverbalen Äußerungen im Rahmen einer Meta-Kommunikation auf der Sach-, Beziehungs-, Selbstkundgabe- und Absichtsebene.

Zu (b): Fähigkeit zur Klärung der Bedeutung und Ausprägung der situativen Bedingungen, insbesondere von zeitlichen und räumlichen Rahmenbedingungen der Kommunikation, 'Nachwirkungen' aus vorangegangenen Ereignissen, der sozialen Erwartungen an die Gesprächspartner, der Wirkungen aus der Gruppenzusammensetzung (jeweils im Hinblick auf die eigene Person sowie die Kommunikationspartner), Fähigkeit zur Klärung der Bedeutung und Ausprägung der personalen Bedingungen, insbesondere der emotionalen Befindlichkeit (Gefühle) der normativen Ausrichtung (Werte), der Handlungsprioritäten (Ziele), der fachlichen Grundlagen (Wissen), des Selbstkonzepts ('Bild' von der Person), (jeweils im Hinblick auf die eigene Person sowie die Kommunikationspartner), Fähigkeit



zur Klärung der Übereinstimmung zwischen den äußeren Erwartungen an ein situationsgerechtes Handeln und den inneren Ansprüchen an ein authentisches Handeln.

Zu (c): Fähigkeit und Sensibilität, Kommunikationsstörungen zu identifizieren, und die Bereitschaft, sich mit ihnen (auch reflexiv) auseinanderzusetzen. Fähigkeit, reflexiv gewonnene Einsichten und Vorhaben in die Kommunikationsgestaltung einbringen und (ggf. unter Zuhilfenahme von Strategien der Handlungskontrolle) umsetzen zu können.

### 3.2 Personale Kompetenzen

Personale Kompetenzen sind Dispositionen, sich selbst einzuschätzen, produktive Einstellungen, Werthaltungen, Motive und Selbstbilder zu entwickeln, eigene Begabungen, Motivationen, Leistungsvorsätze zu entfalten und sich im Rahmen der Arbeit und außerhalb kreativ zu entwickeln und zu lernen.

LERCH (2013) bezeichnet personale Kompetenzen in Orientierung an aktuellen bildungswissenschaftlichen Konzepten auch als Selbstkompetenzen und unterscheidet dabei motivational-affektive Komponenten wie Selbstmotivation, Lern- und Leistungsbereitschaft, Sorgfalt, Flexibilität, Entscheidungsfähigkeit, Eigeninitiative, Verantwortungsfähigkeit, Zielstrebigkeit, Selbstvertrauen, Selbstständigkeit, Hilfsbereitschaft, Selbstkontrolle und Anstrengungsbereitschaft und strategisch-organisatorische Komponenten wie Selbstmanagement, Selbstorganisation, Zeitmanagement sowie Reflexionsfähigkeit. Hier sind auch sogenannte Lernkompetenzen (MANDL & FRIEDRICH, 2005) als jene personalen Kompetenzen einzuordnen, welche auf die eigenständige Organisation und Regulation des Lernens ausgerichtet sind.

### 3.3 Fachlich-methodische Kompetenzen

Fachlich-methodische Kompetenzen sind Dispositionen einer Person, bei der Lösung von sachlich-gegenständlichen Problemen geistig und physisch selbstorganisiert zu handeln, d. h. mit fachlichen und instrumentellen Kenntnissen, Fertigkeiten und Fähigkeiten kreativ Probleme zu lösen, Wissen sinnorientiert einzuordnen und zu bewerten; das schließt Dispositionen ein, Tätigkeiten, Aufgaben und Lösungen methodisch selbstorganisiert zu gestalten, sowie die Methoden selbst kreativ weiterzuentwickeln.

Fachlich-methodische Kompetenzen sind – im Sinne von ERPENBECK, ROSENSTIEL, GROTE, UND SAUTER (2017, S.XXI ff) – durch die Korrespondenz konkreter Handlungen und spezifischem Wissen beschreibbar. Wenn bekannt ist, was ein Mensch als Folge eines Lernprozesses können soll und auf welcher Wissensbasis dieses Können abgestützt sein soll, um ein eigenständiges und variables Handeln zu ermöglichen, kann sehr gezielt ein Unterricht geplant und gestaltet werden, der solche Kompetenzen integrativ vermittelt und eine Diagnostik entwickelt, mit welcher diese überprüft werden können. Im vorliegenden Lehrplan werden somit fachlich-methodische Kompetenzen als geschlossene Sinneinheiten aus Können und Wissen konkretisiert. Das Können wird dabei in Form einer beruflichen Handlung beschrieben, das Wissen in drei eigenständigen Kategorien auf mittlerem Konkretisierungsniveau spezifiziert: (a) Sachwissen, (b) Prozesswissen und (c) Reflexionswissen (PITTICH, 2013).

Zu (a): Sachwissen umfasst ein *anwendungs- und umsetzungsunabhängiges Wissen* über Dinge, Gegenstände, Geräte, Abläufe, Systeme etc. Es ist Teil fachlicher Systematiken und daher sachlogisch-hierarchisch strukturiert, wird durch assoziierendes Wahrnehmen, Verstehen und Merken erworben und ist damit die *gegenständliche Voraussetzung für ein*

*eigenständiges, selbstreguliertes Handeln.* Beispiele: Aufbau eines Temperatursensors, Bauteile eines Kompaktreglers, Funktion eines Kompaktreglers, Aufbau einer Speicherprogrammierbaren Steuerung, Programmiersprache einer Speicherprogrammierbaren Steuerung, Struktur des Risikomanagement-Prozesses, EFQM-Modell.

Zu (b): Prozesswissen umfasst ein *anwendungs- und umsetzungsabhängiges Wissen* über berufliche Handlungssequenzen. Prozesse können auf drei verschiedenen Ebenen stattfinden, daher hat Prozesswissen entweder eine Produktdimension (Handhabung von Werkzeug, Material etc.), eine Aufgabendimension (Aufgaben-Typus, -Abfolgen etc.) oder eine Organisationsdimension (Geschäftsprozesse, Kreisläufe etc.). Prozesswissen ist immer Teil handlungsbezogener Systematiken und daher prozesslogisch-multizyklisch strukturiert, wird durch zielgerichtetes und feedback-gesteuertes Tun erworben und ist damit *funktionale Voraussetzung für ein eigenständiges, selbstreguliertes Handeln.* Beispiele: Kalibrierung eines Temperatursensors, Bedienung eines Kompaktreglers, Umgang mit der Programmierumgebung einer speicherprogrammierbaren Steuerung, Umsetzung des Risikomanagements, Handhabung einer EFQM-Zertifizierung.

Zu (c): Reflexionswissen umfasst ein *anwendungs- und umsetzungsunabhängiges Wissen*, welches hinter dem zugeordneten Sach- und Prozesswissen steht. Als konzeptuelles Wissen bildet es die theoretische Basis für das vorgeordnete Sach- und Prozesswissen und steht damit diesen gegenüber auf einer Meta-Ebene. Mit dem Reflexionswissen steht und fällt der Anspruch einer Kompetenz (und deren Erwerb). Seine Bestimmung erfolgt im Hinblick auf a) das unmittelbare Verständnis des Sach- und Prozesswissens (Erklärungsfunktion), b) die breitere wissenschaftliche Abstützung des Sach- und Prozesswissens (Fundierungs-Funktion), c) die Relativierung des Sach- und Prozesswissens im Hinblick auf dessen berufliche Flexibilisierung und Dynamisierung (Transfer-Funktion). Umfang und Tiefe des Reflexionswissens werden ausschließlich so bestimmt, dass diesen drei Funktionen Rechnung getragen wird.

In der Trias dieser drei Wissenskategorien besteht ein bedeutsamer Zusammenhang: Das Sachwissen muss am Prozesswissen anschließen und umgekehrt, das Reflexionswissen muss sich auf die Hintergründe des Sach- und Prozesswissens eingrenzen. D. h., dass die hier anzuführenden Wissensbestandteile nur dann kompetenzrelevant sind, wenn sie innerhalb des hier eingrenzenden Handlungsrahmens liegen. Eine Teilkompetenz ist somit das Aggregat aus einer beruflichen Handlung und dem damit korrespondierenden Wissen:

Teilkompetenz			
Berufliche Handlung	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen

Innerhalb der einzelnen Lernfelder sind die einbezogenen Teilkompetenzen nicht zufällig angeordnet, gegenteilig folgen sie einem generativen Ansatz. D. h., dass die jeweils nachfolgende Teilkompetenz den Erwerb der vorausgehenden voraussetzt. Somit gelten innerhalb eines Lernfeldes alle Wissensaspekte, die in den vorausgehenden Teilkompetenzen konkretisiert wurden. Damit wird der Tatsache Rechnung getragen, dass Kompetenzen in einer sachlogischen Abfolge aufgebaut werden, dabei aber vermieden, dass innerhalb der Wissenszuordnungen der Teilkompetenzen nach unten zunehmend Redundanzen dargestellt werden.

### 3.4 Zielkategorien

Alle im Lehrplan aufgeführten Ziele lassen sich den folgenden Kategorien zuordnen:

1. Beruflich akzentuierte Zielkategorien: Kommunizieren & Kooperieren, Darstellen & Visualisieren, Informieren & Strukturieren, Planen & Projektieren, Entwerfen & Entwickeln, Realisieren & Betreiben und Evaluieren & Optimieren.
2. Mathematisch akzentuierte Zielkategorien: Operieren, Modellieren und Argumentieren.

Diese Kategorisierung soll in beruflicher Ausrichtung den Lehrplan mit dem Konzept der vollständigen Handlung (VOLPERT, 1980) hinterlegen, in mathematischer Ausrichtung mit dem O-M-A-Konzept (SILLER ET AL. 2014). Damit wird zum einen eine theoretisch abgestützte Differenzierung der vielfältigen Ziele beruflicher Lehrpläne erreicht, zum anderen die strukturelle Basis für eine nachvollziehbare und handhabbare Taxierung hergestellt.

### 3.4.1 Beruflich akzentuierte Zielkategorien

#### Kommunizieren und Kooperieren

Zum Kommunizieren gehören die schriftliche und mündliche Darlegung technischer, gestalterischer und betriebswirtschaftlicher Sachverhalte sowie die Führung einer Diskussion oder eines Diskurses über Problemstellungen unter Nutzung der erforderlichen Fachsprache. Das Spektrum der Zielkategorie reicht von einfachen Erläuterungen über fachlich fundierte Argumentation bis hin zur fachlichen Bewertung und Begründung technischer bzw. gestalterischer Zusammenhänge und Entscheidungen. Dabei sind die Sachverhalte und Problemstellungen inhaltlich klar, logisch strukturiert und anschaulich aufzubereiten. Der sachgemäße Gebrauch von Kommunikationsmedien und Kommunikationsplattformen sowie die Kenntnis der Kommunikationswege ermöglichen effektive Teamarbeit. Nicht zuletzt sind in diesem Zusammenhang der angemessene Umgang mit interkulturellen Aspekten sowie fremdsprachliche Kenntnisse erforderlich.

Kooperation ist eine wesentliche Voraussetzung zur Lösung komplexer Problemstellungen. Notwendig für erfolgreiche Kooperation ist Klarheit über die Gesamtzielsetzung, über die Teilziele, über die Schnittstellen und Randbedingungen sowie über die Arbeitsteilung und die Stärken und Schwächen aller Kooperationspartner. Um erfolgreich zu kooperieren, ist es erforderlich, die eigene Person und Leistung als Teil eines Ganzen zu sehen und einem gemeinsamen Ziel unterzuordnen. Auftretende Konflikte müssen respektvoll und sachbezogen gelöst werden.

#### Darstellen und Visualisieren

Diese Zielkategorie umfasst das Darstellen und Illustrieren technischer, gestalterischer und betriebswirtschaftlicher Sachverhalte, insbesondere das 'Übersetzen' abstrakter Daten und dynamischer Prozesse in fachgerechte Tabellen, Zeichnungen, Skizzen, Diagramme und weitere grafische Formen sowie beschreibende und erläuternde Texte. Dazu gehört es, geeignete Medien zur Visualisierung zu wählen, Sachverhalte, Problemstellungen und Lösungsvarianten in Dokumenten und Präsentationen darzustellen und zu erläutern. Ferner sind bei der Erstellung von Dokumenten die geltenden Normen und Konventionen zu beachten.

#### Informieren und Strukturieren

Das Internet bietet Information in großer Fülle zu vielen technischen, gestalterischen und betriebswirtschaftlichen Sachverhalten. Weitere Informationsquellen sind die wissenschaftliche Literatur und Dokumente aus den Betrieben und der Industrie sowie Experten und Kollegen. Sich umfassend und objektiv zu informieren stellt unter dieser Vielfalt eine grundsätzliche und wichtige Kompetenz dar. Die Studierenden sollen die Fähigkeit erwer-

ben, zu Sachverhalten und Problemstellungen wichtige Informationsquellen zu benennen, sowie die Glaubwürdigkeit und Seriosität dieser Quellen anhand belastbarer Kriterien zu bewerten. Das Spektrum dieser Zielkategorie beinhaltet ferner die korrekte und sachgerechte Verwendung von Zitaten und die Beachtung von Persönlichkeitsrechten. Mit dem Informationserwerb geht die Strukturierung der Informationen durch zielgerechtes Auswählen, Zusammenfassen und Aufbereiten einher.

### **Planen und Projektieren**

Diese Zielkategorie beinhaltet die wesentlichen Fertigkeiten und Kenntnisse, um komplexere und umfangreichere Aufgaben- oder Problemstellungen inhaltlich wie auch zeitlich zu strukturieren, mit Qualitätssicherungsmaßnahmen zu belegen und die Kosten und Ressourcen zu kalkulieren und zu bewerten. Im Detail gehören dazu die Fähigkeiten, überprüfbare Kriterien und Planungsziele zu definieren und deren Umsetzung zu planen und zu kontrollieren. Die zeitliche und inhaltliche Gliederung der Aufgaben ist zu Zwecken der Kontrolle und Steuerung, der Kooperation und Visualisierung durch eine begründete Wahl von Projektmethoden und Werkzeugen sicherzustellen.

### **Entwerfen und Entwickeln**

Das Entwerfen ist die zielgerichtete geistige und kreative Vorbereitung eines später zu realisierenden Produktes. Dieses Produkt kann beispielsweise ein Modell, eine Kollektion, eine Vorrichtung, eine Schaltung, eine Baugruppe, ein Steuerungsprogramm oder auch ein Regelkreis sein. Das Ergebnis dieses Prozesses – der Entwurf – wird in Form von Texten, Zeichnungen, Grafiken, (Näh-) Proben, Schnittmustern, Schaltplänen, Modellen oder Berechnungen dokumentiert.

Entwickeln ist die zielgerichtete Konkretisierung eines Entwurfs oder Verbesserung eines bestehenden Produktes oder technischen Systems. Dabei bilden die Studierenden in Schritten stufenweise Detaillösungen zu den Problemstellungen ab. Die Kenntnis über Kreativitätstechniken, Analyse- und Berechnungsmethoden sowie deren fachspezifischen Anwendungen spielen in diesem Entwicklungsprozess eine zentrale Rolle.

### **Realisieren und Betreiben**

Neben dem eigentlichen Umsetzen des Entwurfs (z. B. Prototyp, Nullserie, Testanlage) geht es hier um die Inbetriebnahme, das Einbinden des Produktes in die Produktumgebung, das Messen und Prüfen der realisierten Komponenten und Modelle, die konkrete Fertigung, auch in Form einer Serie, die Integration einer Software in ein System, die Integration von Software und Hardware oder das Testen einer implementierten Software oder eines Verfahrens möglichst unter Realbedingungen. Dabei können auch geeignete Simulationsverfahren zum Einsatz kommen. Gewonnene Erkenntnisse können auf neue Problemstellungen transferiert werden. Damit ein technisches System dauerhaft funktioniert, sind ggf. Instandhaltungsmaßnahmen rechtzeitig, bedarfsgerecht und geplant unter Berücksichtigung der Wirtschaftlichkeit des gesamten Systems durchzuführen.

### **Evaluieren und Optimieren**

Im Interesse der Qualitätssicherung ist ein stetiges Reflektieren, Evaluieren und Optimieren erforderlich. Sowohl bei überschaubaren Arbeitspaketen als auch bei ganzen Projekten ist hinsichtlich der eingesetzten Methoden, Ressourcen, Kosten und erbrachten Ergebnisse zu klären: Was hat sich bewährt, was sollte bei der nächsten Gelegenheit wie verbessert werden (Lessons Learned)?

Die Kenntnis und Anwendung spezieller Methoden der Reflektion und Evaluation mit der dazugehörigen Datenerfassung und Auswertung sind in dieser Zielkategorie essenziell.

Jeder Prozess oder jede Anlage bedarf eines kontinuierlichen Verbesserungsprozesses (KVP). Dafür sind spezielle Kompetenzen notwendig, die die Datenerfassung, die Datenauswertung zur Identifikation von Verbesserungspotential und die Entscheidung für Maßnahmen unter Berücksichtigung von Effektivität und Effizienz ermöglichen.

Zur Bewältigung zukünftiger Herausforderungen im Privaten wie Beruflichen ist es wichtig, sich selbstbestimmt und selbstverantwortlich neuen Lerninhalten und Lernzielen zu stellen. Die Studierenden sollen deshalb unterschiedliche Lerntechniken kennen und anwenden sowie über das Reflektieren des eigenen Lernverhaltens in die Lage versetzt werden, ihren Lernprozess aus der Perspektive des lebenslangen Lernens bewusst und selbstständig zu gestalten und zu fördern.

### 3.4.2 Mathematisch akzentuierte Zielkategorien

Den mathematisch akzentuierten Zielkategorien werden die Handlungsdimensionen „Operieren“, „Modellieren“ und „Argumentieren“ (kurz: O-M-A) zu Grunde gelegt, welche sich nach SILLER ET. AL (2014) zum einen an grundlegenden mathematischen Tätigkeiten und zum anderen an den fundamentalen Ideen der Mathematik orientieren.

Die Dimension *Operieren* bezieht sich auf „die Planung sowie die korrekte, sinnvolle und effiziente Durchführung von Rechen- oder Konstruktionsabläufen und schließt z. B. geometrisches Konstruieren oder (...) das Arbeiten mit bzw. in Tabellen und Grafiken mit ein“ (BIFIE, 2013, S. 21).

Die Dimension *Modellieren* ist darauf ausgerichtet „in einem gegebenen Sachverhalt die relevanten mathematischen Beziehungen zu erkennen (...), allenfalls Annahmen zu treffen, Vereinfachungen bzw. Idealisierungen vorzunehmen und Ähnliches“ (BIFIE, 2013, S. 21).

Die Dimension *Argumentieren* fokussiert „eine korrekte und adäquate Verwendung mathematischer Eigenschaften, Beziehungen und Regeln sowie der mathematischen Fachsprache“ (BIFIE, 2013, S. 22).

### 3.5 Taxierung der Kompetenzen in drei Stufen

Die Qualität einer fachlich-methodischen Kompetenz kann nicht anhand einzelner Wissenskomponenten bemessen werden. Entscheidend ist hier vielmehr der Freiheitsgrad des Handlungsraums, in dem sie eingebettet ist. Nicht diejenigen, die hier in einzelnen Facetten das breiteste Wissen nachweisen können, sind die Kompetentesten, sondern diejenigen, deren Handlungsfähigkeit im einschlägigen Kontext am weitesten reicht. Hier lassen sich theoriebasiert drei Handlungsqualitäten unterscheiden:

Qualität 1 (linear-serielle Struktur):

Start und Ziel eindeutig, Umsetzung durch „reflektiertes Abarbeiten“ (Abfolgen).

Qualität 2 (zyklisch-verzweigte Struktur):

Start und Ziel eindeutig, Umsetzung durch das koordinierte Abarbeiten mehrerer Abfolgen und damit zusammenhängenden Auswahlentscheidungen (Algorithmen).

Qualität 3 (mehrschichtige Struktur):

Ziel und Start müssen definiert werden, Umsetzung durch Antizipieren tragfähiger Algorithmen bzw. deren Erprobung und reflektierter Kombination (Heuristiken).

Es ist erkennbar, dass die jeweils höhere Qualität die der vorausgehenden integriert. Handeln auf Ebene des Algorithmus bedingt die Beherrschung der darin zu vollziehenden Abfolgen, Handeln auf Heuristik-Ebene bedingt die Beherrschung der darin zu vollziehenden Algorithmen. Für die Qualität 1 ist daher Reflexionswissen funktional nicht erforderlich, trotzdem ist es für Lernende bedeutsam, da ein Verständnislernen immer interessanter und motivierender ist als ein rein funktionalistisches Lernen. Für Qualität 2 ist moderates Reflexionswissen erforderlich, da hier schon Entscheidungen eigenständig getroffen werden müssen. Mit dem Anspruchsniveau der erforderlichen Entscheidungen steigt der Bedarf an Reflexionswissen. Qualität 3 kann nur umgesetzt werden, wenn über das Reflexionswissen der Stufe 2 hinaus weiteres Reflexionswissen verfügbar ist, welche neben, hinter oder über diesem steht. Um komplexe Probleme zu lösen, sind kognitive Freiheitsgrade erforderlich, die nur mit einem entsprechend tiefen Verständnis der jeweiligen Zusammenhänge erreicht werden können.

Diese Handlungsqualitäten können für den Lehrplan als Kompetenzstufen genutzt werden, denn sie repräsentieren Kompetenz-Unterschiede, welche nicht auf einem Kontinuum darstellbar sind, sondern sich in diskreten Qualitäten ausdrücken. Um die in den Lernfeldern aufgelisteten Kompetenz-Beschreibungen nicht zu überladen, wird im vorliegenden Lehrplan nicht jede einzelne Kompetenz in den drei Niveaustufen konkretisiert. Vielmehr erfolgt dies entlang der beruflichen und mathematischen Zielkategorien.

## 3.5.1 Taxonomietabelle für beruflich akzentuierte Zielkategorien

Zielkategorien	Stufe I (Abfolge)	Stufe II (Algorithmus)	Stufe III (Heuristik)
<b>Kommunizieren &amp; Kooperieren</b>	Mitteilen und Annehmen von Informationen, koagierend zusammenarbeiten	an konstruktiven, adaptiven Gesprächen teilnehmen, kooperierend zusammenarbeiten	komplexe bzw. konfliktäre Gespräche führen, Kooperationen gestalten und steuern, Konflikte lösen
<b>Darstellen &amp; Visualisieren</b>	Präsentieren von klaren Gegenständlichkeiten, Fakten, Strukturen, Details	Präsentieren von eindeutigen Zusammenhängen und Funktionen mittels geeignet ausgewählter Darstellungsformen	Präsentieren und Dokumentieren komplexer Zusammenhänge und offener Sachverhalte mittels geeigneter Werkzeuge und Methoden
<b>Informieren &amp; Strukturieren</b>	Handhaben von Informationsmaterialien, Finden und Ordnen von Informationen	Finden einschlägiger Informationsmaterialien, Verifizieren, Selektieren und Ordnen von Informationen	Umsetzen offener Informationsbedarfe, von der Quellensuche bis zur strukturierten Information
<b>Planen &amp; Projektieren</b>	Problemstellungen inhaltlich strukturieren und zeitlich gliedern	routinenaher Projekte inhaltlich strukturieren und zeitlich gliedern	komplexe Projekte inhaltlich strukturieren und zeitlich gliedern unter Beachtung verfügbarer Ressourcen
<b>Entwerfen &amp; Entwickeln</b>	Umsetzen einfacher Ideen in Skizzen, Plänen oder konkreten Lösungen	Abgleichen konkurrierender Ideen, Umsetzen in Skizzen, Plänen oder konkreten Lösungen	Integration einzelner Ideen zu einer Gesamtlösung, Umsetzen in Skizzen, Plänen oder konkreten Lösungen
<b>Realisieren &amp; Betreiben</b>	Aktivieren und Kontrollieren serieller Prozesse	Aktivieren und Regulieren zyklischer Prozesse	Abstimmen, Aktivieren und Modulieren mehrschichtiger Prozesse
<b>Evaluieren &amp; Optimieren</b>	Bewerten entlang eines standardisierten Rasters, Umsetzen unmittelbarer Konsequenzen	Bewerten entlang eines offenen Rasters, Herleiten und Umsetzen von adäquaten Konsequenzen	Bewerten in Anwendung eigenständiger Kategorien, Herleiten und Umsetzen von adäquaten Konsequenzen

## 3.5.2 Taxonomietabelle für mathematisch akzentuierte Zielkategorien

Zielkategorien	Stufe I (Abfolge)	Stufe II (Algorithmus)	Stufe III (Heuristik)
<b>mathematisches Operieren</b>	Anwenden eines gegebenen bzw. vertrauten Verfahrens im Sinne eines Abarbeitens bzw. Ausführens	Abarbeiten und Ausführen mehrschrittiger Verfahren ggf. durch Rechneinsatz und Nutzung von Kontrollmöglichkeiten	Erkennen, ob ein bestimmtes Verfahren auf eine gegebene Situation passt, das Verfahren anpassen und ggf. weiterentwickeln
<b>mathematisches Modellieren</b>	Durchführen eines Darstellungswechsels zwischen Kontext und mathematischer Repräsentation Verwenden vertrauter und direkt erkennbarer Standardmodelle zur Beschreibung einer vorgegebenen (mathematisierter) Situation	Beschreiben vorgegebener (mathematisierter) Situation durch mathematische Standardmodelle bzw. mathematische Zusammenhänge Erkennen und Setzen von Rahmenbedingungen zum Einsatz von mathematischen Standardmodellen Anwenden von Standardmodellen auf neuartige Situationen Finden einer Passung zwischen geeigneten mathematischen Modellen und realen Situationen	komplexe Modellierung einer vorgegebenen Situation Reflektieren der Lösungsvarianten bzw. der Modellwahl Beurteilen der zugrunde gelegten Lösungsverfahren
<b>mathematisches Argumentieren</b>	einfache fachsprachliche Begründungen ausführen; das Zutreffen eines Zusammenhangs oder Verfahrens bzw. die Passung eines Begriffes auf eine gegebene Situation prüfen	mehrschrittige mathematische Standard-Argumentationen durchführen und beschreiben Nachvollziehen und Erläutern von mathematischen Begriffen, Sätzen, Verfahren, Darstellungen, Argumentationsketten und Kontexten fachlich und fachsprachlich korrekte Erklärung von einfachen mathematischen Sachverhalten, Resultaten und Entscheidungen	mathematische Argumentationen prüfen bzw. vervollständigen eigenständige Argumentationsketten aufbauen



### 3.6 Zusammenfassung

Das hier zugrundeliegende Kompetenzmodell schließt drei Kompetenzklassen nach ER-PENBECK, ROSENSTIEL, GROTE, SAUTER (2017, XXI ff.) ein: Sozial-kommunikative Kompetenzen, personale Kompetenzen (bzw. Selbstkompetenzen) und fachlich-methodische Kompetenzen.

Sozial-kommunikative Kompetenzen werden nach EULER & REEMTSMA-THEIS (1999) in einen agentiven Schwerpunkt, einen reflexiven Schwerpunkt und deren Integration unterteilt. Personale Kompetenzen (bzw. Selbstkompetenzen) werden nach LERCH (2013) in motivational-affektive und strategisch-organisatorische Komponenten unterschieden. Für diese beiden Kompetenzklassen sieht der Lehrplan keine weitere Detaillierung vor, da die Entwicklung überfachlicher Kompetenzen – durch deren enge Verschränkung mit der persönlichen Entwicklung des Individuums – deutlich anderen Gesetzmäßigkeiten unterliegt als die Entwicklung fachlich-methodischer Kompetenzen. Eine Anregung und Unterstützung in der Entwicklung überfachlicher Kompetenzen durch den Fachschulunterricht kann daher auch nicht entlang einer jahresplanmäßigen Umsetzung einzelner, thematisch determinierter Lernstrecken erfolgen, sondern muss vielmehr fortlaufend produktiv und dabei aber auch reflexiv in die Vermittlung fachlich-methodischer Kompetenzen eingebettet werden.

Im Zentrum dieses Lehrplankonzepts stehen die fachlich-methodischen Kompetenzen und deren differenzierte und taxiierte curriculare Dokumentation. Teilkompetenzen sind hierbei Aggregate aus spezifischen beruflichen Handlungen und dem diesen jeweils zugeordneten Wissen. Dabei unterscheidet man zwischen Sach-, Prozess- und Reflexionswissen. Als Basis für einen kompetenzorientierten Unterricht konkretisiert dieser Lehrplan zusammenhängende Komplexe aus Handlungskomponenten und Wissenskomponenten auf einem mittleren Konkretisierungsniveau. Der Fachschulunterricht wird dann erstens durch die Explikation und Konkretisierung der Handlungs- und Wissenskomponenten inhaltlich ausgestaltet und zweitens durch die Umsetzung der Taxonomietabellen (Tabellen in Abschnitt 3.5.1 und 3.5.2) in seinem Anspruch dimensioniert. Damit besteht einerseits eine curriculare Rahmung, die dem Anspruch eines Kompetenzstufenmodells gerecht wird, zum anderen liegen die für Fachschulen erforderlichen Freiheitsgrade vor, um der Heterogenität der Adressatengruppen gerecht werden und dem technologischen Wandel folgen zu können.

## 4 Organisation der Kompetenzen und Kenntnisse

### 4.1 Lernfelder

Wie der vorausgehende Lehrplan ist auch dieser in Lernfelder segmentiert. Als Novität ist hier nun zwischen berufsbezogenen Lernfeldern und Querschnitt-Lernfeldern zu unterscheiden (Abbildung 1).

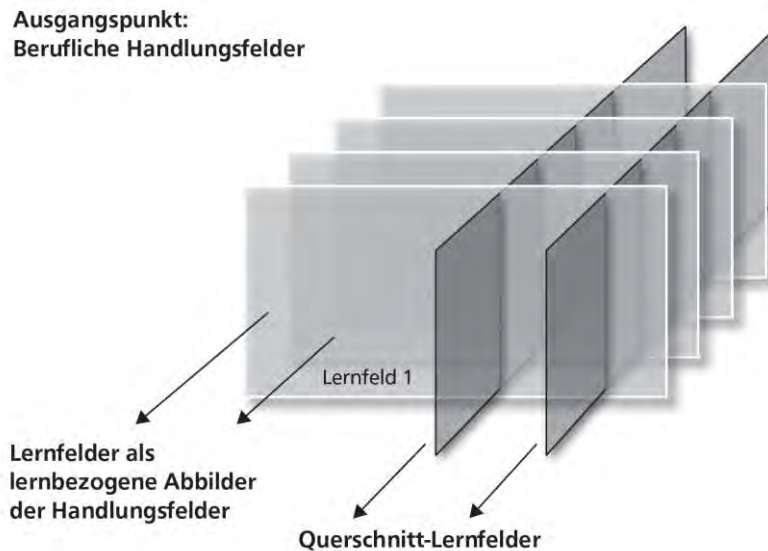


Abbildung 1: Beziehung von berufsbezogenen Lernfeldern als lernbezogene Abbilder beruflicher Handlungsfelder und Querschnitt-Lernfeldern.

**Berufsbezogene Lernfelder** sind curriculare Teilsegmente, welche sich aus einer spezifischen didaktischen Transformation beruflicher Handlungsfelder ergeben (BADER, 2004, S. 1). Wesentlich ist hierbei, dass die für das jeweilige Berufssegment wesentlichen Tätigkeitsbereiche adressiert werden. Relevante berufliche Handlungsfelder haben Gegenwarts- und Zukunftsbedeutung, ihre didaktische Reduktion in das Format eines Lernfeldes folgt dem Prinzip der Exemplarität (KLAFKI, 1964). Somit steht jedes einzelne Lernfeld des Lehrplans für einen gegenwarts- und zukunftsrelevanten Ausschnitt des dazugehörigen Berufssegments, als Gesamtheit repräsentieren sie dieses als exemplarisches Gesamtgefüge.

**Querschnitt-Lernfelder** integrieren übergreifende Aspekte der berufsbezogenen Lernfelder und adressieren entsprechend primär Grundlagenthemen, welche innerhalb der berufsbezogenen Lernfelder bedeutsam sind, jedoch diesbezüglich vorbereitend oder ergänzend vermittelt werden müssen. Insbesondere handelt es sich hier um mathematische, naturwissenschaftliche, informatische, volks- und betriebswirtschaftliche, gestalterische und ästhetische Kenntnisse bzw. Fertigkeiten, welche sich im Hinblick auf die Berufskompetenzen als Basis- oder Bezugskategorien darstellen. Zu den Querschnitt-Lernfeldern gehört die fachrichtungsbezogene Mathematik.

Innerhalb jeden Lernfeldes werden dessen Nummer, Bezeichnung sowie Zeit-Horizont dargestellt und insbesondere die darin adressierten Lernziele. Die Abfolge der Lernfelder im Lehrplan ist nicht beliebig, impliziert jedoch keine Reihenfolge der Vermittlung. In den *berufsbezogenen* Lernfeldern werden die Lernziele durch (weitgehend fachlich-methodische) Kompetenzen beschrieben (TENBERG, 2011, S. 61 ff). Dies erfolgt in Aggre-

gaten aus beruflichen Handlungen und zugeordnetem Wissen. Diese Lehrplaninhalte sind angesichts der Streuung und Unschärfe beruflicher Tätigkeitsspektren in den jeweiligen Segmenten sowie der Dynamik des technisch-produktiven Wandels auf einem mittleren Konkretisierungsniveau angelegt. Zur Taxierung dieser Lernziele liegt eine eigenständige Tabelle (siehe Abschnitt 3.5.1) vor, welche geordnet nach Zielkategorien die jeweils erforderlichen Handlungsqualitäten für die Stufen 1 (Minimalanspruch), 2 (Regelanspruch) und 3 (hoher Anspruch) konkretisiert. Zur Taxierung der Lernziele in der Mathematik (beruflicher Lernbereich) liegt eine gesonderte Tabelle (siehe Abschnitt 3.5.2) mit gleichem Aufbau vor. In den übrigen *Querschnitt*-Lernfeldern werden die Lernziele entweder durch Kenntnisse oder durch Fertigkeiten beschrieben. Sie werden dabei weder taxiert noch zeitlich näher präzisiert, da dieses nur im Rahmen der schulspezifischen Umsetzung möglich und sinnvoll erscheint. Als Orientierung dient hier jeweils der in den berufsbezogenen Lernfeldern konkret feststellbare Anspruch an übergreifende Aspekte.

## 4.2 Stundentafel

## Unterrichtsstunden

**Beruflicher Lernbereich**1. Ausbildungs-  
abschnitt2. Ausbildungs-  
abschnitt

Mathematik

40

Projektarbeit

160

**Lernfelder**

LF 1 Methoden des Projektmanagements anwenden

40

LF 2 Branchentypische Software anwenden und betriebliche Daten managen

160

LF 3 Prinzipien der Produktentwicklung anwenden

160

LF 4 Betriebliche Abläufe organisieren

80

LF 5 Materialien analysieren, auswählen, prüfen und Qualität sichern

160

LF 6 Bekleidung rationell fertigen

240

LF 7 Schnitte konstruieren

320

LF 8 Methoden der Betriebswirtschaft anwenden

80

80

LF 9 Betriebliche Produktionsprozesse optimieren

160

LF 10 Auslandsfertigung koordinieren

160

4.3 Beruflicher Lernbereich

4.3.1 Mathematik (Querschnitt–Lernfeld) (40 h)

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	MATHEMATIK (QUERSCHNITT-LERNFELD)		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
<p>... <b>handhaben</b> mathematische Funktionen zur Modellierung und Lösung u.a. im Rahmen gestalterischer und wirtschaftlicher Problemstellungen (z. B. Kostenvergleichsrechnung, Break-even Analyse).</p>	<p>Darstellungsformen und Funktionsvorschriften</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ganzrationale Funktionen, insbesondere lineare und quadratische</li> <li>• trigonometrische Funktionen</li> <li>• Exponentialfunktionen</li> </ul> <p>Charakteristika</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Steigung</li> <li>• Nullstellen, Abszissenabstand</li> <li>• Schnittpunkt</li> <li>• Scheitelpunkt</li> <li>• Periodizität</li> </ul> <p>Wertebereich, Definitionsbereich lineare Gleichungssysteme</p>	<p>Berechnung der Charakteristika Wechsel der Darstellungsformen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nullstellen-, Normal-, Scheitelpunktform</li> <li>• implizite, explizite Funktionsvorschrift</li> <li>• Graph und Wertetabelle</li> </ul> <p>Linearfaktoren Funktionsermittlung Approximation von Funktionen Differenzenquotient, Differenzialquotient Grenzwert, Ableitung ganzrationaler Funktionen</p> <p>Standardlösungsverfahren</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Äquivalenzumformung</li> <li>• p-q Formel</li> <li>• Einsetzverfahren</li> <li>• Additionsverfahren</li> </ul> <p>Gaußalgorithmus Methoden der Abschätzung Ergebniskontrolle</p>	<p>trigonometrische Grundlagen Relationen und Abbildungen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• kartesisches Produkt</li> <li>• Surjektivität, Injektivität, Bijektivität</li> </ul> <p>Funktionsbegriff Mathematisches Modell vs. Realbezug</p>

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	MATHEMATIK (QUESCHNITT-LERNFELD)		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
...lösen Aufgaben z. B. aus der Produktgestaltung unter Zuhilfenahme der Geometrie.	Satz des Pythagoras trigonometrische Seitenverhältnisse <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sinus</li> <li>• Kosinus</li> <li>• Tangens</li> </ul> Einheitskreis Sinus- und Kosinussatz Flächen von <ul style="list-style-type: none"> <li>• Parallelogrammen</li> <li>• Dreiecken</li> <li>• Kreisen</li> </ul> Volumina von <ul style="list-style-type: none"> <li>• Prisma</li> <li>• Kegel</li> <li>• Pyramide</li> </ul> Kugel	Berechnung von Längen, Abstände durch geeignete Dreiecke Berechnung realer Flächen und Körper Approximation von Flächen und Volumina Optimierung von Flächen und Körperinhalten	Ähnlichkeits- und Kongruenzsätze für Dreiecke Strahlensatz Euklidisches Axiomensystem
... analysieren Hintergründe vektororientierter Anwendungssoftware.	Vektoren <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vektorkomponenten</li> <li>• Schreibweisen</li> </ul>	Addition und Subtraktion von Vektoren	Vektor als Parallelverschiebung bzw. Translation im Raum
HINWEISE:	Dem Lernfeld Mathematik kommt eine dreifache Bedeutung zu: Anwendungsorientiert dient es dazu, technische, betriebswirtschaftliche und gestalterische Sachverhalte zu erschließen und damit den Anforderungen technischer, betriebswirtschaftlicher und gestalterischer Aufgabenfelder zu genügen. Zukunftsorientiert legt es eine Grundlage dafür, dass sich Designerinnen und Designer in der beruflichen Praxis in neue oder andere Bereiche einarbeiten können. Hiermit bildet dieses Lernfeld eine wesentliche Grundlage für die Befähigung zum lebenslangen Lernen. Allgemeinbildend trainiert das Lernfeld Mathematik Methoden wie Formalisieren, Strukturieren, Analogisieren und Generalisieren, die auch in anderen Bereichen angewendet und ganz allgemein für Problemlösungen herangezogen werden können. Es dient zur Unterstützung aller Lernfelder und liefert ein Instrumentarium und Reflexionswissen.		

### 4.3.2 Projektarbeit (160 h)

Die Studierenden entscheiden sich für ein Projekt mit technischen, organisatorischen, ökonomischen, und ökologischen Schwerpunkten. Sie formulieren den Projektauftrag und die zu erreichenden Projektziele. Sie wenden kompetent die Methoden des Projektmanagements bei der Projektplanung, Projektdurchführung, Projektbewertung und bei der Präsentation an.

Die Studierenden analysieren die Problemstellungen und strukturieren die Arbeitsaufgaben.

Je nach inhaltlichem Schwerpunkt der Projektarbeit entwickeln sie Konzepte für die Herstellung und für das Marketing von Produkten.

Bei der Erarbeitung von praxisgerechten Lösungen berücksichtigen sie Fach- und Projektbezüge bzw. fachübergreifende Zusammenhänge. Sie legen den Personal- und Produktionsmittelbedarf fest. Sie beachten dabei ökologische und ökonomische Aspekte hinsichtlich der Wirtschaftlichkeit des Energie- und Rohstoffeinsatzes, der Entsorgung und Wiederverwertung sowie Fragen der Arbeitsergonomie und der Arbeitssicherheit. Sie entwickeln Maßnahmen zur Qualitätssicherung und beziehen vertragsrechtliche Aspekte hinsichtlich der Haftung und Gewährleistung ein. Sie nutzen die Instrumente zur Kostenerfassung und Preisbildung und wenden geeignete Marketingstrategien an.

Die Studierenden organisieren sich in Projektteams, delegieren die Verantwortlichkeiten der Teammitglieder und legen einen Terminplan für die Projektphasen fest. Sie zeigen bei der Projektdurchführung Technologie- und Systemverständnis, Engagement und Kreativität, Bereitschaft zur Verantwortungsübernahme und pflegen Kommunikation und Kooperation. Sie dokumentieren den Projektverlauf und die Projektergebnisse fortlaufend und entwickeln ggf. Alternativen zur Beseitigung von Störungen ergreifen sie geeignete Korrekturmaßnahmen.

In der Abschlussphase des Projekts bewerten die Studierenden das Handlungsprodukt und den Arbeitsprozess und zeigen Verbesserungspotentiale auf. Dazu erstellen sie einen Abschlussbericht und evaluieren ihre Arbeit im Team.

Die Studierenden führen eine Abschlusspräsentation durch, in der sie das gesamte Projekt in allen Teilbereichen durch die jeweiligen Projektteams vorstellen.

**4.3.3 Lernfeld 1: Methoden des Projektmanagements anwenden (40 h)**

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	METHODEN DES PROJEKTMANAGEMENTS ANWENDEN		
	SACHWISSEN	Prozesswissen	Reflexionswissen
... unterscheiden die einzelnen Projektmanagementphasen.	Initialisierungs-, Definitions-, Planungs-, Steuerungs- und Abschlussphase Themenlandkarte im PM Projektmanagementmethoden im PM Projekttypen Projekt- und Projektmanagementdefinition	Ergebnissicherung in den einzelnen Projektmanagementphasen Optimierung und Anpassung der Projektablaufe in der Organisation	Bedeutung und Zusammenhang der einzelnen Projektmanagementphasen
... strukturieren Projekte.	Zielstrukturen, Vorgehens- und Leistungsziele, SMART Kriterien Projektstrukturplan Arbeitspakete Lastenheft, Pflichtenheft Phasenplanung Gantt Diagramme Meilensteine Magisches Dreieck	Zielfindung, Formulierung und Strukturierung der Projektziele Erstellung und Dokumentierung eines Projektstrukturplans Beschreibung der Arbeitspakete	Bedeutung für den Projektverlauf in den einzelnen Phasen und für das Projektende Qualitätsmanagement
... wenden Kreativitätstechniken zum Lösen von Problemen an.	Problemlösungstechniken Ishikawa Diagramm Intuitive und analytische Kreativitätstechniken: z. B. Brainstorming, Brainwriting, Mindmapping, Morphologischer Kasten, Fischgräten-Modell,	Moderation und Dokumentation kreativer Prozesse	



Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	METHODEN DES PROJEKTMANAGEMENTS ANWENDEN		
	SACHWISSEN	Prozesswissen	Reflexionswissen
... überwachen die Projektrealisierung und greifen bei Bedarf durch geeignete Maßnahmen ins Projekt ein.	Projektsteuerung Kosten- und Termentrendanalyse Berichtswesen	Überwachung und Steuerung der Projektrealisierung	Erfolgssicherung
... kommunizieren effizient im Projektgeschehen.	Präsentationstechniken Kommunikationsmodelle Kommunikationssituationen Eisbergmodell, Kommunikationspakete Schulz von Thun	Vorbereitung und Durchführung einer Präsentation Vorbereitung und Durchführen eines Projektmeetings	Perspektivenwechsel in der Selbst- und Fremdwahrnehmung
... erkennen, analysieren und lösen Konflikte.	Motivation Konflikte und Krisen	Analyse eines Konfliktes Durchführung und Dokumentation eines Problemlösungsverfahrens	Maslow'sche Bedürfnispyramide
... organisieren sich selbst im Projekt.	Zeitmanagement Eisenhower-Prinzip, Pareto-Prinzip Arbeitsteilung	Planung und Einteilung der eigenen Arbeitszeit	
<b>HINWEISE:</b>	Das Projektmanagement unterstützt die für die Fortbildung an der Fachschule für Technik Fachrichtung Bekleidungstechnik so wichtige Projektarbeit, die die in den einzelnen Lernfeldern zu erlangenden Kompetenzen bündelt und vereint.		

## 4.3.4 Lernfeld 2: Branchentypische Software anwenden und betriebliche Daten managen (160 h)

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	BRANCHENTYPISCHE SOFTWARE ANWENDEN UND BETRIEBLICHE DATEN MANAGEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... wenden ein Textverarbeitungsprogramm sinnvoll und effizient zur Erledigung betrieblicher Aufgaben zur Dokumentation und Kommunikation an.	elementare und fortgeschrittenen Funktionen eines Textverarbeitungsprogrammes (z. B. MS Word)	sichere effiziente und punktgenaue Anwendung der Programmfunktionen.	Tools zur realistische Einschätzung eigener Fähigkeiten und den daraus resultierenden Fortbildungsbedarfen zum Einsatz von Software im beruflichen Kontext good practice Konzepte
... erledigen betriebliche Aufgaben der Kalkulation, Kommunikation und Dokumentation sinnvoll und effizient.	Aufbau des anzuwendenden Tabellenkalkulationsprogramms. (z. B. MS Excel) Funktionen, Hilfsmittel, Eigenschaften, Fenster, Leisten, Zelladressierung und Menüs	sichere effiziente und punktgenaue Anwendung der Programmfunktionen Übertragung des Wissens aus verwandten Programmen (z. B. MS Word)	
... erarbeiten Präsentationen im beruflichen Kontext.	Aufbau des anzuwendenden Präsentationsprogramms. (z. B. MS PowerPoint) Hilfsmittel, Eigenschaften, Fenster, Leisten und Menüs	Erstellung von Präsentationen unter Anwendung der im Präsentationsprogramm angelegten Funktionen	Einsatzmöglichkeiten und Bedeutung der im Präsentationsprogramm erstellten Folien für den Vortrag Bildrechte und andere Urheberrechte
... erstellen vektororientierte, technische Zeichnungen und Illustrationen.	Aufbau des anzuwendenden vektororientierten Grafikprogramms. (z. B. CorelDraw oder Illustrator) Hilfsmittel, Eigenschaften, Fenster, Leisten und Menüs	Erstellung (technischer) Zeichnungen mit z. B. Corel Draw oder Illustrator. Anwendung der Hilfsmittel, Eigenschaften, Fenster, Leisten und Menüs	Übersicht über die sich auf dem Markt befindlichen einschlägigen Programme und deren Vor- und Nachteile Effiziente und anwendungskonforme Arbeitsformen korrupten Daten und Versionen Anforderungen an verschiedene Versionen, die eine zukünftige effiziente Weiterarbeit auch durch andere Nutzer zulassen

**Bekleidungstechnik**

**Fachschule für Technik**

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	BRANCHENTYPISCHE SOFTWARE ANWENDEN UND BETRIEBLICHE DATEN MANAGEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... erledigen Aufgaben des Produktdatenmanagements.	Aufbau des anzuwendenden Produktdatenmanagementsystems. (z. B. Koppermann TexDefine) Verknüpfungsstrukturen der einzelnen Dokumente Menüs, Fenster, Hilfsmittel	Produktdatenmanagement und Projektüberwachung für eine Kollektionen mit allen wesentlichen Datenblättern	Datenschutz Bedeutung des digitalen Produktdatenmanagements für international agierende Unternehmen Trouble Shooting Industrie 4.0
HINWEISE:	<p>Aus modernen Unternehmen der Bekleidungsindustrie ist ein professioneller und effizienter Umgang mit den im Prozess der Bekleidungsherstellung und Vermarktung entstehenden Daten nicht mehr wegzudenken. Sie sind eine wichtige Ressource, die entsprechend zu handhaben ist.</p> <p>Für staatlich geprüfte Bekleidungstechnikerinnen und Techniker wird Datenmanagement in der Hinsicht bedeutsam, dass Bewusstsein für Datenschutz auch hinsichtlich der rechtlichen Grundlagen geschaffen sein muss. Außerdem müssen Programme, die Daten verwalten und generieren, gekannt und effizient genutzt werden.</p> <p>Auch im privaten und gesellschaftlichen Kontext spielen Daten eine zunehmend bedeutsame Rolle. Beispielsweise ist der kritische Umgang mit Social Media hier unerlässlich.</p> <p>Unberührt bleibt in diesem Lernfeld die CAD-basierte Schnitterstellung, die in einem gesonderten Lernfeld ihren Platz findet.</p>		

## 4.3.5 Lernfeld 3: Prinzipien der Produktentwicklung anwenden (160 h)

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	PRINZIPIEN DER PRODUKTENTWICKLUNG ANWENDEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... fertigen Modell- und technische Zeichnungen für Bekleidung an.	Zeichentechniken Technisches Zeichnen vektororientierte Grafikverarbeitung (LF 10)	manuelles und CAD-gestütztes Zeichnen	
... fertigen Detailzeichnungen an.	Besonderheiten von Bekleidungsstücken wie z. B. Bund, Taschen etc.	manuelles und CAD-gestütztes Zeichnen	technische Kreativität
... entwerfen ein Produkt und gestalten dieses für eine ausgewählte Zielgruppe.	Zielgruppen Trends/Tendenzen Handel- und Endverbrauchersegmenten	Zielgruppenanalyse	Märkte im Wandel Zeitgeist
... formulieren Modellbeschreibungen.	Modellbegleitblatt	Modellbeschreibung für die Produktionsvorbereitung zur reibungslosen Gestaltung des Produktionsablaufs	interkulturelle Kommunikation
... entwickeln Prototypen und optimieren diese für eine Serienfertigung.	Erstmuster nach Schnitt, Passform, Optik und Qualitätsrichtlinien Produktionsprozesskette	Beurteilung und Anwendung relevanter Passformkriterien	Passform im Wandel der Zeit
... erarbeiten Prozessabläufe der Produktentwicklung textiler Unternehmen.	Baukasten/Baugruppen Materialkosten/Materialstammblatt. Preismatrix	Produkterstellung	TQM

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	PRINZIPIEN DER PRODUKTENTWICKLUNG ANWENDEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
	Kollektionsrahmenplan Timelines/zeitlicher Ablaufplan		
... erstellen Codierungen für Formen, Kollektionen, Farbe, Material und Zubehör.	Codierungen	Entwicklung von Codiersystemen für Formen, Farben, Materialien etc.	
... wenden zur Dokumentation aller produktionsvorbereitenden Unterlagen ein PDM-System an.	Grundlagen von PDM-Systemen (siehe LF 3)	Dokumentation mit PDM-System	Datensicherheit Industrie 4.0
... protokollieren die Qualitätssicherung und dokumentieren ggf. Änderungen bis zur Produktionsfreigabe.	Vorproduktionsmusterteile Vorgaben Qualitätsrichtlinien	Erstellung von Maß- und Qualitätsvorgaben	präventives Qualitätsmanagement

## 4.3.6 Lernfeld 4: Betriebliche Abläufe organisieren (80 h)

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	BETRIEBLICHE ABLÄUFE ORGANISIEREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... orientieren sich im Betrieb.	Organigramme Aufbau- und Ablaufprinzipien Fertigungsverfahren (Vollgeschäft, Zukauf, Fließfertigung) Stellenbeschreibung Qualifikationsmatrix Aufgabenbeschreibung (auch nach REFA)	Aufgabenprofil	Rechtsformen Prinzip der permanenten Organisationsentwicklung
... zerlegen betriebliche Aufgaben prozessorientiert.	Fristenplan Arbeitsplan Arbeitssysteme Arbeitsverteilungsplan Bewegungselemente Funktionsteilung EN 614-1:2006 REFA Planungssystematik	Arbeitssystemanalyse Ablaufstrukturplan Arbeitssystemkonzeption	
... wenden Methoden des Supply Chain Managements an.	Supply Chain Management Kundenauftrag Eigenauftrag	kommunizieren mit internen und externen Kunden	Prinzip der Kundenorientierung Prinzip der Prozessorientierung Kontinuierlicher Verbesserungsprozess
... gestalten Arbeitsplätze.	Leistungsbereitschaft und Leistungsfähigkeit des Menschen Schall, Lärm, Klima Ergonomisches Bezugssystem DIN 33402-2:2007	Belastungsanalyse Berechnung des Arbeitsenergieumsatzes	Arbeitsmedizin Arbeitspsychologie Anthropometrie

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	BETRIEBLICHE ABLÄUFE ORGANISIEREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
	Unfallfolgen Leitmerkmale zur Beurteilung von Heben, Halten und Tragen Arbeitsschutzgesetz Betriebsvereinbarungen zur Arbeitsplatzgestaltung Vorschriften der Berufsgenossenschaften Arbeitsstättenverordnung Rechte des Betriebsrates		
HINWEISE:	Techniker als Teil und Gestalter der Organisation, Betrieb und des Produktionsprozesses		

#### 4.3.7 Lernfeld 5: Materialien analysieren, auswählen, prüfen und Qualität sichern (160 h)

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	MATERIALIEN ANALYSIEREN, AUSWÄHLEN, PRÜFEN UND QUALITÄT SICHERN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... überprüfen und bewerten Materialien bezüglich vorliegender Qualitätsrichtlinien.	Anforderungsprofile textiler Artikel Prüfverfahren Pflegekennzeichnung	Anforderungsprofilerstellung	präventives Qualitätsmanagement
... wählen Materialien für textile Artikel aus und legen Verarbeitungsvorschriften fest.	Bekleidungs- und sonstige Gebrauchseigenschaften von textilen Fasern Eigenschaften textiler Flächen Auswirkungen von Veredelungen DIN-Normen Handelsbezeichnungen Zuschneidetechniken Nähaggregate und Zusatzeinrichtungen Bügelaggregate Beurteilungskriterien für Verarbeitungsverfahren	Material- und Produktabstimmung	Ökonomie Ökologie
...überprüfen Musterteile nach betrieblichen Qualitätskriterien.	Verarbeitungstechniken und Etikettierung Passform Größentabellen		Analyseinstrument für qualitätsoptimierte Produktion
...wenden Qualitätssicherungsmethoden an und dokumentieren diese betriebsüblich.	Design Review betriebsübliche Dokumente zur Warenschau Fitting	Adaption von Formularen zur Qualitätskontrolle	Statistik



Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	MATERIALIEN ANALYSIEREN, AUSWÄHLEN, PRÜFEN UND QUALITÄT SICHERN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
	Zwischen- und Endkontrolle		
... optimieren die Qualitätsplanung.	Fehlermöglichkeits- und Einflussanalyse Strukturanalyse Pareto-Analyse	Entwicklung von Vorgehensweisen zur Optimierung von Produktionsprozessen Definition der Qualitätsplanung	kontinuierlicher Verbesserungsprozess (KVP)
... kontrollieren und steuern den Produktionsprozess.	Betriebsstandorte Intralogistik Ablauforganisation	Standortanalyse Anpassung an wirtschaftliche Rahmenbedingungen Erarbeitung von Optimierungsmöglichkeiten	
HINWEISE:	<p>Die Qualitätssicherung ist ein Prozess, der sich durch die gesamten Produktions- und Dienstleistungsbereiche zieht und dessen Auswirkung für den Konsumenten in allen Lebensbereichen spürbar ist.</p> <p>Über das Kriterium der Produktqualität lassen sich gleiche Produkte unterschiedlicher Hersteller abgrenzen und unterschiedliche Preisniveaus ableiten. Die Qualitätssicherung ist ein essentieller Baustein im Kontext des globalen Wettbewerbs.</p> <p>Der Aspekt der präventiven Qualitätssicherung steht exemplarisch für effiziente Produktions- und Arbeitsabläufe.</p> <p>Für staatlich geprüfte Bekleidungstechniker wird der Gedanke der präventiven Qualitätssicherung zunächst am Produkt deutlich. Mit darüberhinausgehenden Qualitätswerkzeugen und -Methoden (z. B. ISO 9000) werden sie punktuell konfrontiert.</p>		

## 4.3.8 Lernfeld 6: Bekleidung rationell fertigen (240 h)

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	BEKLEIDUNG RATIONELL FERTIGEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
...wählen geeignete Betriebsmittel aus.	Betriebsmittel und Anlagen der Zuschneiderei, Näherei und Bügelei Einstellungen und Zusatzausstattungen der Betriebsmittel Störungsursachen und deren Behebung bei Betriebsmitteln der Bekleidungsproduktion betriebsmittelbezogene Unfallverhütungsvorschriften Betriebsmittelbedarfsplan Betriebsmittelstellplan	Nutzung und Bedienung von Betriebsmitteln Behebung von Funktionsstörungen an Betriebsmitteln werkstoffbezogene Abstimmung der Betriebsmitteleinstellungen und Zusatzeinrichtungen	TexProcess
...gestalten ergonomische Arbeitsplätze.	gesetzliche Bestimmungen zur Arbeitsplatzgestaltung Arbeitsplatz-Ergonomie gesetzliche Bestimmungen der Berufsgenossenschaften	Zuordnung von Betriebsmitteln/Arbeitsmitteln zu Arbeitsplätzen	Unfallschutz Arbeitssicherheit
...wählen werkstoffbezogene Fertigungsmethoden aus.	Werkstoffanalyse Warenprüfung Fertigungsmethoden Betriebsmitteleinsatz	Festlegung werkstoffbezogener Verarbeitungsvorschriften (Qualitätskarten)	TechTextil
...erstellen betriebsübliche produktbezogene Produktionsunterlagen.	Terminplanung/ Fristenplan Mindestverarbeitungsvorschriften Verarbeitungshinweise Arbeitsplan Arbeitsverteilungsplan	Umsetzung im PDM-System	Versionentreue Claim Management Datenkoherenz

**Bekleidungstechnik**

**Fachschule für Technik**

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	BEKLEIDUNG RATIONELL FERTIGEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
	Betriebsmittelbedarfsplan Materialflussplanung PDM (siehe LF 11)		
... organisieren und steuern Serienfertigungen.	Maßnahmen zur Produktionsplanung und –steuerung: Verkauf und Vertrieb des Produktes Materialbeschaffung Schnitterstellung und Gradierung Produktion Qualitätsmanagement	Prototypenfertigung Durchführung von Serienfertigungen	

## 4.3.9 Lernfeld 7: Schnitte konstruieren (320 h)

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	SCHNITTE KONSTRUIEREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... erstellen CAD gestützte Bekleidungskonstruktionen.	CAD Programme zur Schnitterstellung (z. B. Grafis, Gerber)	Entwicklung verschiedener Modellschnittkonstruktionen	Industrie 4.0 Computer Integrated Manufacturing
... entwickeln Grundformen für Standardartikel (z. B. NOS).	Proportionslehre Körpermaße Kenn- und Sekundärmaße Größensysteme Gradierungen Konstruktionsrichtlinien	Ermittlung von Körpermaßen Bestimmung vom Grundformen	
... modifizieren Grundformen entsprechend vorgegebener Modellvorlagen.	Modezeichnungen technische Zeichnungen Schnittkonstruktion Verarbeitungsmethoden	Transferierung modischer und technischer Zeichnungen in Konstruktionsschnittteile Modellkonstruktion Erstellung von Fertigmaßtabellen	Prinzip der Kundenorientierung
... beurteilen und optimieren Prototypen.	Passformen Verarbeitung Qualitätsanforderungen	Definition von Kriterien zur Modellbeurteilung Erstellung von Kriterien zur Beurteilung zur Serienreife	Wirtschaftlichkeit von Produktionsabläufen
... dokumentieren die Prototypenerstellung.	Qualitätsrichtlinien Qualitätsmerkmale Fertigungmaßtabellen Dokumentationstechniken		Kaizen
... bereiten die Modellkonstruktionen zu produktionsreifen Schablonen auf.	Verarbeitungsmethoden Größensysteme Fertigmaßtabellen Gradierung von Standardformen	Erstellung von Schablonensätzen Erarbeitung von Optimierungslösungen	Interdependenzen zwischen Verarbeitung und Herstellkosten

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	SCHNITTE KONSTRUIEREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
	Verarbeitungsrichtlinien		
... entwickeln und optimieren Schnittbilder für die Produktion.	Schnittbildplanung Schnittbildoptimierung Materialbeschaffenheit (z. B. Muster, Struktur)	Erstellung von Schnittbildern	Nachhaltigkeit Umweltschutz Wirtschaftlichkeit

## 4.3.10 Lernfeld 8: Methoden der Betriebswirtschaft anwenden (160 h)

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	METHODEN DER BETRIEBSWIRTSCHAFT ANWENDEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... bewerten die Auswirkungen von betrieblichen Entscheidungen auf die Kostenstrukturen des Unternehmens.	Kostenarten-, Kostenstellen- und Kostenträgerrechnung Kostenvergleichsrechnung	Erstellung des BAB I u. II	Interdependenz von betrieblichen Entscheidungen und Kosten
... wählen Geschäftspartner anhand aktueller Geschäftszahlen aus.	Inventar Bilanzstruktur und Gewinn und Verlustrechnung	Erstellung von Bilanzen	
... bewerten betriebliche Prozesse.	betriebliche Kennzahlen	Ermittlung und Erstellung von betrieblichen Kennzahlen	Kennzahlensysteme kennzahlenunterstützte Unternehmensführung
... treffen betriebliche Entscheidungen anhand von Deckungsbeiträgen.	Teilkostenrechnung	Ermittlung von Deckungsbeiträgen	Break-even-Point-Analyse
... verstehen Marketingziele und Marketingstrategien und deren betriebswirtschaftliche Grundsätze.	Arten von Zielen Vermarktungsstrategien SMART objectives	SWOT-Analyse	Interdependenzen von Unternehmenssituation, Produkt, Wettbewerbssituation Balanced Scorecard

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	METHODEN DER BETRIEBSWIRTSCHAFT ANWENDEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... identifizieren unternehmensspezifische Zielgruppen und Absatzmärkte.	Marktuntersuchung: Markterkundung, Marktforschung (Marktanalyse/-beobachtung) Zielgruppen	Portfolioerstellung, Zielgruppenbestimmung	Marktformen Geschäftsumfeld
... <b>erarbeiten ein</b> unternehmensbezogenes Marketingkonzept.	Marketinginstrumente (Produkt- und Sortimentspolitik, Kommunikationspolitik, Preis- und Konditions politik, Distributionspolitik)	Erstellung eines Marketing-Mixes	Produktlebenszyklus Preisstrategien TQM
HINWEISE:	Um die für die Absolventen der Fachschulen angestrebten Positionen des mittleren Managements in Unternehmen der Bekleidungsindustrie ausfüllen zu können, bedarf es neben der bekleidungstechnischen Expertise auch betriebswirtschaftlich ausgerichteten Kompetenzen. Dem wird in diesem Lernfeld Rechnung getragen.		

## 4.3.11 Lernfeld 9: Betriebliche Produktionsprozesse optimieren (160 h)

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	BETRIEBLICHE PRODUKTIONSPROZESSE OPTIMIEREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... ermitteln Daten des Produktionsprozesses.	Auftrags- und Belegungszeiten REFA Standardprogramm Multimomentaufnahme REFA Zeitstudie Leistungsgrad Verteilzeit, Erholzeit, Rüstzeit Systeme vorbestimmter Zeiten Planzeitbausteine	Arbeitsdatenermittlung Zeitaufnahme Ermittlung von Verteil-, Erhol- und Rüstzeiten	Lebenszyklus von Arbeitsdaten
... bewerten Arbeitsanforderungen.	ERA analytische und summarische Arbeitsbewertung Rangfolgeverfahren Rangreihenverfahren Lohnformen Lohngruppen	Lohnberechnung	Tarifverträge
... strukturieren Arbeitsabläufe nach Kostengesichtspunkten.	Produktions-Planungs-System (PPS)	Arbeitssystemdokumentation	PDCA-Zyklus
... kalkulieren VK-Preise.	Serienkalkulation Stückkalkulation Brutto/Netto Mischkalkulation	Erstellung der Tabelle zur Warenkalkulation	
... beurteilen Zulieferbetriebe hinsichtlich ihrer Eignung.	Unternehmensportfolio Stakeholder- Analyse	Unternehmensanalyse Arbeitssystemanalyse	Nachhaltigkeit Sozialverträglichkeit ABC-Analyse



## 4.3.12 Lernfeld 10: Auslandsfertigung koordinieren (160 h)

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	AUSLANDSFERTIGUNG KOORDINIEREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
...bestimmen geeignete textile Produktionsstandorte und Lieferanten für die Produktion.	Risiken im Außenhandel Länderprofile Lieferantenauswahl Lieferantenbewertung Analyseinstrumente zur Standortbestimmung	Schritte einer Standortanalyse Durchführung Anforderungsprofilerstellung Entwicklung einer anforderungsgerechten Produktion	Nachhaltigkeit Sozialverträglichkeit Ethik
...bereiten einen branchenspezifischen Auslandseinsatz vor.	spezielle Länderkenntnisse Geschäftsverhandlungen Schritte im Expatmanagement Dos and Don'ts	Expatmanagement	Corporate Social Responsibility interkulturelle Unterschiede
...wenden Im- und Exportdokumente zur Durchführung von Im-/Exporten an.	Außenhandelsdokumente	Anwendung der Formulare Reihenfolge der Einreichung	
...kalkulieren die Kosten für Außenhandelsgeschäfte und bestimmen geeignete Finanzierungsinstrumente.	Exportkalkulation Importkalkulation Außenhandelsfinanzierung Finanzierungsinstrumente	Optimierung der Beschaffungsprozesse	Anpassungsmaßnahmen an wirtschaftliche Rahmenbedingungen
... organisieren rechtssicher Zollformalitäten.	Zollabfertigung Zollverfahren Zolldokumente Zollpräferenzen	Definition und Überwachung der Zollabwicklung Erarbeitung von Optimierungsmöglichkeiten	

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...		AUSLANDSFERTIGUNG KOORDINIEREN		
		Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... organisieren logistische Abläufe.		logistische Kette textile Aufbereitung Supply Chain Management	Definition und Überwachung logistischer Prozesse Erarbeitung von Optimierungsmöglichkeiten	Ökologie Nachhaltigkeit
HINWEISE:	Auf das Betätigungsfeld des Außenhandels angewendet befähigt das Lernfeld die Techniker und Technikerinnen betriebswirtschaftliche Sachverhalte auf eine globalisierte Welt zu übertragen und nach ökonomischen Maßstäben umzusetzen. Unter dem Gesichtspunkt einer interkulturellen Kompetenz werden soziale, ökologische und nachhaltige Aspekte der Bekleidungsproduktion in den Fokus gerückt. Die logistischen Fragestellungen trainieren dabei koordinierende und organisatorische Kompetenzen, die damit zugleich allgemein ein effektives Zeitmanagement generieren.			

## 5 Handhabung des Lehrplans

Die in Kapitel 3 theoretisch begründete strukturell-curriculare Rahmung impliziert einen anspruchsvollen kompetenzorientierten Unterricht. Um die darin gesetzten Vorgaben unterrichtswirksam zu machen, gilt es folgende Prämissen zu berücksichtigen:

- Moderner Fachschulunterricht ist *lernerorientiert*, d. h., dass alle zu planenden Unterrichtsprozesse sich primär an Lernprozessen ausrichten sollen, nicht an Lehrprozessen. Lernprozesse sollen einer kasuistisch-operativen Umsetzungslogik (handlungssystematisch) folgen, die von einer theoretisch-abstrakten Objektivierungslogik (fachsystematisch) ergänzt wird.
- Die Zielbildung in den Querschnitt-Lernfeldern erfolgt als Explikation der Lehrplan-Inhalte durch die *Beschreibung von Wissens- und Fertigungszielen*. Ihr Umfang und Anspruch bemisst sich aus deren jeweiliger Bedeutung für die korrespondierenden fachlich-methodischen Kompetenzen.
- Im Rahmen der beruflichen Lernfelder ist die Explikation von *beruflichen Handlungen* der curriculare Ausgangspunkt der Unterrichtsplanung. Damit wird von Anfang an geklärt, welches Wissen in welchen Handlungszusammenhängen von den Studierenden erworben werden soll. Die im Lehrplan vollzogene Beschreibung der Kompetenzen auf einem mittleren Niveau gilt es dabei in der konkreten Unterrichtskonzeption adäquat zu den jeweils vorliegenden Rahmenbedingungen und im jeweils aktuellen technisch-produktiven, gestalterischen oder betriebswirtschaftlichen Kontext zu konkretisieren.
- Die genaue Zusammenstellung eines unterrichtsrelevanten Gebildes aus Kompetenzen erfolgt über einen einschlägigen *Berufskontext*, welcher dann auch als übergreifende Lernsituation den Gesamtrahmen der jeweiligen Unterrichtseinheit bildet.
- Kompetenzerwerb setzt *Verständnisprozesse* voraus, welche durch eine *Problemorientierung* des Unterrichts ausgelöst werden. Je anspruchsvoller die Problemstellungen, desto höher das zu erreichende Kompetenz-Niveau.
- Kompetenzen im Sinne eines verstandenen Handelns erfordern einschlägiges Sach- und Prozesswissen mit entsprechendem Reflexionswissen mit unmittelbarem Bezug zu dessen *berufsspezifischer Nutzung*, daher soll sich der Kompetenzerwerb in *sinnvollen* Abschnitten zwischen kasuistisch-operativen Phasen (handlungssystematisch) und theoretisch-abstrakten Phasen (fachsystematisch) *wechselseitig ergänzen*.
- *Fachsystematische Lernprozesse* gehen von den Fachwissenschaften aus, beinhalten deren Systematiken und bilden damit ein anwendungsübergreifendes Gerüst für das berufliche Handeln. Sie sind zudem der Raum für die Auseinandersetzung mit den mathematisch-naturwissenschaftlichen bzw. gestalterischen Hintergründen. Lern-Reflexionen beziehen sich hier auf die Kategorien „Wissen“ (kognitive Reproduktion) und „Verstehen“ (kognitive Anwendung).
- *Handlungssystematische Lernprozesse* gehen von beruflichen Prozessen aus, beinhalten deren Eigenlogik und bilden damit anwendungsbezogene Ankerpunkte für das berufliche Handeln. Lernreflexionen beziehen sich hier auf die Kategorie „Können“ (operative Anwendung).
- *Lernerfolgsmessung* kann sich im Einzelnen auf „Wissen“, „Verständnis“ oder „Können“ beziehen, der Anspruch einer Kompetenzdiagnostik kann aber nur dann erfüllt werden, wenn alle drei oben genannten Komponenten *integrativ erhoben* werden, und mit den Zielkategorien *taxiert* werden.
- Der Erwerb sozial-kommunikativer Kompetenzen erfordert *kollektive Lernformen*, wird aber nicht allein durch diese gewährleistet. Entscheidend ist hier ein bewusster und re-

flektierter Kompetenzerwerb, daher sind sozial-kommunikative Kompetenz-Ziele den Studierenden zu kommunizieren, deren Erwerb zu thematisieren und zu reflektieren.

- Der Erwerb von Personalkompetenzen (bzw. Selbstkompetenzen) erfordert die Akzentuierung motivationaler, affektiver und strategisch-organisationaler Auseinandersetzungen der Studierenden mit sich und ihrem Lernen. Fachschulunterricht sollte daher das *Lernen als eigenständigen Lerngegenstand* begreifen und dies pädagogisch und methodisch angemessen umsetzen.

ENTWURF

## 6 Literaturverzeichnis

- Bader, R. (2004): Strategien zur Umsetzung des Lernfeld-Konzepts. In: bwp@ spezial 1
- BIFIE (Hrsg.). (2013). Standardisierte kompetenzorientierte Reifeprüfung. Reife- und Diplomprüfung. Grundlagen – Entwicklung – Implementierung. Unter Mitarbeit von H. Cesnik, S. Dahm, C. Dorninger, E. Dousset-Ortner, K. Eberharter, R. Fless-Klinger, M. Frebort, G. Friedl-Lucyshyn, D. Frötscher, R. Gleeson, A. Pinter, F. J., Punter, S. Reif-Breitwieser, E. Sattlberger, F. Schaffenrath, G. Sigott, H.-S. Siller, P. Simon, C. Spöttl, J. Steinfeld, E. Süß-Stepancik, I. Thelen-Schaefer & B. Zisser. Wien: Herausgeber.
- Chomsky, N. (1965). Aspects of the theory of syntax. Cambridge, Mass: M.I.T. Press.
- Erpenbeck, J. / Rosenstiel, L. / Grote S. / Sauter W. (2017): Handbuch Kompetenzmessung: Erkennen, verstehen und bewerten von Kompetenzen in der betrieblichen, pädagogischen und psychologischen Praxis. Stuttgart, Schäfer & Pöschel
- Euler, D. / Reemtsma-Theis, M. (1999): Sozialkompetenzen? Über die Klärung einer didaktischen Zielkategorie. In: Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik, Heft 2, S. 168 - 198.
- Klafki, W. (1964): Didaktische Analyse als Kern der Unterrichtsvorbereitung in: Roth, H. / Blumenthal, A. (Hrsg.): Grundlegende Aufsätze aus der Zeitschrift Die Deutsche Schule, Hannover 1964, S. 5 - 34.
- Lerch, S. (2013): Selbstkompetenz – eine neue Kategorie zur eigens gesollten Optimierung? Theoretische Analyse und empirische Befunde. In: REPORT 1/2013 (36. Jg.) S. 25 - 34.
- Mandl, H. / Friedrich H.F. (Hrsg.) (2005): Handbuch Lernstrategien. Göttingen, Hogrefe.
- Pittich, D. (2013). Diagnostik fachlich-methodischer Kompetenzen. Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag
- Siller, H.-S., Bruder, R., Hascher, T., Linnemann, T., Steinfeld, J., & Sattlberger, E. (2014). Stufung mathematischer Kompetenzen am Ende der Sekundarstufe II – eine Konkretisierung. In J. Roth & J. Ames (Hrsg.), Beiträge zum Mathematikunterricht 2014, Münster: WTM, S. 1135 - 1138.
- Tenberg, R. (2011): Vermittlung fachlicher und überfachlicher Kompetenzen in technischen Berufen. Theorie und Praxis der Technikdidaktik. Stuttgart: Steiner
- Volpert, W. (1980): Beiträge zur psychologischen Handlungstheorie. Bern: Huber.



# Lehrplan

## Zweijährige Fachschule für Technik

### FACHRICHTUNG ELEKTROTECHNIK

### SCHWERPUNKT AUTOMATISIERUNGS- UND PROZESSLEITTECHNIK

ENTWURF

Impressum

Hessisches Kultusministerium  
Luisenplatz 10, 65185 Wiesbaden  
Tel.: 0611 368-0  
Fax: 0611 368-2096

E-Mail: [poststelle@hkm.hessen.de](mailto:poststelle@hkm.hessen.de)  
Internet: [www.kultusministerium.hessen.de](http://www.kultusministerium.hessen.de)

**Inhaltsverzeichnis**

1	Bedeutung der Fachschule für Technik in der Bildungslandschaft.....	4
2	Grundlegung für die Fachrichtung Elektrotechnik .....	6
3	Theoretische Grundlagen des Lehrplans .....	10
3.1	Sozial-kommunikative Kompetenzen .....	10
3.2	Personale Kompetenzen .....	10
3.3	Fachlich-methodische Kompetenzen .....	11
3.4	Zielkategorien.....	12
3.4.1	Beruflich akzentuierte Zielkategorien.....	13
3.4.2	Mathematisch akzentuierte Zielkategorien .....	15
3.5	Taxierung der Kompetenzen in drei Stufen .....	15
3.5.1	Taxonomietabelle für beruflich akzentuierte Zielkategorien.....	17
3.5.2	Taxonomietabelle für mathematisch akzentuierte Zielkategorien .....	18
3.6	Zusammenfassung.....	19
4	Organisation der Kompetenzen und Kenntnisse .....	20
4.1	Lernfelder .....	20
4.2	Studentafel .....	22
4.3	Beruflicher Lernbereich .....	23
4.3.1	Mathematik (Querschnitt-Lernfeld) .....	23
4.3.2	Projektarbeit .....	25
4.3.3	Lernfeld 1: Projekte mittels systematischen Projektmanagements zum Erfolg führen.....	26
4.3.4	Lernfeld 2: Informationstechnik für Aufgaben in der Automatisierung nutzen.....	28
4.3.5	Lernfeld 3 (Querschnitt-Lernfeld): Physikalische, chemische, elektrische und thermodynamische Phänomene analysieren sowie deren Gesetze bei der Automatisierung berücksichtigen.....	30
4.3.6	Lernfeld 4: Auswahl und Einsatz von Sensoren und Messsystemen in der Automatisierungstechnik .....	33
4.3.7	Lernfeld 5: Steuerungen für Prozesse entwickeln, bereitstellen, in Betrieb nehmen, optimieren und dokumentieren .....	36
4.3.8	Lernfeld 6: Regelungen für Prozesse entwickeln, in Betrieb nehmen, optimieren und dokumentieren .....	39
4.3.9	Lernfeld 7: Auswahl und Einsatz von Aktoren und Antrieben in der Automatisierungstechnik .....	41
4.3.10	Lernfeld 8: Leitsysteme für verfahrens- und fertigungstechnische Prozesse projektieren, konfigurieren und betreiben .....	44
5	Handhabung des Lehrplans .....	46
6	Literaturverzeichnis .....	48



## 1 Bedeutung der Fachschule für Technik in der Bildungslandschaft

Die Fachschulen sind Einrichtungen der beruflichen Weiterbildung und schließen an eine einschlägige berufliche Ausbildung an. Sie bieten die Möglichkeit zu beruflicher Weiterqualifizierung aus der Praxis für die Praxis und ermöglichen dabei das Erreichen der höchsten Qualifizierungsebene in der beruflichen Bildung.<sup>1</sup>

In der Rahmenvereinbarung der Kultusministerkonferenz zu Fachschulen wird zu Ausbildungsziel, Tätigkeitsbereichen und Qualifikationsprofil das Folgende festgelegt:

„Ziel der Ausbildung im Fachbereich Technik ist es, Fachkräfte mit einschlägiger Berufsausbildung und Berufserfahrung für die Lösung technisch-naturwissenschaftlicher Problemstellungen, für Führungsaufgaben im betrieblichen Management auf der mittleren Führungsebene sowie für die unternehmerische Selbstständigkeit zu qualifizieren.

Die Ausbildung orientiert sich an den Erfordernissen der beruflichen Praxis und befähigt die Absolventinnen/Absolventen, den technologischen Wandel zu bewältigen und die sich daraus ergebenden Entwicklungen der Wirtschaft mitzugestalten.

Der Umsetzung neuer Technologien – verbunden mit der Fähigkeit kostenbewusst zu handeln und Fremdsprachenkenntnisse anzuwenden – wird deshalb auf der Basis des fachrichtungsspezifischen Vertiefungswissens in der Ausbildung besonderer Wert beigemessen. Der Fähigkeit, Mitarbeiter/Mitarbeiterinnen anzuleiten, zu führen, zu motivieren und zu beurteilen – sowie der Fähigkeit zur Teamarbeit – kommen im Zusammenhang mit den speziellen fachlichen Kompetenzen große Bedeutung zu.

Die Absolventinnen/Absolventen müssen vor diesem Hintergrund in der Lage sein, im Team und selbstständig Probleme des entsprechenden Aufgabenbereiches zu erkennen, zu analysieren, zu strukturieren, zu beurteilen und Wege zur Lösung dieser Probleme in wechselnden Situationen zu finden.“<sup>2</sup>

Die Studierenden sollen in der beruflichen Aufstiegsfortbildung zum staatlich geprüften Techniker / zur staatlich geprüften Technikerin befähigt werden, betriebswirtschaftliche, technisch-naturwissenschaftliche sowie künstlerische Aufgaben zu bewältigen.

Die Fachschulen orientieren sich dabei nicht an Studiengängen, sondern am Stand der Technik sowie ihrer praktischen Anwendung und genießen dadurch einen hohen Stellenwert in der Erwachsenenbildung.

Die Studierenden erlernen und vertiefen in der Weiterbildung das selbständige Erkennen, Strukturieren, Analysieren und Beurteilen von Problemen des Berufsbereiches und deren Lösung. Sie lernen, Projekte mittels systematischen Projektmanagements zum Erfolg zu führen

Dabei liegt ein besonderes Augenmerk auf der Förderung des wirtschaftlichen Denkens und verantwortlichen Handelns in Führungspositionen und der damit verbundenen Fähigkeit zu konstruktiver Kritik und der Bewältigung von Konflikten.

---

<sup>1</sup>DQR Niveau 6

<sup>2</sup>Rahmenvereinbarung über Fachschulen; Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 07.11.2002 i.d.F. vom 02.06.2016 S.16

Nicht zuletzt vertiefen die Studierenden ihre Fähigkeiten, sprachlich sicher zu agieren, um in allen Kontexten des beruflichen Handelns bestehen zu können.

Die rasante Entwicklung digitaler Technologien und die damit einhergehenden, tiefgreifenden Veränderungen in der Wirtschaft, in Arbeitsprozessen und im Kommunikationsverhalten stellen auch neue Anforderungen an Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen. So ist auch der Tätigkeitsbereich der Techniker und Technikerinnen in vielen Bereichen durch zusätzliche Merkmale betroffen:

- Vernetzung der Infrastruktur sowie der gesamten Wertschöpfungskette,
- Erfassung, Transport, Speicherung und Auswertung großer Datenmengen,
- Echtzeitfähigkeit der Systeme,
- cyber-physische Systeme – intelligente, kommunikationsfähige und autonome Maschinen und Systeme,
- Verschmelzung von virtueller und realer Welt,
- Gewährleistung von Datensicherheit und Datenschutz.

Somit muss die klassische Trennung in prozess- und produktorientierte berufsspezifische Handlungsfelder zugunsten eines die Schnittstellen vernetzenden, stärker systemorientierten und unternehmerischen Handlungskontextes aufgelöst werden.<sup>3</sup>

Der Erwerb der dazu benötigten Kompetenzen muss, auch wenn sie in den Lernfeldmatrizen nicht explizit aufgeführt sein sollten, durch die unterrichtliche Umsetzung in den Fachschulen für Technik ermöglicht werden.

---

<sup>3</sup> Kompetenzorientiertes Qualifikationsprofil zur Integration der Thematik „Industrie 4.0“ in die Ausbildung an Fachschulen für Technik (Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 24.11.2017)

## 2 Grundlegung für die Fachrichtung Elektrotechnik

Die Elektrotechnik ist sowohl eine Ingenieurwissenschaft, die die Entwicklung, Herstellung und Verwendung elektrotechnischer Systeme untersucht, als auch das Aufgabenfeld vieler Industrie- und Handwerksberufe. Sie korrespondiert mit vielen natur- und technikkwissenschaftlichen Disziplinen (Physik, Mathematik, Informatik, Messtechnik, Informationstechnik, Prozessautomatisierungstechnik, Antriebstechnik, Kommunikationstechnik, Energietechnik, Steuerungs- und Regelungstechnik).

Die Curricula der Fachschule für Technik, Fachrichtung Elektrotechnik gehen deshalb konsequent von den praktischen Handlungsfeldern in den Industrie- und Handwerksberufen der Elektrotechnik aus. Die daraus entwickelten Lernfelder werden durch Kompetenzmatrizen abgebildet, die mit Hilfe von Wissenskategorien (siehe Kapitel 3) in möglichst kurzer Form die Inhalte strukturieren. In einer sich zunehmend beschleunigenden Entwicklung auf allen Gebieten der Technik soll die unterrichtliche Umsetzung der vorliegenden Curricula insbesondere dazu beitragen, die Studierenden zur Bewältigung und Mitgestaltung des permanenten technologischen Wandels zu befähigen.

Elektrotechnische Problemstellungen im gesellschaftlichen Kontext (etwa die Frage nach einem verantwortbaren Energiesystem) erfordern immer auch eine lernfeld- und fächerübergreifende Bearbeitung (Deutsch, Englisch, Politik, Wirtschaft, Recht und Umwelt) denn es geht in der Fachrichtung Elektrotechnik immer auch um die Befähigung zur rationalen Bewältigung von gesellschaftlich bedingten Lebenssituationen. Außer der Vermittlung von Urteils- und Handlungsfähigkeit sowie des dazu notwendigen gründlichen Fach- und Methodenwissens ist zugleich auch der Erwerb humaner und gesellschaftlich-politischer Kompetenzen erforderlich, insbesondere die Fähigkeit zur kritischen Auseinandersetzung mit den Auswirkungen der Elektrotechnik auf Umwelt und Gesellschaft.

Die Weiterbildung in der Fachrichtung Elektrotechnik trägt damit zu den übergeordneten Bildungszielen der Fachschule für Technik bei, da sie auf die Bewältigung zukünftiger Lebens- und Berufssituationen in einer hochgradig von elektrotechnischen Systemen durchdrungenen Gesellschaft vorbereitet.

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker der Fachrichtung Elektrotechnik werden mit vielfältigen technischen, organisatorischen und wirtschaftlichen Aufgaben betraut und z. B. bei der Planung, Projektierung, Auftragsabwicklung und dem Vertrieb, der Entwicklung und Produktion sowie bei der Instandhaltung und im Service elektro- und informationstechnischer Geräte, Systeme und Anlagen eingesetzt.

Die Breite der Verantwortung reicht von der Erledigung definiert vorgegebener Aufträge, der Mitwirkung bei der Abwicklung bis zur selbstständigen Planung und Durchführung von Projekten.

Um diesen Verantwortungsrahmen auszufüllen, sollen staatlich geprüfte Technikerinnen und Techniker

- Probleme analysieren, strukturieren und lösen,
- Informationen selbstständig beschaffen, auswerten und strukturieren,
- fähig sein, im Team zu arbeiten, aber auch Führungsaufgaben zu übernehmen,
- fähig sein, sich in einer Fremdsprache berufsbezogen zu informieren und gegebenenfalls zu kommunizieren,
- fähig sein, sich weiterzubilden.

Die unterschiedlichen Einsatzbereiche der staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker der Fachrichtung Elektrotechnik erfordern eine Differenzierung der Weiterbildung in die Schwerpunkte:

- **Automatisierungs- und Prozessleittechnik**
- **Energietechnik und Prozessautomatisierung**
- **Informations- und Kommunikationstechnik**
- **Technische Betriebswirtschaft**

Nachfolgend zum Vergleich die schwerpunktbezogenen Zielsetzungen der Weiterbildung:

### **Automatisierungs- und Prozessleittechnik**

- Projektierung, Planung, Entwicklung, Produktion, Montage und Inbetriebnahme von Anlagen der Prozessleittechnik sowie der Mess-, Steuerungs- und Regelungstechnik unter besonderer Berücksichtigung der Kommunikationstechniken in Automatisierungssystemen.
- Organisation, Überwachung und Ausführung spezifischer Aufgaben im Bereich von Service und Wartung unter Beachtung von Sicherheit, Wirtschaftlichkeit und Umweltverträglichkeit.

Die Weiterbildung zum Staatlich geprüften Elektrotechniker im Schwerpunkt Automatisierungs- und Prozessleittechnik soll die Studierenden befähigen, vielfältige Automatisierungsaufgaben in allen Bereichen der Prozesstechnik zu lösen. Automatisiert werden z. B. Produktionsanlagen der chemischen Industrie, der Nahrungsmittelindustrie, der Papierherstellung und vieler anderer verfahrenstechnischer Branchen sowie Anlagen der Energieerzeugung und Umwelttechnik.

Sensoren erfassen die Prozessgrößen (z. B. Temperatur und Druck) und Aktoren (z. B. moderne elektrische Stellantriebe) greifen gezielt in den Prozess ein. Die erforderlichen Steuer- und Regelfunktionen werden durch Automatisierungssysteme realisiert. Speicherprogrammierbare Steuerungen sorgen für den gewünschten Ablauf von Verfahren und Vorgängen. Regelungen bringen gemessene Größen auf gewünschte Werte und halten diese gegen Störeinflüsse konstant. Ein komfortables Prozessleitsystem ermöglicht durch Anwendung der Informations- und Kommunikationstechnik eine bedienergerechte, sichere und umweltschonende Führung der Prozesse. Dabei haben die konventionelle Signalverarbeitung mit normierten Einheitssignalen und die moderne Feldbustechnologie eine hohe Bedeutung.

### **Energietechnik und Prozessautomatisierung**

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker für Energietechnik und Prozessautomatisierung sind in der Lage Anlagen der Energietechnik zu projektieren, abzuändern und auf den aktuellen Stand der Entwicklung hin zu überprüfen. Diese Fähigkeiten können sie auf Anlagen, Netze und elektrische Maschinen der Energieerzeugung in Industrie- und Wohngebäuden und auf die Umformung, Verteilung und Steuerung des Energieflusses anwenden. Die Qualifizierung in der Prozessautomatisierung befähigt die Technikerinnen und Techniker, komplexe Prozess- und Produktionsabläufe sowohl bei Steuerungs- als auch bei Regelungsaufgaben zu projektieren, zu optimieren und auf individuelle Kunden-

wünsche und Produktionsbedingungen der Industrie anzupassen. Dabei sind die Technikerinnen und Techniker in der Lage Arbeitsprozesse aus den Bereichen des Service, der Reparatur und der Wartung zu organisieren, zu überwachen und auf verschiedene Betriebsbedingungen unter Beachtung von Sicherheit, Wirtschaftlichkeit und Umweltverträglichkeit anzuwenden.

### Informations- und Kommunikationstechnik

- Projektierung, Planung, Entwicklung, Produktion, Montage und Inbetriebnahme von Systemkomponenten und Anlagen der Informationsverarbeitung, -übertragung, -verteilung und -vermittlung,
- Organisation, Überwachung und Ausführung spezifischer Aufgaben im Bereich von Reparatur, Service und Wartung unter Beachtung von Sicherheit, Wirtschaftlichkeit und Umweltverträglichkeit.

Im Rahmen der beruflichen Tätigkeitsbereiche führt die staatlich geprüfte Technikerin/der staatlich geprüfte Techniker des Schwerpunkts Informations- und Kommunikationstechnik folgende typische Tätigkeiten unter Beachtung vorgegebener Regeln, Normen und Vorschriften aus:

- Führen Projekte auch mit Leitungsverantwortlichkeit durch
- Netzwerkinfrastruktur entsprechend den Bedürfnissen der Auftraggeber bereitstellen, konzipieren, entwerfen, installieren, in Betrieb nehmen und dokumentieren
- Entwickeln und vernetzen steuerungs- und regelungstechnische Anlagen sowohl für die Fertigungs- als auch die Gebäudetechnik
- Stellen die Anbindungen an öffentliche Netze bereit, regeln die Zugangskontrolle und ermöglichen sichere Kommunikation über unsichere Verbindungswege
- Setzen zur Vernetzung Funkssysteme ein und optimieren diese
- Installieren Betriebssysteme und konfigurieren Dienste nach Kundenanforderungen
- Planen Benutzer- und Ressourcen-Verwaltungskonzepte und setzen diese um
- Bauen, betreiben und programmieren Embedded Systeme für spezielle mess- und steuerungstechnische Problemstellungen
- Arbeiten sich selbständig in neue Technologien ein und entwickeln Ansätze für deren Implementierung im Unternehmen
- Planen Sicherheitskonzepte mit aktiven und passiven Schutzmaßnahmen für Netze und Daten

### Technische Betriebswirtschaft

Der große Anteil betriebswirtschaftlicher Problemstellungen innerhalb der Arbeitswelt stellt erhöhte Anforderungen an die Beschäftigten in der Industrie. Neue Organisationsformen und Managementtechniken bestimmen den betrieblichen Alltag und die Ausgestaltung von Geschäftsprozessen. Im Zentrum steht die Kundenorientierung, die die Wettbewerbsfähigkeit nachhaltig sichert. Das Unternehmen ist bestrebt, aus dem Zielkonflikt zwischen Qualität, Kosten und Termin die Ausprägung zu finden, die den Bedürfnissen der Kunden am besten entspricht. Hierfür sind neben technischen auch betriebswirtschaftliche Kompetenzen notwendig, um langfristig einen Markterfolg zu erzielen.

Im Rahmen des Studiums werden die unternehmerischen Kompetenzen in Lernfeldern abgebildet, die sowohl technische als auch betriebswirtschaftliche berufliche Handlungen umfassen. Die Studierenden projektieren und entwickeln folglich technische Systeme und Anlagen und nehmen sie in Betrieb. Ferner planen, steuern und optimieren sie Absatz-, Beschaffungs- und Leistungserstellungsprozesse. Außerdem gestalten sie die Unternehmenskultur mit und setzen diese personalwirtschaftlich um. Darüber hinaus bereiten die Technikerinnen und Techniker Investitionen vor und stellen deren Finanzierung sicher. Sie erfassen und überwachen die daraus entstehenden Wertströme zur Kostenkontrolle und Preisgestaltung.

ENTWURF

### 3 Theoretische Grundlagen des Lehrplans

Der vorliegende Lehrplan für Fachschulen in Hessen orientiert sich am aktuellen Anspruch beruflicher Bildung, Menschen auf Basis eines umfassenden Verständnisses handlungsfähig zu machen, also ihnen nicht alleine Wissen oder Qualifikationen, sondern Kompetenzen zu vermitteln. Eine im deutschsprachigen Raum anerkannte Grunddefinition von Kompetenz basiert auf dem US-amerikanischen Sprachwissenschaftler NOAM CHOMSKY, der diese als *Disposition zu einem eigenständigen, variablen Handeln* beschreibt (CHOMSKY, 1965). Das Kompetenzmodell von JOHN ERPENBECK und LUTZ VON ROSENSTIEL präzisiert dieses Basiskonzept, indem es sozial-kommunikative, personale und fachlich-methodische Kompetenzen unterscheidet (ERPENBECK, ROSENSTIEL, GROTE, SAUTER, 2017, S. XXI ff).

#### 3.1 Sozial-kommunikative Kompetenzen

Sozial-kommunikative Kompetenzen sind Dispositionen, kommunikativ und kooperativ selbstorganisiert zu handeln, d. h. sich mit anderen kreativ auseinander- und zusammensetzen, sich gruppen- und beziehungsorientiert zu verhalten, und neue Pläne, Aufgaben und Ziele zu entwickeln.

Diese werden im Kontext beruflichen Handelns nach EULER & REEMTSMA-THEIS (1999) konkretisiert und differenziert in einen (a) agentiven Schwerpunkt, einen (b) reflexiven Schwerpunkt und (c) deren Integration:

Zu (a): Fähigkeit zur Artikulation und Interpretation von verbalen und nonverbalen Äußerungen auf der Sach-, Beziehungs-, Selbstkundgabe- und Absichtsebene und Fähigkeit zur Artikulation und Interpretation von verbalen und nonverbalen Äußerungen im Rahmen einer Meta-Kommunikation auf der Sach-, Beziehungs-, Selbstkundgabe- und Absichtsebene.

Zu (b): Fähigkeit zur Klärung der Bedeutung und Ausprägung der situativen Bedingungen, insbesondere von zeitlichen und räumlichen Rahmenbedingungen der Kommunikation, 'Nachwirkungen' aus vorangegangenen Ereignissen, der sozialen Erwartungen an die Gesprächspartner, der Wirkungen aus der Gruppenzusammensetzung (jeweils im Hinblick auf die eigene Person sowie die Kommunikationspartner), Fähigkeit zur Klärung der Bedeutung und Ausprägung der personalen Bedingungen, insbesondere der emotionalen Befindlichkeit (Gefühle) der normativen Ausrichtung (Werte), der Handlungsprioritäten (Ziele), der fachlichen Grundlagen (Wissen), des Selbstkonzepts ('Bild' von der Person), (jeweils im Hinblick auf die eigene Person sowie die Kommunikationspartner), Fähigkeit zur Klärung der Übereinstimmung zwischen den äußeren Erwartungen an ein situationsgerechtes Handeln und den inneren Ansprüchen an ein authentisches Handeln.

Zu (c): Fähigkeit und Sensibilität, Kommunikationsstörungen zu identifizieren, und die Bereitschaft, sich mit ihnen (auch reflexiv) auseinanderzusetzen. Fähigkeit, reflexiv gewonnene Einsichten und Vorhaben in die Kommunikationsgestaltung einbringen und (ggf. unter Zuhilfenahme von Strategien der Handlungskontrolle) umsetzen zu können.

#### 3.2 Personale Kompetenzen

Personale Kompetenzen sind Dispositionen, sich selbst einzuschätzen, produktive Einstellungen, Werthaltungen, Motive und Selbstbilder zu entwickeln, eigene Begabungen, Moti-

vationen, Leistungsvorsätze zu entfalten und sich im Rahmen der Arbeit und außerhalb kreativ zu entwickeln und zu lernen.

LERCH (2013) bezeichnet personale Kompetenzen in Orientierung an aktuellen bildungswissenschaftlichen Konzepten auch als Selbstkompetenzen und unterscheidet dabei motivational-affektive Komponenten wie Selbstmotivation, Lern- und Leistungsbereitschaft, Sorgfalt, Flexibilität, Entscheidungsfähigkeit, Eigeninitiative, Verantwortungsfähigkeit, Zielstrebigkeit, Selbstvertrauen, Selbstständigkeit, Hilfsbereitschaft, Selbstkontrolle und Anstrengungsbereitschaft und strategisch-organisatorische Komponenten wie Selbstmanagement, Selbstorganisation, Zeitmanagement sowie Reflexionsfähigkeit. Hier sind auch sogenannte Lernkompetenzen (MANDL & FRIEDRICH, 2005) als jene personalen Kompetenzen einzuordnen, welche auf die eigenständige Organisation und Regulation des Lernens ausgerichtet sind.

### 3.3 Fachlich-methodische Kompetenzen

Fachlich-methodische Kompetenzen sind Dispositionen einer Person, bei der Lösung von sachlich-gegenständlichen Problemen geistig und physisch selbstorganisiert zu handeln, d. h. mit fachlichen und instrumentellen Kenntnissen, Fertigkeiten und Fähigkeiten kreativ Probleme zu lösen, Wissen sinnorientiert einzuordnen und zu bewerten; das schließt Dispositionen ein, Tätigkeiten, Aufgaben und Lösungen methodisch selbstorganisiert zu gestalten, sowie die Methoden selbst kreativ weiterzuentwickeln.

Fachlich-methodische Kompetenzen sind – im Sinne von ERPENBECK, ROSENSTIEL, GROTE, UND SAUTER (2017, S.XXI ff) – durch die Korrespondenz konkreter Handlungen und spezifischem Wissen beschreibbar. Wenn bekannt ist, was ein Mensch als Folge eines Lernprozesses können soll und auf welcher Wissensbasis dieses Können abgestützt sein soll, um ein eigenständiges und variables Handeln zu ermöglichen, kann sehr gezielt ein Unterricht geplant und gestaltet werden, der solche Kompetenzen integrativ vermittelt und eine Diagnostik entwickelt, mit welcher diese überprüft werden können. Im vorliegenden Lehrplan werden somit fachlich-methodische Kompetenzen als geschlossene Sinneinheiten aus Können und Wissen konkretisiert. Das Können wird dabei in Form einer beruflichen Handlung beschrieben, das Wissen in drei eigenständigen Kategorien auf mittlerem Konkretisierungsniveau spezifiziert: (a) Sachwissen, (b) Prozesswissen und (c) Reflexionswissen (PITTICH, 2013).

Zu (a): Sachwissen umfasst ein *anwendungs- und umsetzungsunabhängiges Wissen* über Dinge, Gegenstände, Geräte, Abläufe, Systeme etc. Es ist Teil fachlicher Systematiken und daher sachlogisch-hierarchisch strukturiert, wird durch assoziierendes Wahrnehmen, Verstehen und Merken erworben und ist damit die *gegenständliche Voraussetzung für ein eigenständiges, selbstreguliertes Handeln*. Beispiele: Aufbau eines Temperatursensors, Bauteile eines Kompaktreglers, Funktion eines Kompaktreglers, Aufbau einer Speicherprogrammierbaren Steuerung, Programmiersprache einer Speicherprogrammierbaren Steuerung, Struktur des Risikomanagement-Prozesses, EFQM-Modell.

Zu (b): Prozesswissen umfasst ein *anwendungs- und umsetzungsabhängiges Wissen* über berufliche Handlungssequenzen. Prozesse können auf drei verschiedenen Ebenen stattfinden, daher hat Prozesswissen entweder eine Produktdimension (Handhabung von Werkzeug, Material etc.), eine Aufgabendimension (Aufgaben-Typus, -Abfolgen etc.) oder eine Organisationsdimension (Geschäftsprozesse, Kreisläufe etc.). Prozesswissen ist immer Teil handlungsbezogener Systematiken und daher prozesslogisch-multizyklisch struk-



turiert, wird durch zielgerichtetes und feedback-gesteuertes Tun erworben und ist damit *funktionale Voraussetzung für ein eigenständiges, selbstreguliertes Handeln*. Beispiele: Kalibrierung eines Temperatursensors, Bedienung eines Kompaktreglers, Umgang mit der Programmierumgebung einer speicherprogrammierbaren Steuerung, Umsetzung des Risikomanagements, Handhabung einer EFQM-Zertifizierung.

Zu (c): Reflexionswissen umfasst ein *anwendungs- und umsetzungsunabhängiges Wissen*, welches hinter dem zugeordneten Sach- und Prozesswissen steht. Als konzeptuelles Wissen bildet es die theoretische Basis für das vorgeordnete Sach- und Prozesswissen und steht damit diesen gegenüber auf einer Meta-Ebene. Mit dem Reflexionswissen steht und fällt der Anspruch einer Kompetenz (und deren Erwerb). Seine Bestimmung erfolgt im Hinblick auf a) das unmittelbare Verständnis des Sach- und Prozesswissens (Erklärungsfunktion), b) die breitere wissenschaftliche Abstützung des Sach- und Prozesswissens (Fundierungsfunktion), c) die Relativierung des Sach- und Prozesswissens im Hinblick auf dessen berufliche Flexibilisierung und Dynamisierung (Transferfunktion). Umfang und Tiefe des Reflexionswissens werden ausschließlich so bestimmt, dass diesen drei Funktionen Rechnung getragen wird.

In der Trias dieser drei Wissenskategorien besteht ein bedeutsamer Zusammenhang: Das Sachwissen muss am Prozesswissen anschließen und umgekehrt, das Reflexionswissen muss sich auf die Hintergründe des Sach- und Prozesswissens eingrenzen. D. h., dass die hier anzuführenden Wissensbestandteile nur dann kompetenzrelevant sind, wenn sie innerhalb des hier eingrenzenden Handlungsrahmens liegen. Eine Teilkompetenz ist somit das Aggregat aus einer beruflichen Handlung und dem damit korrespondierenden Wissen:

Teilkompetenz			
Berufliche Handlung	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen

Innerhalb der einzelnen Lernfelder sind die einbezogenen Teilkompetenzen nicht zufällig angeordnet, gegenteilig folgen sie einem generativen Ansatz. D. h., dass die jeweils nachfolgende Teilkompetenz den Erwerb der vorausgehenden voraussetzt. Somit gelten innerhalb eines Lernfeldes alle Wissensaspekte, die in den vorausgehenden Teilkompetenzen konkretisiert wurden. Damit wird der Tatsache Rechnung getragen, dass Kompetenzen in einer sachlogischen Abfolge aufgebaut werden, dabei aber vermieden, dass innerhalb der Wissenszuordnungen der Teilkompetenzen nach unten zunehmend Redundanzen dargestellt werden.

### 3.4 Zielkategorien

Alle im Lehrplan aufgeführten Ziele lassen sich den folgenden Kategorien zuordnen:

1. Beruflich akzentuierte Zielkategorien: Kommunizieren & Kooperieren, Darstellen & Visualisieren, Informieren & Strukturieren, Planen & Projektieren, Entwerfen & Entwickeln, Realisieren & Betreiben und Evaluieren & Optimieren.
2. Mathematisch akzentuierte Zielkategorien: Operieren, Modellieren und Argumentieren.

Diese Kategorisierung soll in beruflicher Ausrichtung den Lehrplan mit dem Konzept der vollständigen Handlung (VOLPERT, 1980) hinterlegen, in mathematischer Ausrichtung mit dem O-M-A-Konzept (SILLER ET AL. 2014). Damit wird zum einen eine theoretisch abgestützte Differenzierung der vielfältigen Ziele beruflicher Lehrpläne erreicht, zum anderen die strukturelle Basis für eine nachvollziehbare und handhabbare Taxierung hergestellt.

### 3.4.1 Beruflich akzentuierte Zielkategorien

#### **Kommunizieren und Kooperieren**

Zum Kommunizieren gehören die schriftliche und mündliche Darlegung technischer, gestalterischer und betriebswirtschaftlicher Sachverhalte sowie die Führung einer Diskussion oder eines Diskurses über Problemstellungen unter Nutzung der erforderlichen Fachsprache. Das Spektrum der Zielkategorie reicht von einfachen Erläuterungen über fachlich fundierte Argumentation bis hin zur fachlichen Bewertung und Begründung technischer bzw. gestalterischer Zusammenhänge und Entscheidungen. Dabei sind die Sachverhalte und Problemstellungen inhaltlich klar, logisch strukturiert und anschaulich aufzubereiten. Der sachgemäße Gebrauch von Kommunikationsmedien und Kommunikationsplattformen sowie die Kenntnis der Kommunikationswege ermöglichen effektive Teamarbeit. Nicht zuletzt sind in diesem Zusammenhang der angemessene Umgang mit interkulturellen Aspekten sowie fremdsprachliche Kenntnisse erforderlich.

Kooperation ist eine wesentliche Voraussetzung zur Lösung komplexer Problemstellungen. Notwendig für erfolgreiche Kooperation ist Klarheit über die Gesamtzielsetzung, über die Teilziele, über die Schnittstellen und Randbedingungen sowie über die Arbeitsteilung und die Stärken und Schwächen aller Kooperationspartner. Um erfolgreich zu kooperieren, ist es erforderlich, die eigene Person und Leistung als Teil eines Ganzen zu sehen und einem gemeinsamen Ziel unterzuordnen. Auftretende Konflikte müssen respektvoll und sachbezogen gelöst werden.

#### **Darstellen und Visualisieren**

Diese Zielkategorie umfasst das Darstellen und Illustrieren technischer, gestalterischer und betriebswirtschaftlicher Sachverhalte, insbesondere das 'Übersetzen' abstrakter Daten und dynamischer Prozesse in fachgerechte Tabellen, Zeichnungen, Skizzen, Diagramme und weitere grafische Formen sowie beschreibende und erläuternde Texte. Dazu gehört es, geeignete Medien zur Visualisierung zu wählen, Sachverhalte, Problemstellungen und Lösungsvarianten in Dokumenten und Präsentationen darzustellen und zu erläutern. Ferner sind bei der Erstellung von Dokumenten die geltenden Normen und Konventionen zu beachten.

#### **Informieren und Strukturieren**

Das Internet bietet Information in großer Fülle zu vielen technischen, gestalterischen und betriebswirtschaftlichen Sachverhalten. Weitere Informationsquellen sind die wissenschaftliche Literatur und Dokumente aus den Betrieben und der Industrie sowie Experten und Kollegen. Sich umfassend und objektiv zu informieren stellt unter dieser Vielfalt eine grundsätzliche und wichtige Kompetenz dar. Die Studierenden sollen die Fähigkeit erwerben, zu Sachverhalten und Problemstellungen wichtige Informationsquellen zu benennen, sowie die Glaubwürdigkeit und Seriosität dieser Quellen anhand belastbarer Kriterien zu bewerten. Das Spektrum dieser Zielkategorie beinhaltet ferner die korrekte und sachgerechte Verwendung von Zitaten und die Beachtung von Persönlichkeitsrechten. Mit dem Informationserwerb geht die Strukturierung der Informationen durch zielgerechtes Auswählen, Zusammenfassen und Aufbereiten einher.

#### **Planen und Projektieren**

Diese Zielkategorie beinhaltet die wesentlichen Fertigkeiten und Kenntnisse, um komplexere und umfangreichere Aufgaben- oder Problemstellungen inhaltlich wie auch zeitlich zu

strukturieren, mit Qualitätssicherungsmaßnahmen zu belegen und die Kosten und Ressourcen zu kalkulieren und zu bewerten. Im Detail gehören dazu die Fähigkeiten, überprüfbare Kriterien und Planungsziele zu definieren und deren Umsetzung zu planen und zu kontrollieren. Die zeitliche und inhaltliche Gliederung der Aufgaben ist zu Zwecken der Kontrolle und Steuerung, der Kooperation und Visualisierung durch eine begründete Wahl von Projektmethoden und Werkzeugen sicherzustellen.

### **Entwerfen und Entwickeln**

Das Entwerfen ist die zielgerichtete geistige und kreative Vorbereitung eines später zu realisierenden Produktes. Dieses Produkt kann beispielsweise ein Modell, eine Kollektion, eine Vorrichtung, eine Schaltung, eine Baugruppe, ein Steuerungsprogramm oder auch ein Regelkreis sein. Das Ergebnis dieses Prozesses – der Entwurf – wird in Form von Texten, Zeichnungen, Grafiken, (Näh-) Proben, Schnittmustern, Schaltplänen, Modellen oder Berechnungen dokumentiert.

Entwickeln ist die zielgerichtete Konkretisierung eines Entwurfs oder Verbesserung eines bestehenden Produktes oder technischen Systems. Dabei bilden die Studierenden in Schritten stufenweise Detaillösungen zu den Problemstellungen ab. Die Kenntnis über Kreativitätstechniken, Analyse- und Berechnungsmethoden sowie deren fachspezifischen Anwendungen spielen in diesem Entwicklungsprozess eine zentrale Rolle.

### **Realisieren und Betreiben**

Neben dem eigentlichen Umsetzen des Entwurfs (z. B. Prototyp, Nullserie, Testanlage) geht es hier um die Inbetriebnahme, das Einbinden des Produktes in die Produktumgebung, das Messen und Prüfen der realisierten Komponenten und Modelle, die konkrete Fertigung, auch in Form einer Serie, die Integration einer Software in ein System, die Integration von Software und Hardware oder das Testen einer implementierten Software oder eines Verfahrens möglichst unter Realbedingungen. Dabei können auch geeignete Simulationsverfahren zum Einsatz kommen. Gewonnene Erkenntnisse können auf neue Problemstellungen transferiert werden. Damit ein technisches System dauerhaft funktioniert, sind ggf. Instandhaltungsmaßnahmen rechtzeitig, bedarfsgerecht und geplant unter Berücksichtigung der Wirtschaftlichkeit des gesamten Systems durchzuführen.

### **Evaluieren und Optimieren**

Im Interesse der Qualitätssicherung ist ein stetiges Reflektieren, Evaluieren und Optimieren erforderlich. Sowohl bei überschaubaren Arbeitspaketen als auch bei ganzen Projekten ist hinsichtlich der eingesetzten Methoden, Ressourcen, Kosten und erbrachten Ergebnisse zu klären: Was hat sich bewährt, was sollte bei der nächsten Gelegenheit wie verbessert werden (Lessons Learned)?

Die Kenntnis und Anwendung spezieller Methoden der Reflektion und Evaluation mit der dazugehörigen Datenerfassung und Auswertung sind in dieser Zielkategorie essenziell.

Jeder Prozess oder jede Anlage bedarf eines kontinuierlichen Verbesserungsprozesses (KVP). Dafür sind spezielle Kompetenzen notwendig, die die Datenerfassung, die Datenauswertung zur Identifikation von Verbesserungspotential und die Entscheidung für Maßnahmen unter Berücksichtigung von Effektivität und Effizienz ermöglichen.

Zur Bewältigung zukünftiger Herausforderungen im Privaten wie Beruflichen ist es wichtig, sich selbstbestimmt und selbstverantwortlich neuen Lerninhalten und Lernzielen zu stellen. Die Studierenden sollen deshalb unterschiedliche Lerntechniken kennen und anwen-

den sowie über das Reflektieren des eigenen Lernverhaltens in die Lage versetzt werden, ihren Lernprozess aus der Perspektive des lebenslangen Lernens bewusst und selbstständig zu gestalten und zu fördern.

### 3.4.2 Mathematisch akzentuierte Zielkategorien

Den mathematisch akzentuierten Zielkategorien werden die Handlungsdimensionen „Operieren“, „Modellieren“ und „Argumentieren“ (kurz: O-M-A) zu Grunde gelegt, welche sich nach SILLER ET. AL (2014) zum einen an grundlegenden mathematischen Tätigkeiten und zum anderen an den fundamentalen Ideen der Mathematik orientieren.

Die Dimension *Operieren* bezieht sich auf „die Planung sowie die korrekte, sinnvolle und effiziente Durchführung von Rechen- oder Konstruktionsabläufen und schließt z. B. geometrisches Konstruieren oder (...) das Arbeiten mit bzw. in Tabellen und Grafiken mit ein“ (BIFIE, 2013, S. 21).

Die Dimension *Modellieren* ist darauf ausgerichtet „in einem gegebenen Sachverhalt die relevanten mathematischen Beziehungen zu erkennen (...), allenfalls Annahmen zu treffen, Vereinfachungen bzw. Idealisierungen vorzunehmen und Ähnliches“ (BIFIE, 2013, S. 21).

Die Dimension *Argumentieren* fokussiert „eine korrekte und adäquate Verwendung mathematischer Eigenschaften, Beziehungen und Regeln sowie der mathematischen Fachsprache“ (BIFIE, 2013, S. 22).

### 3.5 Taxierung der Kompetenzen in drei Stufen

Die Qualität einer fachlich-methodischen Kompetenz kann nicht anhand einzelner Wissenskomponenten bemessen werden. Entscheidend ist hier vielmehr der Freiheitsgrad des Handlungsraums, in dem sie eingebettet ist. Nicht diejenigen, die hier in einzelnen Facetten das breiteste Wissen nachweisen können, sind die Kompetentesten, sondern diejenigen, deren Handlungsfähigkeit im einschlägigen Kontext am weitesten reicht. Hier lassen sich theoriebasiert drei Handlungsqualitäten unterscheiden:

Qualität 1 (linear-serielle Struktur):

Start und Ziel eindeutig, Umsetzung durch „reflektiertes Abarbeiten“ (Abfolgen).

Qualität 2 (zyklisch-verzweigte Struktur):

Start und Ziel eindeutig, Umsetzung durch das koordinierte Abarbeiten mehrerer Abfolgen und damit zusammenhängenden Auswahlentscheidungen (Algorithmen).

Qualität 3 (mehrschichtige Struktur):

Ziel und Start müssen definiert werden, Umsetzung durch Antizipieren tragfähiger Algorithmen bzw. deren Erprobung und reflektierter Kombination (Heuristiken).

Es ist erkennbar, dass die jeweils höhere Qualität die der vorausgehenden integriert. Handeln auf Ebene des Algorithmus bedingt die Beherrschung der darin zu vollziehenden Abfolgen, Handeln auf Heuristik-Ebene bedingt die Beherrschung der darin zu vollziehenden Algorithmen. Für die Qualität 1 ist daher Reflexionswissen funktional nicht erforderlich, trotzdem ist es für Lernende bedeutsam, da ein Verständnislernen immer interessanter und motivierender ist als ein rein funktionalistisches Lernen. Für Qualität 2 ist moderates Reflexionswissen erforderlich, da hier schon Entscheidungen eigenständig getroffen werden müssen. Mit dem Anspruchsniveau der erforderlichen Entscheidungen steigt der Bedarf an Reflexionswissen. Qualität 3 kann nur umgesetzt werden, wenn über das Reflexi-

onswissen der Stufe 2 hinaus weiteres Reflexionswissen verfügbar ist, welche neben, hinter oder über diesem steht. Um komplexe Probleme zu lösen, sind kognitive Freiheitsgrade erforderlich, die nur mit einem entsprechend tiefen Verständnis der jeweiligen Zusammenhänge erreicht werden können.

Diese Handlungsqualitäten können für den Lehrplan als Kompetenzstufen genutzt werden, denn sie repräsentieren Kompetenz-Unterschiede, welche nicht auf einem Kontinuum darstellbar sind, sondern sich in diskreten Qualitäten ausdrücken. Um die in den Lernfeldern aufgelisteten Kompetenz-Beschreibungen nicht zu überladen, wird im vorliegenden Lehrplan nicht jede einzelne Kompetenz in den drei Niveaustufen konkretisiert. Vielmehr erfolgt dies entlang der beruflichen und mathematischen Zielkategorien.

ENTWURF

## 3.5.1 Taxonomietabelle für beruflich akzentuierte Zielkategorien

Zielkategorien	Stufe I (Abfolge)	Stufe II (Algorithmus)	Stufe III (Heuristik)
<b>Kommunizieren &amp; Kooperieren</b>	Mitteilen und Annehmen von Informationen, koagierend zusammenarbeiten	an konstruktiven, adaptiven Gesprächen teilnehmen, kooperierend zusammenarbeiten	komplexe bzw. konfliktäre Gespräche führen, Kooperationen gestalten und steuern, Konflikte lösen
<b>Darstellen &amp; Visualisieren</b>	Präsentieren von klaren Gegenständlichkeiten, Fakten, Strukturen, Details	Präsentieren von eindeutigen Zusammenhängen und Funktionen mittels geeignet ausgewählter Darstellungsformen	Präsentieren und Dokumentieren komplexer Zusammenhänge und offener Sachverhalte mittels geeigneter Werkzeuge und Methoden
<b>Informieren &amp; Strukturieren</b>	Handhaben von Informationsmaterialien, Finden und Ordnen von Informationen	Finden einschlägiger Informationsmaterialien, Verifizieren, Selektieren und Ordnen von Informationen	Umsetzen offener Informationsbedarfe, von der Quellensuche bis zur strukturierten Information
<b>Planen &amp; Projektieren</b>	Problemstellungen inhaltlich strukturieren und zeitlich gliedern	routinenaher Projekte inhaltlich strukturieren und zeitlich gliedern	komplexe Projekte inhaltlich strukturieren und zeitlich gliedern unter Beachtung verfügbarer Ressourcen
<b>Entwerfen &amp; Entwickeln</b>	Umsetzen einfacher Ideen in Skizzen, Plänen oder konkreten Lösungen	Abgleichen konkurrierender Ideen, Umsetzen in Skizzen, Plänen oder konkreten Lösungen	Integration einzelner Ideen zu einer Gesamtlösung, Umsetzen in Skizzen, Plänen oder konkreten Lösungen
<b>Realisieren &amp; Betreiben</b>	Aktivieren und Kontrollieren serieller Prozesse	Aktivieren und Regulieren zyklischer Prozesse	Abstimmen, Aktivieren und Modulieren mehrschichtiger Prozesse
<b>Evaluieren &amp; Optimieren</b>	Bewerten entlang eines standardisierten Rasters, Umsetzen unmittelbarer Konsequenzen	Bewerten entlang eines offenen Rasters, Herleiten und Umsetzen von adäquaten Konsequenzen	Bewerten in Anwendung eigenständiger Kategorien, Herleiten und Umsetzen von adäquaten Konsequenzen

## 3.5.2 Taxonomietabelle für mathematisch akzentuierte Zielkategorien

Zielkategorien	Stufe I (Abfolge)	Stufe II (Algorithmus)	Stufe III (Heuristik)
<b>mathematisches Operieren</b>	Anwenden eines gegebenen bzw. vertrauten Verfahrens im Sinne eines Abarbeitens bzw. Ausführens	Abarbeiten und Ausführen mehrschrittiger Verfahren ggf. durch Rechneinsatz und Nutzung von Kontrollmöglichkeiten	Erkennen, ob ein bestimmtes Verfahren auf eine gegebene Situation passt, das Verfahren anpassen und ggf. weiterentwickeln
<b>mathematisches Modellieren</b>	Durchführen eines Darstellungswechsels zwischen Kontext und mathematischer Repräsentation Verwenden vertrauter und direkt erkennbarer Standardmodelle zur Beschreibung einer vorgegebenen (mathematisierter) Situation	Beschreiben vorgegebener (mathematisierter) Situation durch mathematische Standardmodelle bzw. mathematische Zusammenhänge Erkennen und Setzen von Rahmenbedingungen zum Einsatz von mathematischen Standardmodellen Anwenden von Standardmodellen auf neuartige Situationen Finden einer Passung zwischen geeigneten mathematischen Modellen und realen Situationen	komplexe Modellierung einer vorgegebenen Situation Reflektieren der Lösungsvarianten bzw. der Modellwahl Beurteilen der zugrunde gelegten Lösungsverfahren
<b>mathematisches Argumentieren</b>	einfache fachsprachliche Begründungen ausführen; das Zutreffen eines Zusammenhangs oder Verfahrens bzw. die Passung eines Begriffes auf eine gegebene Situation prüfen	mehrschrittige mathematische Standard-Argumentationen durchführen und beschreiben Nachvollziehen und Erläutern von mathematischen Begriffen, Sätzen, Verfahren, Darstellungen, Argumentationsketten und Kontexten fachlich und fachsprachlich korrekte Erklärung von einfachen mathematischen Sachverhalten, Resultaten und Entscheidungen	mathematische Argumentationen prüfen bzw. vervollständigen eigenständige Argumentationsketten aufbauen

### 3.6 Zusammenfassung

Das hier zugrundeliegende Kompetenzmodell schließt drei Kompetenzklassen nach ER-PENBECK, ROSENSTIEL, GROTE, SAUTER (2017, XXI ff.) ein: Sozial-kommunikative Kompetenzen, personale Kompetenzen (bzw. Selbstkompetenzen) und fachlich-methodische Kompetenzen.

Sozial-kommunikative Kompetenzen werden nach EULER & REEMTSMA-THEIS (1999) in einen agentiven Schwerpunkt, einen reflexiven Schwerpunkt und deren Integration unterteilt. Personale Kompetenzen (bzw. Selbstkompetenzen) werden nach LERCH (2013) in motivational-affektive und strategisch-organisatorische Komponenten unterschieden. Für diese beiden Kompetenzklassen sieht der Lehrplan keine weitere Detaillierung vor, da die Entwicklung überfachlicher Kompetenzen – durch deren enge Verschränkung mit der persönlichen Entwicklung des Individuums – deutlich anderen Gesetzmäßigkeiten unterliegt als die Entwicklung fachlich-methodischer Kompetenzen. Eine Anregung und Unterstützung in der Entwicklung überfachlicher Kompetenzen durch den Fachschulunterricht kann daher auch nicht entlang einer jahresplanmäßigen Umsetzung einzelner, thematisch determinierter Lernstrecken erfolgen, sondern muss vielmehr fortlaufend produktiv und dabei aber auch reflexiv in die Vermittlung fachlich-methodischer Kompetenzen eingebettet werden.

Im Zentrum dieses Lehrplankonzepts stehen die fachlich-methodischen Kompetenzen und deren differenzierte und taxiierte curriculare Dokumentation. Teilkompetenzen sind hierbei Aggregate aus spezifischen beruflichen Handlungen und dem diesen jeweils zugeordneten Wissen. Dabei unterscheidet man zwischen Sach-, Prozess- und Reflexionswissen. Als Basis für einen kompetenzorientierten Unterricht konkretisiert dieser Lehrplan zusammenhängende Komplexe aus Handlungskomponenten und Wissenskomponenten auf einem mittleren Konkretisierungsniveau. Der Fachschulunterricht wird dann erstens durch die Explikation und Konkretisierung der Handlungs- und Wissenskomponenten inhaltlich ausgestaltet und zweitens durch die Umsetzung der Taxonomietabellen (Tabellen in Abschnitt 3.5.1 und 3.5.2) in seinem Anspruch dimensioniert. Damit besteht einerseits eine curriculare Rahmung, die dem Anspruch eines Kompetenzstufenmodells gerecht wird, zum anderen liegen die für Fachschulen erforderlichen Freiheitsgrade vor, um der Heterogenität der Adressatengruppen gerecht werden und dem technologischen Wandel folgen zu können.



## 4 Organisation der Kompetenzen und Kenntnisse

### 4.1 Lernfelder

Wie der vorausgehende Lehrplan ist auch dieser in Lernfelder segmentiert. Als Novität ist hier nun zwischen berufsbezogenen Lernfeldern und Querschnitt-Lernfeldern zu unterscheiden (Abbildung 1).

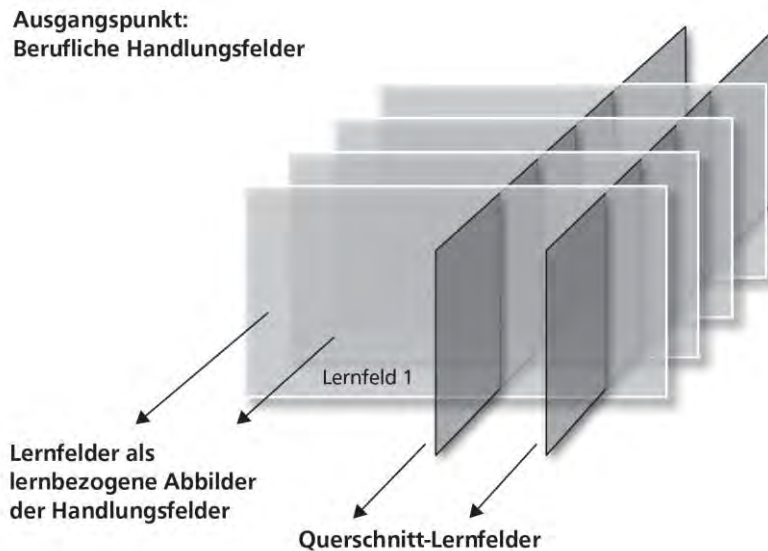


Abbildung 1: Beziehung von berufsbezogenen Lernfeldern als lernbezogene Abbilder beruflicher Handlungsfelder und Querschnitt-Lernfeldern.

**Berufsbezogene Lernfelder** sind curriculare Teilsegmente, welche sich aus einer spezifischen didaktischen Transformation beruflicher Handlungsfelder ergeben (BADER, 2004, S. 1). Wesentlich ist hierbei, dass die für das jeweilige Berufssegment wesentlichen Tätigkeitsbereiche adressiert werden. Relevante berufliche Handlungsfelder haben Gegenwarts- und Zukunftsbedeutung, ihre didaktische Reduktion in das Format eines Lernfeldes folgt dem Prinzip der Exemplarität (KLAFKI, 1964). Somit steht jedes einzelne Lernfeld des Lehrplans für einen gegenwarts- und zukunftsrelevanten Ausschnitt des dazugehörigen Berufssegments, als Gesamtheit repräsentieren sie dieses als exemplarisches Gesamtgefüge.

**Querschnitt-Lernfelder** integrieren übergreifende Aspekte der berufsbezogenen Lernfelder und adressieren entsprechend primär Grundlagenthemen, welche innerhalb der berufsbezogenen Lernfelder bedeutsam sind, jedoch diesbezüglich vorbereitend oder ergänzend vermittelt werden müssen. Insbesondere handelt es sich hier um mathematische, naturwissenschaftliche, informatische, volks- und betriebswirtschaftliche, gestalterische und ästhetische Kenntnisse bzw. Fertigkeiten, welche sich im Hinblick auf die Berufskompetenzen als Basis- oder Bezugskategorien darstellen. Zu den Querschnitt-Lernfeldern gehört die fachrichtungsbezogene Mathematik.

Innerhalb jeden Lernfeldes werden dessen Nummer, Bezeichnung sowie Zeit-Horizont dargestellt und insbesondere die darin adressierten Lernziele. Die Abfolge der Lernfelder im Lehrplan ist nicht beliebig, impliziert jedoch keine Reihenfolge der Vermittlung. In den *berufsbezogenen* Lernfeldern werden die Lernziele durch (weitgehend fachlich-methodische) Kompetenzen beschrieben (TENBERG, 2011, S. 61 ff). Dies erfolgt in Aggre-

gaten aus beruflichen Handlungen und zugeordnetem Wissen. Diese Lehrplaninhalte sind angesichts der Streuung und Unschärfe beruflicher Tätigkeitsspektren in den jeweiligen Segmenten sowie der Dynamik des technisch-produktiven Wandels auf einem mittleren Konkretisierungsniveau angelegt. Zur Taxierung dieser Lernziele liegt eine eigenständige Tabelle (siehe Abschnitt 3.5.1) vor, welche geordnet nach Zielkategorien die jeweils erforderlichen Handlungsqualitäten für die Stufen 1 (Minimalanspruch), 2 (Regelanspruch) und 3 (hoher Anspruch) konkretisiert. Zur Taxierung der Lernziele in der Mathematik (beruflicher Lernbereich) liegt eine gesonderte Tabelle (siehe Abschnitt 3.5.2) mit gleichem Aufbau vor. In den übrigen *Querschnitt*-Lernfeldern werden die Lernziele entweder durch Kenntnisse oder durch Fertigkeiten beschrieben. Sie werden dabei weder taxiert noch zeitlich näher präzisiert, da dieses nur im Rahmen der schulspezifischen Umsetzung möglich und sinnvoll erscheint. Als Orientierung dient hier jeweils der in den berufsbezogenen Lernfeldern konkret feststellbare Anspruch an übergreifende Aspekte.

## 4.2 Stundentafel

Die Stundentafel ist nach den zwei Ausbildungsabschnitten gegliedert und gibt für jedes Lernfeld Zeitrichtwerte an. Die Lernfelder können durch die Schulen frei auf die beiden Ausbildungsabschnitte verteilt werden. Die Summe der Wochenstunden im beruflichen Lernbereich muss immer 2000 Stunden betragen.

		Unterrichtsstunden	
		1. Ausbildungsabschnitt	2. Ausbildungsabschnitt
<b>Beruflicher Lernbereich</b>			
Mathematik		200	
Projektarbeit			200
<b>Lernfelder</b>			
LF 1	Projekte mittels systematischem Projektmanagement zum Erfolg führen		120
LF 2	Informationstechnik für Aufgaben in der Automatisierung nutzen		160
LF 3	Physikalische, chemische, elektrische und thermodynamische Phänomene analysieren sowie deren Gesetze bei der Automatisierung berücksichtigen		240
LF 4	Auswahl und Einsatz von Sensoren und Messsystemen in der Automatisierungstechnik		200
LF 5	Steuerungen für Prozesse entwickeln, bereitstellen, in Betrieb nehmen, optimieren und dokumentieren		240
LF 6	Regelungen für Prozesse entwickeln, in Betrieb nehmen, optimieren und dokumentieren		240
LF 7	Auswahl und Einsatz von Aktoren und Antrieben in der Automatisierungstechnik		200
LF 8	Leitsysteme für verfahrens- und fertigungstechnische Prozesse projektieren, konfigurieren und betreiben		200

4.3 Beruflicher Lernbereich

4.3.1 Mathematik (Querschnitt-Lernfeld) [200 h]

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	MATHEMATIK		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... handhaben algebraische Verfahren, beispielsweise zur Auslegung elektrischer Netze.	Zahlenmengen <ul style="list-style-type: none"> <li>• natürliche Zahlen</li> <li>• ganze Zahlen</li> <li>• rationale Zahlen</li> <li>• irrationale Zahlen</li> <li>• reelle Zahlen</li> <li>• komplexe Zahlen</li> </ul> Algebraische Gleichungen <ul style="list-style-type: none"> <li>• linear</li> <li>• quadratisch</li> <li>• exponentiell</li> <li>• gemischt</li> </ul> Lineare Gleichungssysteme Potenz- und Logarithmenregeln	Standardlösungsverfahren, z. B. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Äquivalenzumformung,</li> <li>• pq - Formel</li> <li>• Einsetzverfahren</li> <li>• Additionsverfahren</li> <li>• Gaußalgorithmus</li> </ul> Methoden der Abschätzung Ergebniskontrolle	Axiome des mathematischen Körpers Rechengesetze <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kommutativgesetz</li> <li>• Assoziativgesetz</li> <li>• Distributivgesetz</li> </ul> Operatoren Gauß'sche Zahlenebene
... nutzen geometrische und trigonometrische Verfahren zur Lösung geometrischer Problemstellungen u.a. im Rahmen steuerungs- und regelungstechnischer Aufgabenstellungen	Satz des Pythagoras trigonometrische Seitenverhältnisse Einheitskreis Sinus- und Kosinussatz Flächen und Volumina geometrischer Formen und Körper	Berechnung von Längen, Abständen und Winkeln Berechnung realer Flächen und Körper Approximation von Flächen und Volumina	Ähnlichkeits- und Kongruenzsätze für Dreiecke Strahlensatz euklidische Axiome

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	MATHEMATIK		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... <b>handhaben</b> mathematische Funktionen zur Modellierung und Lösung u.a. im Rahmen technischer und wirtschaftlicher Problemstellungen, auch mittels Software, wie Kennlinien von Bauelementen, Ladekurve eines Kondensators.	Darstellungsformen und Funktionsvorschriften • Ganzrationale Funktionen, insbesondere lineare und quadratische • Trigonometrische Funktionen • e-Funktion Charakteristika • Steigung • Nullstellen, Abszissenabstand • Scheitelpunkt • Periodizität Wertebereich, Definitionsbereich	Berechnung der Charakteristika Wechsel der Darstellungsformen, z. B. • Normal-, Scheitelpunktform, Linearfaktor-darstellung • Implizite, explizite Funktionsvorschrift • Graph und Wertetabelle Funktionsermittlung Differenzenquotient Funktionsdarstellung mittels Software Konstruktion trigonometrischer Funktionen mit Hilfe des Einheitskreises	Trigonometrische Grundlagen Relationen und Abbildungen • kartesisches Produkt • Subjektivität, Injektivität, Bijektivität Funktionsbegriff Mathematisches Modell vs. Realbezug
... beschreiben periodische Vorgänge (beispielsweise Wechselstromgrößen und der Regelungstechnik) mit Hilfe komplexer Rechnung.	Gauß'sche Zahlenebene Kartesische und Exponentialform komplexer Zahlen Kreisfrequenz	Wechsel zwischen den Darstellungsformen Addition, Subtraktion, Multiplikation und Division komplexer Zahlen Konstruktion von Zeigerdiagrammen in der Gauß'schen Zahlenebene	Trigonometrische Grundlagen Euler'sche Formel Potenzgesetze
HINWEISE:	Wo immer möglich, sollten Anwendungsbeispiele aus dem Kontext der anderen Lernfelder der Fachrichtung / des Schwerpunktes gewählt werden.		

4.3.2 Projektarbeit [200h]

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	Vorbemerkung	Organisatorische Hinweise
<p>... analysieren und strukturieren eine Problemstellung und lösen sie praxisgerecht</p> <p>... bewerten und präsentieren das Handlungsprodukt und den Arbeitsprozess</p> <p>... berücksichtigen Aspekte wie z. B. Wirtschaftlichkeit, Energie- und Rohstoffeinsatz, Fragen der Arbeitsergonomie und Arbeitssicherheit, Haftung und Gewährleistung, Qualitätssicherung, Auswirkungen auf Mensch und Umwelt sowie Entsorgung und Recycling</p> <p>... legen besonderen Wert auf die Förderung von Kommunikation und Kooperation</p>	<p>Für die Projektarbeit werden fachrichtungsbezogene und lernfeldübergreifende Aufgaben bearbeitet, die sich aus den betrieblichen Einsatzbereichen von Technikerinnen und Technikern ergeben. Die Aufgabenstellung ist so offen zu formulieren, dass sie die Aktivität der Studierenden in der Gruppe herausfordert und unterschiedliche Lösungsvarianten zulässt. Durch den lernfeldübergreifenden Ansatz können Beziehungen und Zusammenhänge der einzelnen Fächer und Lernfelder hergestellt werden. Die Projektarbeit findet interdisziplinär statt. In allen Fächern und Lernfeldern soll über eine entsprechende Problem- und Aufgabenorientierung die methodische Vorbereitung für die Durchführung der Projekte geleistet werden.</p>	<p>Mit den Studierenden werden die Zielvorstellungen, die inhaltlichen Anforderungen sowie die Durchführungsmodalitäten besprochen. Die Studierenden sollen in der Regel Projekte aus der betrieblichen Praxis in Kooperation mit Betrieben bearbeiten. Die Vorschläge für Projektaufgaben sind durch einen Anforderungskatalog möglichst genau zu beschreiben.</p> <p>Alle eingebrachten Projektvorschläge werden durch die zuständige Konferenz geprüft, z. B. auf Realisierbarkeit, Finanzierbarkeit, ausgewählt und beschlossen. Jede Projektarbeit wird von einem Lehrerinnen/Lehrerteam betreut. Die <b>im LF1 „Projekte mittels systematischen Projektmanagements zum Erfolg führen“ erworbenen Kenntnisse und Fertigkeiten müssen angewendet werden.</b></p> <p>Es empfiehlt sich während der Projektphase Projektstage einzuführen, an denen nach Rücksprache die am Projekt beteiligten Lehrerinnen und Lehrer beratend zur Verfügung stehen. Während dieser Zeit können die Studierenden die Projektarbeit beim Auftraggeber im Betrieb und in den Räumlichkeiten der Schule durchführen. Da es sich um eine Schulveranstaltung handelt, besteht für die Studierenden während dieser Tätigkeit ein Versicherungsschutz gegen Unfall- und Haftpflichtschäden.</p>
HINWEISE:	Die Bewertung der Projektarbeit erfolgt auf der Grundlage bestehender Rechtsmittel. In die Bewertung gehen Projektverlauf, Dokumentation, Präsentation und Kolloquium ein.	

**4.3.3 Lernfeld 1: Projekte mittels systematischen Projektmanagements zum Erfolg führen [120 h]**

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF1: PROJEKTE MITTELS SYSTEMATISCHEN PROJEKTMANAGEMENTS ZUM ERFOLG FÜHREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... kommunizieren effizient und organisieren sich selbst im Projektgeschehen.	Präsentationstechniken Kommunikationssituationen Führung Motivation Konflikte und Krisen Zeitmanagement Arbeitsteilung Klassische und agile Vorgangsmodelle im Projektmanagement	Vorbereitung und Durchführung einer Präsentation Vorbereitung und Durchführen eines Projektmeetings Analyse eines Konfliktes Durchführung und Dokumentation eines Problemlösungsverfahrens Planung und Einteilung der eigenen Arbeitszeit	Kommunikationsmodelle Effektivität als Prinzip Prinzip der systematischen Kommunikation Bedeutung von Selbst- und Fremdwahrnehmung für Konfliktmanagement und Führung Hybrides Projektmanagement
... initialisieren und definieren ein Vorhaben als Projekt.	Inhalt und Bedeutung der Projektphasen Projekttypen Projekt- und Projektmanagementdefinition Kreativitätstechniken Projektziele <ul style="list-style-type: none"> <li>• Qualität,</li> <li>• Kosten und Termine,</li> <li>• Leistungsziele etc.</li> </ul>	Moderation kreativer Prozesse Zielfindung, –formulierung und Abgrenzung Strukturierung der Projektziele	Prinzip der Zielorientierung
... planen eine Projektdurchführung.	Meilensteine Projektaufwand und -budget sachliche und soziale Projektumfeldfaktoren Risiko, Chance, Maßnahmen zur Risikoverminderung Unternehmens- und Projektorganisations-	Phasenplanung Beurteilung des Projektes auf Machbarkeit Projektumfeldanalyse Risikoanalyse Aufstellung einer Projektorganisation Erstellung des Projektauftrages	Prinzip der Ergebnisorientierung Prinzip der personalisierten Verantwortungen

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF1: PROJEKTE MITTELS SYSTEMATISCHEN PROJEKTMANAGEMENTS ZUM ERFOLG FÜHREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
	formen, Rollen im Projekt Lasten- und Pflichtenheft, Projektauftrag, Projekthandbuch Projektstrukturplan, Arbeitspakete Ablauf- und Terminplan Einsatzmittelplan, Kapazitätsplan, Kostenplan	Erstellung des Projektstrukturplans Durchführung Ablauf- und Terminplanung Erstellung einer Einsatzmittel- und Kostenplanung	
... realisieren das Projekt.	Kosten- und Termentrendanalyse Berichtswesen Projektsteuerung	Stakeholder Management Risikomanagement Überwachung und Steuerung der Projektrealisierung Erstellung, Pflege, und Kommunikation der Projektdokumentation	PM-Regelkreis Prinzip des rechtzeitigen Handelns
... schließen ein Projekt ab.	Übergabeprotokoll Endabnahme	Abschluss der Projektdokumentation Projektübergabe und Abschlusspräsentation Projektreflexion Lessons Learned	
HINWEISE:	Die Kompetenzen in diesem Lernfeld orientieren sich an der ICB (International Competence Baseline, siehe auch <a href="https://www.gpm-ipma.de/know_how/pm_normen_und_standards/standard_icb_4.html">https://www.gpm-ipma.de/know_how/pm_normen_und_standards/standard_icb_4.html</a> ).		



## 4.3.4 Lernfeld 2: Informationstechnik für Aufgaben in der Automatisierung nutzen [160h]

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF2 INFORMATIONSTECHNIK FÜR AUFGABEN IN DER AUTOMATISIERUNG NUTZEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... nutzen Grundlagen der Digitaltechnik um Aufgaben der Automatisierungstechnik zu lösen.	Grundverknüpfungen, Operatoren Diagramme zur Vereinfachung von Schaltfunktionen (z.B. KV-Diagramm)	Entwicklung / Vereinfachung digitaler Schaltungen mit Hilfe der <b>Boole'schen</b> Algebra	<b>Boole'sche</b> Algebra Zahlensysteme
... visualisieren Abläufe und Algorithmen.	Standardisierte Diagramme (z. B. Nassi-Shneiderman, Zustandsdiagramme) Notationen, Symbolik, Normen	normgerechte Anwendung der Symbolik und der Visualisierung von Programmabläufen	Graphentheorie
... entwickeln strukturierte Programme.	Kontrollstrukturen Funktionen Programmier- / Softwareentwicklungsumgebungen	Entwicklung und Dokumentation eigener Algorithmen Erstellung und Überprüfung von Programmcode in einer Entwicklungsumgebung	Prinzipien der strukturierten Programmierung
... vernetzen verschiedene Komponenten der Automatisierungstechnik.	Netzwerktopologien, -geräte und -protokolle Echtzeitfunktionalität, Ausfallsicherheit und Skalierbarkeit Adressnutzung und Internetanbindung	industrietaugliches Netzwerkdesign Anbindung eines Automatisierungsnetzwerkes an bestehende lokale und globale Netze	Industrial Internet of Things

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF2 INFORMATIONSTECHNIK FÜR AUFGABEN IN DER AUTOMATISIERUNG NUTZEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... schützen die Netze vor Angriffen von außen.	Firewalling Datenkonzepte für Edge-Computing Angriffsszenarien und Schutzmaßnahmen Tunneling, Authentifizierung und Verschlüsselung	Einhaltung und Weiterentwicklung von Security-Konzepten Realisierung von Virtuellen Privaten Netzen (VPN)	IT-Grundschutz
... gewährleisten Verfügbarkeit der benötigten Daten.	Ausfallsicherheit USV Backup Patch-Management	Erstellung einer Risikobewertung Entwicklung und Einhaltung von Pflegeroutinen Vereinbarung der Regeln Auswahl und Einsatz geeigneter Komponenten	informatische Hintergründe für die Pflege und Wartung von Systemen und Datenbeständen
HINWEISE:			

#### 4.3.5 Lernfeld 3 (Querschnitt-Lernfeld): Physikalische, chemische, elektrische und thermodynamische Phänomene analysieren sowie deren Gesetze bei der Automatisierung berücksichtigen [240h]

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF3 PHYSIKALISCHE, CHEMISCHE, ELEKTRISCHE UND THERMODYNAMISCHE PHÄNOMENE ANALYSIEREN SOWIE DEREN GESETZE BEI DER AUTOMATISIERUNG BERÜCKSICHTIGEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... unterscheiden und bestimmen Kräfte, Arbeit und Leistung bei stationärer, linearer Bewegung.	SI-Einheiten Weg, Zeit, Geschwindigkeit, Beschleunigung Masse, Kraft, Arbeit, Leistung, Moment Vektoren als Kraftpfeile potentielle und kinetische Energie beschleunigte und stationäre Bewegung Wirkung von Kräften auf feste Körper	Bestimmung von Kräften Bestimmung des Kräftegleichgewichts Vektorrechnung Bestimmung von linearer und kreisförmiger Geschwindigkeit und Beschleunigung	Prinzip des Kräfte- und Momentengleichgewichts Bewegungsgleichungen
... neutralisieren Säuren und Laugen und messen pH-Werte und Leitfähigkeiten.	Reaktionsenthalpie Säure- Base- Gleichgewicht Konzentration in logarithmischer Darstellung	Herstellung von Lösungen in verschiedenen Konzentrationen Titration nach dem für den jeweiligen Sensor typischen Verfahren Auswertung der Versuchsdaten mittels moderner Messtechnik Quantitative Bestimmung der zur Neutralisation notwendigen Stoffmenge	Massenwirkungsgesetz Periodensystem der Elemente Unterschied zwischen direkten und indirekten Messverfahren

Automatisierungs- und Prozessleittechnik

Fachschule für Technik

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF3 PHYSIKALISCHE, CHEMISCHE, ELEKTRISCHE UND THERMODYNAMISCHE PHÄNOMENE ANALYSIEREN SOWIE DEREN GESETZE BEI DER AUTOMATISIERUNG BERÜCKSICHTIGEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... bestimmen Massenströme von Fluiden und messen Druck an ruhenden und strömenden Medien.	Dichte Druck Temperatur Normzustand von Fluiden kompressibles und inkompressibles Fluid	Berechnung von Stoffwerten unter Prozessbedingungen Quantitative Angabe des Massenstroms bei Fluiden Ermittlung von statischem und dynamischem Druck	Energieerhaltungssatz Bernoulligleichung Kontinuitätsgleichung Ideales Gasgesetz Boyle-Mariotte
... kennen und unterscheiden die Erscheinungsformen von Energie und deren Transportgesetze auch unter Berücksichtigung des Phasenübergangs.	Temperatur Wärme Wärmeleitung Wärmekapazität Wärmeinhalt elektrische Größen elektrische Arbeit mechanische Größen mechanische Arbeit	Bewertung der Überführbarkeit der Energie von einer Erscheinungsform in eine andere Ermittlung von Energiemengen mittels den jeweiligen Transportgesetzen	Ohm'sches Gesetz erster Hauptsatz der Thermodynamik latente und fühlbare Wärme
... beschreiben und berechnen das Verhalten von passiven Bauelementen im Gleichstromkreis.	Schaltung von Widerständen Spannungsteiler Brückenschaltung Elektrisches Feld Kondensator und Spule im Gleichstromkreis	Aufbau von Messschaltungen Darstellung von Bauteilkennlinien Pegelanpassung über Widerstandsnetzwerke Messungen im Stromkreis	Kirchhoff'sche Regeln Pegelanpassung von elektrischen Signalen

Automatisierungs- und Prozessleittechnik

Fachschule für Technik

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF3 PHYSIKALISCHE, CHEMISCHE, ELEKTRISCHE UND THERMODYNAMISCHE PHÄNOMENE ANALYSIEREN SOWIE DEREN GESETZE BEI DER AUTOMATISIERUNG BERÜCKSICHTIGEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... beschreiben und berechnen das Verhalten von passiven Bauelementen im Wechselstromkreis.	Grundbegriffe Reihen- und Parallelschaltung passiver Bauelemente Phasenverschiebung elektrische Leistung elektrische Arbeit Wirkungsgrad Normen zur Gefährdung durch elektrischen Strom	Kompensation von Blindstrom Stromversorgung mit Sekundärspannung Dimensionierung von Leitungen	Wirkprinzipien der elektronischen Bauelemente
... lesen, erstellen oder ändern Stromlaufpläne sowie Schaltpläne und setzen die Inhalte technologisch um.	aktuelle Normen für Schaltpläne und Dokumente der Elektrotechnik	Erstellung normgerechter Dokumentationen Fehlersuche in Baugruppen	
HINWEISE:	Halbleiter werden im LF7 behandelt, LF7 kann bei Bedarf auch teilweise in den ersten Ausbildungsabschnitt vorgezogen werden.		

**4.3.6 Lernfeld 4: Auswahl und Einsatz von Sensoren und Messsystemen in der Automatisierungstechnik [200h]**

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF4 AUSWAHL UND EINSATZ VON SENSOREN UND MESSSYSTEMEN IN DER AUTOMATISIERUNGSTECHNIK		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... analysieren Arten von Messfehlern sowie deren Behandlung bzw. Vermeidung.	Fehlerarten Ursachen der Messfehler Regelwerke zu Messfehlern	Einstufung nach Fehlerklassen Berechnung von Gesamtfehlern Auswahl der Messgeräte nach der notwendigen Genauigkeit	wirtschaftliche und bedarfsgerechte Instrumentierung Statistische Grundlagen
... wählen geeignete Sensoren für die wichtigsten Prozessgrößen in der entsprechenden Messumgebung aus.	physikalische Messverfahren <ul style="list-style-type: none"> <li>• Drucksensoren</li> <li>• Temperatursensoren</li> <li>• Durchflusssensoren</li> <li>• Füllstandssensoren</li> <li>• Massenstromsensoren</li> </ul>	Adäquate Auswahl einschlägiger Sensoren Anpassung des Sensors an die Anlage und das Medium Berücksichtigung von wirtschaftlichen, betriebsspezifischen und messtechnischen Kriterien	systematischer Messfehler Sicherheit der Anlage
... passen die Signale der Sensoren an standardisierte Pegel an und minimieren Störungen sowie systematische Fehler.	Messkette Abschirmung Masseschleifen Messumformer Speisen und Trennen	Ausführung von Messketten in analoger Technik Anwendung von Strategien zur Vermeidung von Störsignalen	systematische Fehler

## Automatisierungs- und Prozessleittechnik

## Fachschule für Technik

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF4 AUSWAHL UND EINSATZ VON SENSOREN UND MESSSYSTEMEN IN DER AUTOMATISIERUNGSTECHNIK		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... konzipieren Systeme um analoge oder digitale Signale zu übertragen.	Einheitssignale Digitale Datenübertragung Feldbussysteme IP-Netze	Auswahl der Komponenten nach geforderter Spezifikation	Unterschiede zwischen analogen und digitalen Signalen
... konzipieren (auch automatisierte) Messsysteme für Kontroll-, Prüf- oder Überwachungsaufgaben.	mechatronische Systeme automatisierte Handhabung	Prozessüberwachung im sicherheits-, umwelt- und gesundheitsrelevanten Bereich Automatisierung von Prüfungen	Arbeits- und Umweltschutz Verbessern des Betriebsergebnisses durch Automatisierung
... wählen die Ausführung der Sensoren und den Aufwand der Installation nach den Ex-Schutz Anforderungen.	Explosionsdreieck explosionsgefährdete Zonen Geräteklassen Zündschutzarten Temperaturklassen ATEX-Richtlinien Kennzeichnung und Konformitätserklärung	Beurteilung der Prozessumgebung Auswahl der Maßnahmen Berücksichtigung des Sicherheitskonzepts bei der Instrumentierung	Schutz von Produkt, Anlage, Personal und Umwelt

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF4 AUSWAHL UND EINSATZ VON SENSOREN UND MESSSYSTEMEN IN DER AUTOMATISIERUNGSTECHNIK		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... beachten die Richtlinien der Funktionalen Sicherheit (SIL) bei Planung und Ausführung.	Gesetzliche Anforderungen Sicherheit von Maschinen Risikograph Funktionale Sicherheit von Sicherheitstechnischen Systemen Funktionale Sicherheit sicherheitsbezogener elektronischer, programmierbarer Systeme	Berücksichtigung von SIL bei Planung, Produktion und Instandhaltung	wirtschaftliche Vorteile durch prozessintegrierte Instandhaltung
HINWEISE:	Wenn die Möglichkeit besteht, sollen Modelle mit industriellen Geräten verwendet werden.		



## 4.3.7 Lernfeld 5: Steuerungen für Prozesse entwickeln, bereitstellen, in Betrieb nehmen, optimieren und dokumentieren [240h]

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF5 STEUERUNGEN FÜR PROZESSE ENTWICKELN, BEREITSTELLEN, IN BETRIEB NEHMEN, OPTIMIEREN UND DOKUMENTIEREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... nutzen gängige Hardwarekomponenten zur Realisierung von Steuerungen.	mechanische Komponenten elektrische-/elektropneumatische Komponenten pneumatische Komponenten hydraulische Komponenten Pneumatik und Hydraulikschaltpläne	Analyse und Erstellung von Stromlauf-, Hydraulik- oder Pneumatikschaltplänen	
... wählen eine Steuerung (Peripherie, Hard- und Software) für eine zu realisierende Steuerungsaufgabe aus und parametrieren diese.	Aufbau und Funktionsweise von Steuerungen zyklische Arbeitsweise aufgabenspezifische Hardware Fehlersicherheit	aufgaben- und ortsspezifische Auswahl und Zusammenstellung von Automatisierungshardware	Prämissen einer aufgaben- und zielorientierten Hardwareauswahl
... entwickeln einfache Steuerungsprogramme mithilfe von Bibliotheken und konfigurieren die entsprechende Hard- und Software aufgabenbezogen, parametrieren diese und nehmen sie in Betrieb.	Automatisierungssoftware Programmiersprachen (z. B. FUP, SCL/ Hochsprachen) Simulationsumgebungen Bibliotheksfähigkeit Datentypen (z. B. eigene Datentypen, Rezepte) Anbindungsarten von Busteilnehmern Entwurfsmethoden für Verknüpfungssteuerungen	Erstellung, Dokumentation und Inbetriebnahme von Steuerungsprogrammen Umwandlung/Normierung von verschiedenen Datentypen Übertragung von Sensorsignalen mithilfe geeigneter Technologien Aufbereitung und Anpassung von digitalen und analogen Sensorsignalen für die Prozessverwaltung Erstellung und Verwendung bibliotheksfähiger Bausteine	

Automatisierungs- und Prozessleittechnik

Fachschule für Technik

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF5 STEUERUNGEN FÜR PROZESSE ENTWICKELN, BEREITSTELLEN, IN BETRIEB NEHMEN, OPTIMIEREN UND DOKUMENTIEREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... erfassen, analysieren und planen Steuerungen, erstellen diese unter Einhaltung der Normen, setzen sie steuerungstechnisch um und überprüfend deren Funktion selbstständig.	Entwurfsmethoden für Ablaufsteuerungen DIN EN 60648 / IEC 611313 GRAFCET Zustandsgraphen und Struktogramme strukturierte Programmierung	Normgerechte Darstellung und programmtechnische Umsetzung von Abläufen. Entwurf von Ablaufsteuerungen Auswahl der Programmiersprache Auswahl der Entwurfsmethode Zielgerichtete und anwendungsbezogene Verwendung verschiedener Programmiersprachen. Erstellung von Funktionsbeschreibungen und Bedienungsanleitungen	Softwarequalität
... nutzen HMI Interfaces zur Projektierung und Steuerung.	Visualisierungssoftware Webserverfunktionen Herstellerübergreifende Kommunikationsstandards Bedien- und Beobachtungsfunktionen	Erstellung und Parametrierung benutzerfreundlicher Bedienoberflächen	Ergonomie Datenkonsistenz
... arbeiten sich in komplexe Programme ein, erfassen deren Struktur und Funktion, erkennen Fehler selbstständig, passen die Programme an und erweitern diese.	Fehleranalyse Strategien zur Fehlerbeseitigung Diagnosefunktionen	Nutzung von Strukturen aus fremden Programmen für die Fehlersuche	

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF5 STEUERUNGEN FÜR PROZESSE ENTWICKELN, BEREITSTELLEN, IN BETRIEB NEHMEN, OPTIMIEREN UND DOKUMENTIEREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... planen und parametrieren fehlersichere Steuerungen.	sicherheitstechnische Hardwaremaßnahmen sicherheitstechnische Softwaremaßnahmen Sicherheitsschaltungen fehlersichere Steuerungen Strategien zur Fehlervermeidung	Parametrierung, Inbetriebnahme und Wartung von fehlersicheren Steuerungen	
HINWEISE:	Hochsprachen spielen bei der Programmierung (z. B. Strukturierung großer Datenmengen) eine immer wichtigere Rolle.		

## 4.3.8 Lernfeld 6: Regelungen für Prozesse entwickeln, in Betrieb nehmen, optimieren und dokumentieren [240h]

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF6 REGELUNGEN FÜR PROZESSE ENTWICKELN, IN BETRIEB NEHMEN, OPTIMIEREN UND DOKUMENTIEREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... wählen Komponenten für einen Regelkreis oder eine Steuerung aus.	Wirkungsplan Signale regelungs- und steuerungstechnische Grundbegriffe Merkmale Steuerung - Regelung Regelungsarten allpolige Schaltpläne	Zeichnung von Blockschaltbildern und allpoligen Schaltplänen Auswahl von Mess- und Stelleinrichtung Aufbau von einfachen Regelkreisen	Prinzip der Gegenkopplung
... nehmen Sprungantworten und Kennlinien von Regelstrecken auf.	Kennlinien von Regelstrecken Zeitverhalten von Regelstrecken Kenngrößen verschiedener Regelstrecken der Ordnung null bis n mit und ohne Ausgleich Regelbarkeit	Aufnahme von Sprungantworten und Kennlinien Beachtung von Sicherheitsaspekten bei der Sprungantwortaufnahme Bestimmung von Kenngrößen aus Sprungantworten und Kennlinien Beurteilung und Bestimmung der Regelbarkeit	
... wählen geeignete Regler aus.	Reglerarten (kontinuierlich, Zweipunktregler, Dreipunktregler) Reglerstrukturen (P-, I-, PI-, PD- und PID-Regler) Reglerkenngrößen Auswahlkriterien für Regler	Aufnahme und Auswertung von Reglersprungantworten Beurteilung des Reglereingriffes Auswahl passender Regler für vorhandene Regelstrecken	Bedeutung des Differenzierens und Integrierens

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...		LF6 REGELUNGEN FÜR PROZESSE ENTWICKELN, IN BETRIEB NEHMEN, OPTIMIEREN UND DOKUMENTIEREN		
		Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... parametrieren und optimieren Regler.		Störungs- und Führungsverhalten Parametrierverfahren für Regler (CHR, ZN, T-Summe...) Stabilität im Regelkreis Gütekriterien einer Regelung	Bedienung eines Hardware- bzw. Softwarereglers Parametrierung von Reglern Nachoptimierung von Reglern mit empirischen Verfahren Beurteilung der Regelgüte	
... planen erweiterte und mehrschleifige Regelkreise.		Kaskade Störgrößenaufschaltung Verhältnisregelung	Aufbau und Inbetriebnahme einer Kaskadenregelung Verbesserung der Regelgüte durch eine Störgrößenaufschaltung Auswahl von Hilfsregelgrößen	
... simulieren Regelkreise rechnergestützt.		Simulationssoftware Verfahren zur Modellbildung Plausibilitätsbetrachtung	Simulation von realen Regelkreisen Übertragung der Simulationsergebnisse auf die reale Anlage Anwendung und Einsatz von Simulationssoftware	Übertragbarkeit der Simulationsergebnisse in die Realität
HINWEISE:	Wenn die Möglichkeit besteht, sollen Modelle mit industriellen Geräten verwendet werden.			

4.3.9 Lernfeld 7: Auswahl und Einsatz von Aktoren und Antrieben in der Automatisierungstechnik [200h]

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF7 AUSWAHL UND EINSATZ VON AKTOREN UND ANTRIEBEN IN DER AUTOMATISIERUNGSTECHNIK		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... verwenden leistungselektronische Grundsaltungen.	Halbleiterbauelemente (Dioden, Transistoren, Thyristoren) Netzteil Pulsweitenmodulation (DC, AC) Gleichstromsteller Gleichrichter Wechselrichter 4-Quadrantensteller	Planung von Netzteilen nach Kundenvorgaben	
... analysieren die Antriebsaufgabe des Kunden unter Berücksichtigung verschiedener Last- und Prozesssituationen.	Lastarten (z. B. Hubvorrichtungen, Rührwerke, Lüfter) mechanische und energetische Grundlagen (z. B. Drehbewegung, Längsbewegung, Drehmomentbedarf, Leistungsbedarf) drehzahl-/positionsvariable Anforderungen Motor/Generatorbetrieb	Erfassung und Beschreibung der Last- und Prozesssituation	Topologie des mechanischen Antriebsstrangs vollständige und strukturierte Auslegung Normbauteile

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF7 AUSWAHL UND EINSATZ VON AKTOREN UND ANTRIEBEN IN DER AUTOMATISIERUNGSTECHNIK		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... planen und dimensionieren einen Antrieb unter Berücksichtigung des Betriebsumfeldes.	<p>Motorarten                      Kenndaten elektrischer Antriebe                      Arbeitsbereich (z. B. 4-Quadranten Betrieb)                      Länderspezifikation                      Umgebungsbedingungen (z. B. Schutzarten, Bauformen, Ex-Schutz, E-Effizienz, Kühlarten)                      Einflussgrößen der Betriebssicherheit                      Betriebsarten                      Isolationsklassen                      Energiebereitstellung</p>	<p>Projektierung und Dokumentation von Antriebssystemen nach Anforderungen                      Erfassung des Antriebssystems und Berücksichtigung des Betriebsumfeldes</p>	<p>Anlagensicherheit</p>
... nehmen Antriebssysteme in Betrieb.	<p>Anschluss                      Schutzklassen                      Typenschild                      Schaltungsarten                      einstellen/parametrieren/optimieren                      Sicherheitsmaßnahmen und Richtlinien                      Optimierungsmöglichkeiten</p>	<p>Anschluss des Antriebssystems                      Anpassung und Überprüfung des Antriebssystems                      Übergabe des Antriebssystems und dessen Dokumentation</p>	<p>Kosteneinsparpotentiale</p>

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF7 AUSWAHL UND EINSATZ VON AKTOREN UND ANTRIEBEN IN DER AUTOMATISIERUNGSTECHNIK		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... steuern, regeln und parametrieren Antriebssysteme unter Berücksichtigung der aktuellen Technologiestandards.	<p>Antriebs- und Ansteuermethoden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Anlauf, Bremsen</li> <li>• drehzahlverstellbar</li> <li>• positionierbar</li> </ul> <p>Frequenzumrichter, Softstarter Software-Steuerung/Regelung mittels Technologieobjekten Motor-/Generatorbetrieb</p>	<p>anwendungsspezifische Ansteuerung des Antriebs Nutzung von Soft- und Hardwaresteuerungen zur Realisierung von Antriebssteuerungen und Regelungen</p>	<p>Fehlervermeidung Qualitätsmanagement</p>
... halten Antriebssysteme instand und warten sie.	<p>Herstellervorgaben Umweltaspekte Wartungspläne Sicherheitsmaßnahmen und Richtlinien Fehlersuchstrategie</p>	<p>Erstellung von Wartungsplänen und Durchführung der Wartung Fehleranalyse eines Antriebssystems</p>	
... dimensionieren Aktoren für fluide Stoffe.	<p>Stellorgane (Absperrarmaturen, Stellarmaturen, Sicherheitsarmaturen) Kv-Werte und Rohrleitungsklassen Stellantriebe (z. B. pneumatisch, hydraulisch, elektrisch, elektromagnetisch, elektromotorisch) Stellungsregler I/P Wandler</p>	<p>anwendungs-/anlagenspezifische Auswahl und Auslegung von Aktoren und Antrieben</p>	
HINWEISE:	Wenn die Möglichkeit besteht, sollen Modelle mit industriellen Geräten verwendet werden.		



**4.3.10 Lernfeld 8: Leitsysteme für verfahrens- und fertigungstechnische Prozesse projektieren, konfigurieren und betreiben [200h]**

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF8 LEITSYSTEME FÜR VERFAHRENS- UND FERTIGUNGSTECHNISCHE PROZESSE PROJEKTIEREN, KONFIGURIEREN UND BETREIBEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... planen Prozessautomatisierungs- bzw. Leitsysteme.	<p>Aufbau und Funktionen eines Leitsystems                      Sicherheitskonzepte                      Bedienkonzepte                      Steuerungs- und Regelkonzepte                      Redundanz                      R&amp;I-Fließbilder                      PLT-Stellenpläne und -blätter                      übergeordnete Systeme (z. B. MES)                      Gültige Normen und Richtlinien</p>	<p>Erstellung von R&amp;I-Fließbildern sowie PLT-Stellenplänen (EMSR-Stellenplänen) und -blättern                      Definition und Dokumentation der Schnittstellen zu übergeordneten Systemen (z. B. MES)</p>	<p>Aufgabenkategorien der Leittechnik</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Prozessführung</li> <li>• Prozessüberwachung</li> <li>• Prozessstabilisierung</li> <li>• Prozesssicherung</li> <li>• Prozessoptimierung</li> <li>• Prozessbilanzierung</li> </ul> <p>Automatisierungspyramide</p>
... projektieren Leitsystemhardware.	<p>Anzeige- und Bedienkomponenten                      prozessferne Komponenten                      prozessnahe Komponenten                      Prozessperipherie                      Bussysteme                      Sicherheitseinrichtungen</p>	<p>Hardwarekonfiguration                      Einbindung der Prozessperipherie                      Kommunikation mit übergeordneten Systemen</p>	<p>Echtzeitfähigkeit                      Zuverlässigkeit</p>

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF8 LEITSYSTEME FÜR VERFAHRENS- UND FERTIGUNGSTECHNISCHE PROZESSE PROJEKTIEREN, KONFIGURIEREN UND BETREIBEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... konfigurieren Leitsystemsoftware.	Konfigurationsebene der Leitsystemsoftware Bibliotheksbausteine Softwareregler Ablaufsteuerungen Rezepte Alarmhierarchie Animationsarten	Softwarekonfiguration Konfiguration von Steuerungen und Regelungen Konfiguration des Alarmsystems Visualisierung von Prozessabbildern	<b>Boole'sche</b> Algebra Digitale Repräsentation von Daten Prinzipien zur Verbesserung der Änderbarkeit (Softwarequalität) Bediensicherheit Ergonomie
... betreiben Leitsysteme.	Funktionen der Bedienebene der Leitsystemsoftware Datenbanken	Umgang mit der Bedienebene der Leitsystemsoftware Aufzeichnen von Daten Datenanalyse	relationales Datenbankmodell Möglichkeiten und Risiken von Fernwartung und Webdiagnose in der industriellen Prozesstechnik
HINWEISE:	Sensoren und Aktoren werden immer intelligenter. Die zunehmende Vernetzung und die dadurch mögliche Verfügbarkeit aller relevanten Informationen in Echtzeit sowie die angestrebte Fähigkeit, aus den Daten den zu jedem Zeitpunkt optimalen Wertschöpfungsfluss abzuleiten, löst die als „Industrie 4.0“ bezeichnete nächste industrielle Revolution aus. Diese wird jetzt noch schwer abschätzbare Folgen für die Leittechnik und das hier beschriebene Lernfeld haben. Daher sind die hier genannten Wissensaspekte zukünftig flexibel an den Stand der Technik anzupassen.		

## 5 Handhabung des Lehrplans

Die in Kapitel 3 theoretisch begründete strukturell-curriculare Rahmung impliziert einen anspruchsvollen kompetenzorientierten Unterricht. Um die darin gesetzten Vorgaben unterrichtswirksam zu machen, gilt es folgende Prämissen zu berücksichtigen:

- Moderner Fachschulunterricht ist *lernerorientiert*, d. h., dass alle zu planenden Unterrichtsprozesse sich primär an Lernprozessen ausrichten sollen, nicht an Lehrprozessen. Lernprozesse sollen einer kasuistisch-operativen Umsetzungslogik (handlungssystematisch) folgen, die von einer theoretisch-abstrakten Objektivierungslogik (fachsystematisch) ergänzt wird.
- Die Zielbildung in den Querschnitt-Lernfeldern erfolgt als Explikation der Lehrplan-Inhalte durch die *Beschreibung von Wissens- und Fertigungszielen*. Ihr Umfang und Anspruch bemisst sich aus deren jeweiliger Bedeutung für die korrespondierenden fachlich-methodischen Kompetenzen.
- Im Rahmen der beruflichen Lernfelder ist die Explikation von *beruflichen Handlungen* der curriculare Ausgangspunkt der Unterrichtsplanung. Damit wird von Anfang an geklärt, welches Wissen in welchen Handlungszusammenhängen von den Studierenden erworben werden soll. Die im Lehrplan vollzogene Beschreibung der Kompetenzen auf einem mittleren Niveau gilt es dabei in der konkreten Unterrichtskonzeption adäquat zu den jeweils vorliegenden Rahmenbedingungen und im jeweils aktuellen technisch-produktiven, gestalterischen oder betriebswirtschaftlichen Kontext zu konkretisieren.
- Die genaue Zusammenstellung eines unterrichtsrelevanten Gebildes aus Kompetenzen erfolgt über einen einschlägigen *Berufskontext*, welcher dann auch als übergreifende Lernsituation den Gesamtrahmen der jeweiligen Unterrichtseinheit bildet.
- Kompetenzerwerb setzt *Verständnisprozesse* voraus, welche durch eine *Problemorientierung* des Unterrichts ausgelöst werden. Je anspruchsvoller die Problemstellungen, desto höher das zu erreichende Kompetenz-Niveau.
- Kompetenzen im Sinne eines verstandenen Handelns erfordern einschlägiges Sach- und Prozesswissen mit entsprechendem Reflexionswissen mit unmittelbarem Bezug zu dessen *berufsspezifischer Nutzung*, daher soll sich der Kompetenzerwerb in *sinnvollen* Abschnitten zwischen kasuistisch-operativen Phasen (handlungssystematisch) und theoretisch-abstrakten Phasen (fachsystematisch) *wechselseitig ergänzen*.
- *Fachsystematische Lernprozesse* gehen von den Fachwissenschaften aus, beinhalten deren Systematiken und bilden damit ein anwendungsübergreifendes Gerüst für das berufliche Handeln. Sie sind zudem der Raum für die Auseinandersetzung mit den mathematisch-naturwissenschaftlichen bzw. gestalterischen Hintergründen. Lern-Reflexionen beziehen sich hier auf die Kategorien „Wissen“ (kognitive Reproduktion) und „Verstehen“ (kognitive Anwendung).
- *Handlungssystematische Lernprozesse* gehen von beruflichen Prozessen aus, beinhalten deren Eigenlogik und bilden damit anwendungsbezogene Ankerpunkte für das berufliche Handeln. Lernreflexionen beziehen sich hier auf die Kategorie „Können“ (operative Anwendung).
- *Lernerfolgsmessung* kann sich im Einzelnen auf „Wissen“, „Verständnis“ oder „Können“ beziehen, der Anspruch einer Kompetenzdiagnostik kann aber nur dann erfüllt werden, wenn alle drei oben genannten Komponenten *integrativ erhoben* werden, und mit den Zielkategorien *taxiert* werden.
- Der Erwerb sozial-kommunikativer Kompetenzen erfordert *kollektive Lernformen*, wird aber nicht allein durch diese gewährleistet. Entscheidend ist hier ein bewusster und re-

flektierter Kompetenzerwerb, daher sind sozial-kommunikative Kompetenz-Ziele den Studierenden zu kommunizieren, deren Erwerb zu thematisieren und zu reflektieren.

- Der Erwerb von Personalkompetenzen (bzw. Selbstkompetenzen) erfordert die Akzentuierung motivationaler, affektiver und strategisch-organisationaler Auseinandersetzungen der Studierenden mit sich und ihrem Lernen. Fachschulunterricht sollte daher das *Lernen als eigenständigen Lerngegenstand* begreifen und dies pädagogisch und methodisch angemessen umsetzen.

ENTWURF

## 6 Literaturverzeichnis

- Bader, R. (2004): Strategien zur Umsetzung des Lernfeld-Konzepts. In: bwp@ spezial 1
- BIFIE (Hrsg.). (2013). Standardisierte kompetenzorientierte Reifeprüfung. Reife- und Diplomprüfung. Grundlagen – Entwicklung – Implementierung. Unter Mitarbeit von H. Cesnik, S. Dahm, C. Dorninger, E. Dousset-Ortner, K. Eberharter, R. Fless-Klinger, M. Frebort, G. Friedl-Lucyshyn, D. Frötscher, R. Gleeson, A. Pinter, F. J., Punter, S. Reif-Breitwieser, E. Sattlberger, F. Schaffenrath, G. Sigott, H.-S. Siller, P. Simon, C. Spöttl, J. Steinfeld, E. Süß-Stepancik, I. Thelen-Schaefer & B. Zisser. Wien: Herausgeber.
- Chomsky, N. (1965). Aspects of the theory of syntax. Cambridge, Mass: M.I.T. Press.
- Erpenbeck, J. / Rosenstiel, L. / Grote S. / Sauter W. (2017): Handbuch Kompetenzmessung: Erkennen, verstehen und bewerten von Kompetenzen in der betrieblichen, pädagogischen und psychologischen Praxis. Stuttgart, Schäfer & Pöschel
- Euler, D. / Reemtsma-Theis, M. (1999): Sozialkompetenzen? Über die Klärung einer didaktischen Zielkategorie. In: Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik, Heft 2, S. 168 - 198.
- Klafki, W. (1964): Didaktische Analyse als Kern der Unterrichtsvorbereitung in: Roth, H. / Blumenthal, A. (Hrsg.): Grundlegende Aufsätze aus der Zeitschrift Die Deutsche Schule, Hannover 1964, S. 5 - 34.
- Lerch, S. (2013): Selbstkompetenz – eine neue Kategorie zur eigens gesollten Optimierung? Theoretische Analyse und empirische Befunde. In: REPORT 1/2013 (36. Jg.) S. 25 - 34.
- Mandl, H. / Friedrich H.F. (Hrsg.) (2005): Handbuch Lernstrategien. Göttingen, Hogrefe.
- Pittich, D. (2013). Diagnostik fachlich-methodischer Kompetenzen. Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag
- Siller, H.-S., Bruder, R., Hascher, T., Linnemann, T., Steinfeld, J., & Sattlberger, E. (2014). Stufung mathematischer Kompetenzen am Ende der Sekundarstufe II – eine Konkretisierung. In J. Roth & J. Ames (Hrsg.), Beiträge zum Mathematikunterricht 2014, Münster: WTM, S. 1135 - 1138.
- Tenberg, R. (2011): Vermittlung fachlicher und überfachlicher Kompetenzen in technischen Berufen. Theorie und Praxis der Technikdidaktik. Stuttgart: Steiner
- Volpert, W. (1980): Beiträge zur psychologischen Handlungstheorie. Bern: Huber.



# Lehrplan

## Zweijährige Fachschule für Technik

### FACHRICHTUNG ELEKTROTECHNIK

### SCHWERPUNKT ENERGIETECHNIK UND PROZESSAUTOMATISIERUNG

ENTWURF

Impressum

Hessisches Kultusministerium  
Luisenplatz 10, 65185 Wiesbaden  
Tel.: 0611 368-0  
Fax: 0611 368-2096

E-Mail: [poststelle@hkm.hessen.de](mailto:poststelle@hkm.hessen.de)  
Internet: [www.kultusministerium.hessen.de](http://www.kultusministerium.hessen.de)

**Inhaltsverzeichnis**

1	Bedeutung der Fachschule für Technik in der Bildungslandschaft.....	4
2	Grundlegung für die Fachrichtung Elektrotechnik .....	6
3	Theoretische Grundlagen des Lehrplans .....	10
3.1	Sozial-kommunikative Kompetenzen .....	10
3.2	Personale Kompetenzen .....	10
3.3	Fachlich-methodische Kompetenzen .....	11
3.4	Zielkategorien.....	12
3.4.1	Beruflich akzentuierte Zielkategorien.....	13
3.4.2	Mathematisch akzentuierte Zielkategorien .....	15
3.5	Taxierung der Kompetenzen in drei Stufen .....	15
3.5.1	Taxonomietabelle für beruflich akzentuierte Zielkategorien.....	17
3.5.2	Taxonomietabelle für mathematisch akzentuierte Zielkategorien .....	18
3.6	Zusammenfassung.....	19
4	Organisation der Kompetenzen und Kenntnisse .....	20
4.1	Lernfelder .....	20
4.2	Studentafel .....	22
4.3	Beruflicher Lernbereich .....	23
4.3.1	Mathematik (Querschnitt-Lernfeld) .....	23
4.3.2	Projektarbeit .....	25
4.3.3	Lernfeld 1: Projekte mittels systematischen Projektmanagements zum Erfolg führen .....	26
4.3.4	Lernfeld 2: Informationstechnik für Aufgaben in der Energietechnik und Prozessautomatisierung nutzen .....	28
4.3.5	Lernfeld 3: Elektronische Schaltungen, Baugruppen und Geräte analysieren und entwerfen .....	30
4.3.6	Lernfeld 4: Energietechnische Anlagen planen, dimensionieren, erstellen, überwachen und regeln .....	32
4.3.7	Lernfeld 5: Gebäudetechnische Systeme und Steuerungen planen, dimensionieren und erstellen.....	35
4.3.8	Lernfeld 6: Antriebssysteme planen, in Betrieb nehmen und instand halten .....	38
4.3.9	Lernfeld 7: Produktionssysteme planen, organisieren und optimieren .....	41
4.3.10	Lernfeld 8: Produktionsumfeld und aktuelle Technologien analysieren und bei der Projektierung berücksichtigen.....	44
5	Handhabung des Lehrplans .....	46
6	Literaturverzeichnis .....	48



## 1 Bedeutung der Fachschule für Technik in der Bildungslandschaft

Die Fachschulen sind Einrichtungen der beruflichen Weiterbildung und schließen an eine einschlägige berufliche Ausbildung an. Sie bieten die Möglichkeit zu beruflicher Weiterqualifizierung aus der Praxis für die Praxis und ermöglichen dabei das Erreichen der höchsten Qualifizierungsebene in der beruflichen Bildung.<sup>1</sup>

In der Rahmenvereinbarung der Kultusministerkonferenz zu Fachschulen wird zu Ausbildungsziel, Tätigkeitsbereichen und Qualifikationsprofil das Folgende festgelegt:

„Ziel der Ausbildung im Fachbereich Technik ist es, Fachkräfte mit einschlägiger Berufsausbildung und Berufserfahrung für die Lösung technisch-naturwissenschaftlicher Problemstellungen, für Führungsaufgaben im betrieblichen Management auf der mittleren Führungsebene sowie für die unternehmerische Selbstständigkeit zu qualifizieren.

Die Ausbildung orientiert sich an den Erfordernissen der beruflichen Praxis und befähigt die Absolventinnen/Absolventen, den technologischen Wandel zu bewältigen und die sich daraus ergebenden Entwicklungen der Wirtschaft mitzugestalten.

Der Umsetzung neuer Technologien – verbunden mit der Fähigkeit kostenbewusst zu handeln und Fremdsprachenkenntnisse anzuwenden – wird deshalb auf der Basis des fachrichtungsspezifischen Vertiefungswissens in der Ausbildung besonderer Wert beigemessen. Der Fähigkeit, Mitarbeiter/Mitarbeiterinnen anzuleiten, zu führen, zu motivieren und zu beurteilen – sowie der Fähigkeit zur Teamarbeit – kommen im Zusammenhang mit den speziellen fachlichen Kompetenzen große Bedeutung zu.

Die Absolventinnen/Absolventen müssen vor diesem Hintergrund in der Lage sein, im Team und selbstständig Probleme des entsprechenden Aufgabenbereiches zu erkennen, zu analysieren, zu strukturieren, zu beurteilen und Wege zur Lösung dieser Probleme in wechselnden Situationen zu finden.“<sup>2</sup>

Die Studierenden sollen in der beruflichen Aufstiegsfortbildung zum staatlich geprüften Techniker / zur staatlich geprüften Technikerin befähigt werden, betriebswirtschaftliche, technisch-naturwissenschaftliche sowie künstlerische Aufgaben zu bewältigen.

Die Fachschulen orientieren sich dabei nicht an Studiengängen, sondern am Stand der Technik sowie ihrer praktischen Anwendung und genießen dadurch einen hohen Stellenwert in der Erwachsenenbildung.

Die Studierenden erlernen und vertiefen in der Weiterbildung das selbständige Erkennen, Strukturieren, Analysieren und Beurteilen von Problemen des Berufsbereiches und deren Lösung. Sie lernen, Projekte mittels systematischen Projektmanagements zum Erfolg zu führen

Dabei liegt ein besonderes Augenmerk auf der Förderung des wirtschaftlichen Denkens und verantwortlichen Handelns in Führungspositionen und der damit verbundenen Fähigkeit zu konstruktiver Kritik und der Bewältigung von Konflikten.

---

<sup>1</sup>DQR Niveau 6

<sup>2</sup>Rahmenvereinbarung über Fachschulen; Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 07.11.2002 i.d.F. vom 02.06.2016 S.16

Nicht zuletzt vertiefen die Studierenden ihre Fähigkeiten, sprachlich sicher zu agieren, um in allen Kontexten des beruflichen Handelns bestehen zu können.

Die rasante Entwicklung digitaler Technologien und die damit einhergehenden, tiefgreifenden Veränderungen in der Wirtschaft, in Arbeitsprozessen und im Kommunikationsverhalten stellen auch neue Anforderungen an Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen. So ist auch der Tätigkeitsbereich der Techniker und Technikerinnen in vielen Bereichen durch zusätzliche Merkmale betroffen:

- Vernetzung der Infrastruktur sowie der gesamten Wertschöpfungskette,
- Erfassung, Transport, Speicherung und Auswertung großer Datenmengen,
- Echtzeitfähigkeit der Systeme,
- cyber-physische Systeme – intelligente, kommunikationsfähige und autonome Maschinen und Systeme,
- Verschmelzung von virtueller und realer Welt,
- Gewährleistung von Datensicherheit und Datenschutz.

Somit muss die klassische Trennung in prozess- und produktorientierte berufsspezifische Handlungsfelder zugunsten eines die Schnittstellen vernetzenden, stärker systemorientierten und unternehmerischen Handlungskontextes aufgelöst werden.<sup>3</sup>

Der Erwerb der dazu benötigten Kompetenzen muss, auch wenn sie in den Lernfeldmatrizen nicht explizit aufgeführt sein sollten, durch die unterrichtliche Umsetzung in den Fachschulen für Technik ermöglicht werden.

---

<sup>3</sup> Kompetenzorientiertes Qualifikationsprofil zur Integration der Thematik „Industrie 4.0“ in die Ausbildung an Fachschulen für Technik (Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 24.11.2017)

## 2 Grundlegung für die Fachrichtung Elektrotechnik

Die Elektrotechnik ist sowohl eine Ingenieurwissenschaft, die die Entwicklung, Herstellung und Verwendung elektrotechnischer Systeme untersucht, als auch das Aufgabenfeld vieler Industrie- und Handwerksberufe. Sie korrespondiert mit vielen natur- und technikkwissenschaftlichen Disziplinen (Physik, Mathematik, Informatik, Messtechnik, Informationstechnik, Prozessautomatisierungstechnik, Antriebstechnik, Kommunikationstechnik, Energietechnik, Steuerungs- und Regelungstechnik).

Die Curricula der Fachschule für Technik, Fachrichtung Elektrotechnik gehen deshalb konsequent von den praktischen Handlungsfeldern in den Industrie- und Handwerksberufen der Elektrotechnik aus. Die daraus entwickelten Lernfelder werden durch Kompetenzmatrizen abgebildet, die mit Hilfe von Wissenskategorien (siehe Kapitel 3) in möglichst kurzer Form die Inhalte strukturieren. In einer sich zunehmend beschleunigenden Entwicklung auf allen Gebieten der Technik soll die unterrichtliche Umsetzung der vorliegenden Curricula insbesondere dazu beitragen, die Studierenden zur Bewältigung und Mitgestaltung des permanenten technologischen Wandels zu befähigen.

Elektrotechnische Problemstellungen im gesellschaftlichen Kontext (etwa die Frage nach einem verantwortbaren Energiesystem) erfordern immer auch eine lernfeld- und fächerübergreifende Bearbeitung (Deutsch, Englisch, Politik, Wirtschaft, Recht und Umwelt) denn es geht in der Fachrichtung Elektrotechnik immer auch um die Befähigung zur rationalen Bewältigung von gesellschaftlich bedingten Lebenssituationen. Außer der Vermittlung von Urteils- und Handlungsfähigkeit sowie des dazu notwendigen gründlichen Fach- und Methodenwissens ist zugleich auch der Erwerb humaner und gesellschaftlich-politischer Kompetenzen erforderlich, insbesondere die Fähigkeit zur kritischen Auseinandersetzung mit den Auswirkungen der Elektrotechnik auf Umwelt und Gesellschaft.

Die Weiterbildung in der Fachrichtung Elektrotechnik trägt damit zu den übergeordneten Bildungszielen der Fachschule für Technik bei, da sie auf die Bewältigung zukünftiger Lebens- und Berufssituationen in einer hochgradig von elektrotechnischen Systemen durchdrungenen Gesellschaft vorbereitet.

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker der Fachrichtung Elektrotechnik werden mit vielfältigen technischen, organisatorischen und wirtschaftlichen Aufgaben betraut und z. B. bei der Planung, Projektierung, Auftragsabwicklung und dem Vertrieb, der Entwicklung und Produktion sowie bei der Instandhaltung und im Service elektro- und informationstechnischer Geräte, Systeme und Anlagen eingesetzt.

Die Breite der Verantwortung reicht von der Erledigung definiert vorgegebener Aufträge, der Mitwirkung bei der Abwicklung bis zur selbstständigen Planung und Durchführung von Projekten.

Um diesen Verantwortungsrahmen auszufüllen, sollen staatlich geprüfte Technikerinnen und Techniker

- Probleme analysieren, strukturieren und lösen,
- Informationen selbstständig beschaffen, auswerten und strukturieren,
- fähig sein, im Team zu arbeiten, aber auch Führungsaufgaben zu übernehmen,
- fähig sein, sich in einer Fremdsprache berufsbezogen zu informieren und gegebenenfalls zu kommunizieren,
- fähig sein, sich weiterzubilden.

Die unterschiedlichen Einsatzbereiche der staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker der Fachrichtung Elektrotechnik erfordern eine Differenzierung der Weiterbildung in die Schwerpunkte:

- **Automatisierungs- und Prozessleittechnik**
- **Energietechnik und Prozessautomatisierung**
- **Informations- und Kommunikationstechnik**
- **Technische Betriebswirtschaft**

Nachfolgend zum Vergleich die schwerpunktbezogenen Zielsetzungen der Weiterbildung:

### **Automatisierungs- und Prozessleittechnik**

- Projektierung, Planung, Entwicklung, Produktion, Montage und Inbetriebnahme von Anlagen der Prozessleittechnik sowie der Mess-, Steuerungs- und Regelungstechnik unter besonderer Berücksichtigung der Kommunikationstechniken in Automatisierungssystemen.
- Organisation, Überwachung und Ausführung spezifischer Aufgaben im Bereich von Service und Wartung unter Beachtung von Sicherheit, Wirtschaftlichkeit und Umweltverträglichkeit.

Die Weiterbildung zum Staatlich geprüften Elektrotechniker im Schwerpunkt Automatisierungs- und Prozessleittechnik soll die Studierenden befähigen, vielfältige Automatisierungsaufgaben in allen Bereichen der Prozesstechnik zu lösen. Automatisiert werden z. B. Produktionsanlagen der chemischen Industrie, der Nahrungsmittelindustrie, der Papierherstellung und vieler anderer verfahrenstechnischer Branchen sowie Anlagen der Energieerzeugung und Umwelttechnik.

Sensoren erfassen die Prozessgrößen (z. B. Temperatur und Druck) und Aktoren (z. B. moderne elektrische Stellantriebe) greifen gezielt in den Prozess ein. Die erforderlichen Steuer- und Regelfunktionen werden durch Automatisierungssysteme realisiert. Speicherprogrammierbare Steuerungen sorgen für den gewünschten Ablauf von Verfahren und Vorgängen. Regelungen bringen gemessene Größen auf gewünschte Werte und halten diese gegen Störeinflüsse konstant. Ein komfortables Prozessleitsystem ermöglicht durch Anwendung der Informations- und Kommunikationstechnik eine bedienergerechte, sichere und umweltschonende Führung der Prozesse. Dabei haben die konventionelle Signalverarbeitung mit normierten Einheitssignalen und die moderne Feldbustechnologie eine hohe Bedeutung.

### **Energietechnik und Prozessautomatisierung**

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker für Energietechnik und Prozessautomatisierung sind in der Lage Anlagen der Energietechnik zu projektieren, abzuändern und auf den aktuellen Stand der Entwicklung hin zu überprüfen. Diese Fähigkeiten können sie auf Anlagen, Netze und elektrische Maschinen der Energieerzeugung in Industrie- und Wohngebäuden und auf die Umformung, Verteilung und Steuerung des Energieflusses anwenden. Die Qualifizierung in der Prozessautomatisierung befähigt die Technikerinnen und Techniker, komplexe Prozess- und Produktionsabläufe sowohl bei Steuerungs- als auch bei Regelungsaufgaben zu projektieren, zu optimieren und auf individuelle Kunden-

wünsche und Produktionsbedingungen der Industrie anzupassen. Dabei sind die Technikerinnen und Techniker in der Lage Arbeitsprozesse aus den Bereichen des Service, der Reparatur und der Wartung zu organisieren, zu überwachen und auf verschiedene Betriebsbedingungen unter Beachtung von Sicherheit, Wirtschaftlichkeit und Umweltverträglichkeit anzuwenden.

### Informations- und Kommunikationstechnik

- Projektierung, Planung, Entwicklung, Produktion, Montage und Inbetriebnahme von Systemkomponenten und Anlagen der Informationsverarbeitung, -übertragung, -verteilung und -vermittlung,
- Organisation, Überwachung und Ausführung spezifischer Aufgaben im Bereich von Reparatur, Service und Wartung unter Beachtung von Sicherheit, Wirtschaftlichkeit und Umweltverträglichkeit.

Im Rahmen der beruflichen Tätigkeitsbereiche führt die staatlich geprüfte Technikerin/der staatlich geprüfte Techniker des Schwerpunkts Informations- und Kommunikationstechnik folgende typische Tätigkeiten unter Beachtung vorgegebener Regeln, Normen und Vorschriften aus:

- Führen Projekte auch mit Leitungsverantwortlichkeit durch
- Netzwerkinfrastruktur entsprechend den Bedürfnissen der Auftraggeber bereitstellen, konzipieren, entwerfen, installieren, in Betrieb nehmen und dokumentieren
- Entwickeln und vernetzen steuerungs- und regelungstechnische Anlagen sowohl für die Fertigungs- als auch die Gebäudetechnik
- Stellen die Anbindungen an öffentliche Netze bereit, regeln die Zugangskontrolle und ermöglichen sichere Kommunikation über unsichere Verbindungswege
- Setzen zur Vernetzung Funksysteme ein und optimieren diese
- Installieren Betriebssysteme und konfigurieren Dienste nach Kundenanforderungen
- Planen Benutzer- und Ressourcen-Verwaltungskonzepte und setzen diese um
- Bauen, betreiben und programmieren Embedded Systeme für spezielle mess- und steuerungstechnische Problemstellungen
- Arbeiten sich selbständig in neue Technologien ein und entwickeln Ansätze für deren Implementierung im Unternehmen
- Planen Sicherheitskonzepte mit aktiven und passiven Schutzmaßnahmen für Netze und Daten

### Technische Betriebswirtschaft

Der große Anteil betriebswirtschaftlicher Problemstellungen innerhalb der Arbeitswelt stellt erhöhte Anforderungen an die Beschäftigten in der Industrie. Neue Organisationsformen und Managementtechniken bestimmen den betrieblichen Alltag und die Ausgestaltung von Geschäftsprozessen. Im Zentrum steht die Kundenorientierung, die die Wettbewerbsfähigkeit nachhaltig sichert. Das Unternehmen ist bestrebt, aus dem Zielkonflikt zwischen Qualität, Kosten und Termin die Ausprägung zu finden, die den Bedürfnissen der Kunden am besten entspricht. Hierfür sind neben technischen auch betriebswirtschaftliche Kompetenzen notwendig, um langfristig einen Markterfolg zu erzielen.

Im Rahmen des Studiums werden die unternehmerischen Kompetenzen in Lernfeldern abgebildet, die sowohl technische als auch betriebswirtschaftliche berufliche Handlungen umfassen. Die Studierenden projektieren und entwickeln folglich technische Systeme und Anlagen und nehmen sie in Betrieb. Ferner planen, steuern und optimieren sie Absatz-, Beschaffungs- und Leistungserstellungsprozesse. Außerdem gestalten sie die Unternehmenskultur mit und setzen diese personalwirtschaftlich um. Darüber hinaus bereiten die Technikerinnen und Techniker Investitionen vor und stellen deren Finanzierung sicher. Sie erfassen und überwachen die daraus entstehenden Wertströme zur Kostenkontrolle und Preisgestaltung.

ENTWURF

### 3 Theoretische Grundlagen des Lehrplans

Der vorliegende Lehrplan für Fachschulen in Hessen orientiert sich am aktuellen Anspruch beruflicher Bildung, Menschen auf Basis eines umfassenden Verständnisses handlungsfähig zu machen, also ihnen nicht alleine Wissen oder Qualifikationen, sondern Kompetenzen zu vermitteln. Eine im deutschsprachigen Raum anerkannte Grunddefinition von Kompetenz basiert auf dem US-amerikanischen Sprachwissenschaftler NOAM CHOMSKY, der diese als *Disposition zu einem eigenständigen, variablen Handeln* beschreibt (CHOMSKY, 1965). Das Kompetenzmodell von JOHN ERPENBECK und LUTZ VON ROSENSTIEL präzisiert dieses Basiskonzept, indem es sozial-kommunikative, personale und fachlich-methodische Kompetenzen unterscheidet (ERPENBECK, ROSENSTIEL, GROTE, SAUTER, 2017, S. XXI ff).

#### 3.1 Sozial-kommunikative Kompetenzen

Sozial-kommunikative Kompetenzen sind Dispositionen, kommunikativ und kooperativ selbstorganisiert zu handeln, d. h. sich mit anderen kreativ auseinander- und zusammensetzen, sich gruppen- und beziehungsorientiert zu verhalten, und neue Pläne, Aufgaben und Ziele zu entwickeln.

Diese werden im Kontext beruflichen Handelns nach EULER & REEMTSMA-THEIS (1999) konkretisiert und differenziert in einen (a) agentiven Schwerpunkt, einen (b) reflexiven Schwerpunkt und (c) deren Integration:

Zu (a): Fähigkeit zur Artikulation und Interpretation von verbalen und nonverbalen Äußerungen auf der Sach-, Beziehungs-, Selbstkundgabe- und Absichtsebene und Fähigkeit zur Artikulation und Interpretation von verbalen und nonverbalen Äußerungen im Rahmen einer Meta-Kommunikation auf der Sach-, Beziehungs-, Selbstkundgabe- und Absichtsebene.

Zu (b): Fähigkeit zur Klärung der Bedeutung und Ausprägung der situativen Bedingungen, insbesondere von zeitlichen und räumlichen Rahmenbedingungen der Kommunikation, 'Nachwirkungen' aus vorangegangenen Ereignissen, der sozialen Erwartungen an die Gesprächspartner, der Wirkungen aus der Gruppenzusammensetzung (jeweils im Hinblick auf die eigene Person sowie die Kommunikationspartner), Fähigkeit zur Klärung der Bedeutung und Ausprägung der personalen Bedingungen, insbesondere der emotionalen Befindlichkeit (Gefühle) der normativen Ausrichtung (Werte), der Handlungsprioritäten (Ziele), der fachlichen Grundlagen (Wissen), des Selbstkonzepts ('Bild' von der Person), (jeweils im Hinblick auf die eigene Person sowie die Kommunikationspartner), Fähigkeit zur Klärung der Übereinstimmung zwischen den äußeren Erwartungen an ein situationsgerechtes Handeln und den inneren Ansprüchen an ein authentisches Handeln.

Zu (c): Fähigkeit und Sensibilität, Kommunikationsstörungen zu identifizieren, und die Bereitschaft, sich mit ihnen (auch reflexiv) auseinanderzusetzen. Fähigkeit, reflexiv gewonnene Einsichten und Vorhaben in die Kommunikationsgestaltung einbringen und (ggf. unter Zuhilfenahme von Strategien der Handlungskontrolle) umsetzen zu können.

#### 3.2 Personale Kompetenzen

Personale Kompetenzen sind Dispositionen, sich selbst einzuschätzen, produktive Einstellungen, Werthaltungen, Motive und Selbstbilder zu entwickeln, eigene Begabungen, Moti-

vationen, Leistungsvorsätze zu entfalten und sich im Rahmen der Arbeit und außerhalb kreativ zu entwickeln und zu lernen.

LERCH (2013) bezeichnet personale Kompetenzen in Orientierung an aktuellen bildungswissenschaftlichen Konzepten auch als Selbstkompetenzen und unterscheidet dabei motivational-affektive Komponenten wie Selbstmotivation, Lern- und Leistungsbereitschaft, Sorgfalt, Flexibilität, Entscheidungsfähigkeit, Eigeninitiative, Verantwortungsfähigkeit, Zielstrebigkeit, Selbstvertrauen, Selbstständigkeit, Hilfsbereitschaft, Selbstkontrolle und Anstrengungsbereitschaft und strategisch-organisatorische Komponenten wie Selbstmanagement, Selbstorganisation, Zeitmanagement sowie Reflexionsfähigkeit. Hier sind auch sogenannte Lernkompetenzen (MANDL & FRIEDRICH, 2005) als jene personalen Kompetenzen einzuordnen, welche auf die eigenständige Organisation und Regulation des Lernens ausgerichtet sind.

### 3.3 Fachlich-methodische Kompetenzen

Fachlich-methodische Kompetenzen sind Dispositionen einer Person, bei der Lösung von sachlich-gegenständlichen Problemen geistig und physisch selbstorganisiert zu handeln, d. h. mit fachlichen und instrumentellen Kenntnissen, Fertigkeiten und Fähigkeiten kreativ Probleme zu lösen, Wissen sinnorientiert einzuordnen und zu bewerten; das schließt Dispositionen ein, Tätigkeiten, Aufgaben und Lösungen methodisch selbstorganisiert zu gestalten, sowie die Methoden selbst kreativ weiterzuentwickeln.

Fachlich-methodische Kompetenzen sind – im Sinne von ERPENBECK, ROSENSTIEL, GROTE, UND SAUTER (2017, S.XXI ff) – durch die Korrespondenz konkreter Handlungen und spezifischem Wissen beschreibbar. Wenn bekannt ist, was ein Mensch als Folge eines Lernprozesses können soll und auf welcher Wissensbasis dieses Können abgestützt sein soll, um ein eigenständiges und variables Handeln zu ermöglichen, kann sehr gezielt ein Unterricht geplant und gestaltet werden, der solche Kompetenzen integrativ vermittelt und eine Diagnostik entwickelt, mit welcher diese überprüft werden können. Im vorliegenden Lehrplan werden somit fachlich-methodische Kompetenzen als geschlossene Sinneinheiten aus Können und Wissen konkretisiert. Das Können wird dabei in Form einer beruflichen Handlung beschrieben, das Wissen in drei eigenständigen Kategorien auf mittlerem Konkretisierungsniveau spezifiziert: (a) Sachwissen, (b) Prozesswissen und (c) Reflexionswissen (PITTICH, 2013).

Zu (a): Sachwissen umfasst ein *anwendungs- und umsetzungsunabhängiges Wissen* über Dinge, Gegenstände, Geräte, Abläufe, Systeme etc. Es ist Teil fachlicher Systematiken und daher sachlogisch-hierarchisch strukturiert, wird durch assoziierendes Wahrnehmen, Verstehen und Merken erworben und ist damit die *gegenständliche Voraussetzung für ein eigenständiges, selbstreguliertes Handeln*. Beispiele: Aufbau eines Temperatursensors, Bauteile eines Kompaktreglers, Funktion eines Kompaktreglers, Aufbau einer Speicherprogrammierbaren Steuerung, Programmiersprache einer Speicherprogrammierbaren Steuerung, Struktur des Risikomanagement-Prozesses, EFQM-Modell.

Zu (b): Prozesswissen umfasst ein *anwendungs- und umsetzungsabhängiges Wissen* über berufliche Handlungssequenzen. Prozesse können auf drei verschiedenen Ebenen stattfinden, daher hat Prozesswissen entweder eine Produktdimension (Handhabung von Werkzeug, Material etc.), eine Aufgabendimension (Aufgaben-Typus, -Abfolgen etc.) oder eine Organisationsdimension (Geschäftsprozesse, Kreisläufe etc.). Prozesswissen ist immer Teil handlungsbezogener Systematiken und daher prozesslogisch-multizyklisch struk-



turiert, wird durch zielgerichtetes und feedback-gesteuertes Tun erworben und ist damit *funktionale Voraussetzung für ein eigenständiges, selbstreguliertes Handeln*. Beispiele: Kalibrierung eines Temperatursensors, Bedienung eines Kompaktreglers, Umgang mit der Programmierumgebung einer speicherprogrammierbaren Steuerung, Umsetzung des Risikomanagements, Handhabung einer EFQM-Zertifizierung.

Zu (c): Reflexionswissen umfasst ein *anwendungs- und umsetzungsunabhängiges Wissen*, welches hinter dem zugeordneten Sach- und Prozesswissen steht. Als konzeptuelles Wissen bildet es die theoretische Basis für das vorgeordnete Sach- und Prozesswissen und steht damit diesen gegenüber auf einer Meta-Ebene. Mit dem Reflexionswissen steht und fällt der Anspruch einer Kompetenz (und deren Erwerb). Seine Bestimmung erfolgt im Hinblick auf a) das unmittelbare Verständnis des Sach- und Prozesswissens (Erklärungsfunktion), b) die breitere wissenschaftliche Abstützung des Sach- und Prozesswissens (Fundierungsfunktion), c) die Relativierung des Sach- und Prozesswissens im Hinblick auf dessen berufliche Flexibilisierung und Dynamisierung (Transferfunktion). Umfang und Tiefe des Reflexionswissens werden ausschließlich so bestimmt, dass diesen drei Funktionen Rechnung getragen wird.

In der Trias dieser drei Wissenskategorien besteht ein bedeutsamer Zusammenhang: Das Sachwissen muss am Prozesswissen anschließen und umgekehrt, das Reflexionswissen muss sich auf die Hintergründe des Sach- und Prozesswissens eingrenzen. D. h., dass die hier anzuführenden Wissensbestandteile nur dann kompetenzrelevant sind, wenn sie innerhalb des hier eingrenzenden Handlungsrahmens liegen. Eine Teilkompetenz ist somit das Aggregat aus einer beruflichen Handlung und dem damit korrespondierenden Wissen:

Teilkompetenz			
Berufliche Handlung	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen

Innerhalb der einzelnen Lernfelder sind die einbezogenen Teilkompetenzen nicht zufällig angeordnet, gegenteilig folgen sie einem generativen Ansatz. D. h., dass die jeweils nachfolgende Teilkompetenz den Erwerb der vorausgehenden voraussetzt. Somit gelten innerhalb eines Lernfeldes alle Wissensaspekte, die in den vorausgehenden Teilkompetenzen konkretisiert wurden. Damit wird der Tatsache Rechnung getragen, dass Kompetenzen in einer sachlogischen Abfolge aufgebaut werden, dabei aber vermieden, dass innerhalb der Wissenszuordnungen der Teilkompetenzen nach unten zunehmend Redundanzen dargestellt werden.

### 3.4 Zielkategorien

Alle im Lehrplan aufgeführten Ziele lassen sich den folgenden Kategorien zuordnen:

1. Beruflich akzentuierte Zielkategorien: Kommunizieren & Kooperieren, Darstellen & Visualisieren, Informieren & Strukturieren, Planen & Projektieren, Entwerfen & Entwickeln, Realisieren & Betreiben und Evaluieren & Optimieren.
2. Mathematisch akzentuierte Zielkategorien: Operieren, Modellieren und Argumentieren.

Diese Kategorisierung soll in beruflicher Ausrichtung den Lehrplan mit dem Konzept der vollständigen Handlung (VOLPERT, 1980) hinterlegen, in mathematischer Ausrichtung mit dem O-M-A-Konzept (SILLER ET AL. 2014). Damit wird zum einen eine theoretisch abgestützte Differenzierung der vielfältigen Ziele beruflicher Lehrpläne erreicht, zum anderen die strukturelle Basis für eine nachvollziehbare und handhabbare Taxierung hergestellt.

### 3.4.1 Beruflich akzentuierte Zielkategorien

#### **Kommunizieren und Kooperieren**

Zum Kommunizieren gehören die schriftliche und mündliche Darlegung technischer, gestalterischer und betriebswirtschaftlicher Sachverhalte sowie die Führung einer Diskussion oder eines Diskurses über Problemstellungen unter Nutzung der erforderlichen Fachsprache. Das Spektrum der Zielkategorie reicht von einfachen Erläuterungen über fachlich fundierte Argumentation bis hin zur fachlichen Bewertung und Begründung technischer bzw. gestalterischer Zusammenhänge und Entscheidungen. Dabei sind die Sachverhalte und Problemstellungen inhaltlich klar, logisch strukturiert und anschaulich aufzubereiten. Der sachgemäße Gebrauch von Kommunikationsmedien und Kommunikationsplattformen sowie die Kenntnis der Kommunikationswege ermöglichen effektive Teamarbeit. Nicht zuletzt sind in diesem Zusammenhang der angemessene Umgang mit interkulturellen Aspekten sowie fremdsprachliche Kenntnisse erforderlich.

Kooperation ist eine wesentliche Voraussetzung zur Lösung komplexer Problemstellungen. Notwendig für erfolgreiche Kooperation ist Klarheit über die Gesamtzielsetzung, über die Teilziele, über die Schnittstellen und Randbedingungen sowie über die Arbeitsteilung und die Stärken und Schwächen aller Kooperationspartner. Um erfolgreich zu kooperieren, ist es erforderlich, die eigene Person und Leistung als Teil eines Ganzen zu sehen und einem gemeinsamen Ziel unterzuordnen. Auftretende Konflikte müssen respektvoll und sachbezogen gelöst werden.

#### **Darstellen und Visualisieren**

Diese Zielkategorie umfasst das Darstellen und Illustrieren technischer, gestalterischer und betriebswirtschaftlicher Sachverhalte, insbesondere das 'Übersetzen' abstrakter Daten und dynamischer Prozesse in fachgerechte Tabellen, Zeichnungen, Skizzen, Diagramme und weitere grafische Formen sowie beschreibende und erläuternde Texte. Dazu gehört es, geeignete Medien zur Visualisierung zu wählen, Sachverhalte, Problemstellungen und Lösungsvarianten in Dokumenten und Präsentationen darzustellen und zu erläutern. Ferner sind bei der Erstellung von Dokumenten die geltenden Normen und Konventionen zu beachten.

#### **Informieren und Strukturieren**

Das Internet bietet Information in großer Fülle zu vielen technischen, gestalterischen und betriebswirtschaftlichen Sachverhalten. Weitere Informationsquellen sind die wissenschaftliche Literatur und Dokumente aus den Betrieben und der Industrie sowie Experten und Kollegen. Sich umfassend und objektiv zu informieren stellt unter dieser Vielfalt eine grundsätzliche und wichtige Kompetenz dar. Die Studierenden sollen die Fähigkeit erwerben, zu Sachverhalten und Problemstellungen wichtige Informationsquellen zu benennen, sowie die Glaubwürdigkeit und Seriosität dieser Quellen anhand belastbarer Kriterien zu bewerten. Das Spektrum dieser Zielkategorie beinhaltet ferner die korrekte und sachgerechte Verwendung von Zitaten und die Beachtung von Persönlichkeitsrechten. Mit dem Informationserwerb geht die Strukturierung der Informationen durch zielgerechtes Auswählen, Zusammenfassen und Aufbereiten einher.

#### **Planen und Projektieren**

Diese Zielkategorie beinhaltet die wesentlichen Fertigkeiten und Kenntnisse, um komplexere und umfangreichere Aufgaben- oder Problemstellungen inhaltlich wie auch zeitlich zu

strukturieren, mit Qualitätssicherungsmaßnahmen zu belegen und die Kosten und Ressourcen zu kalkulieren und zu bewerten. Im Detail gehören dazu die Fähigkeiten, überprüfbare Kriterien und Planungsziele zu definieren und deren Umsetzung zu planen und zu kontrollieren. Die zeitliche und inhaltliche Gliederung der Aufgaben ist zu Zwecken der Kontrolle und Steuerung, der Kooperation und Visualisierung durch eine begründete Wahl von Projektmethoden und Werkzeugen sicherzustellen.

### **Entwerfen und Entwickeln**

Das Entwerfen ist die zielgerichtete geistige und kreative Vorbereitung eines später zu realisierenden Produktes. Dieses Produkt kann beispielsweise ein Modell, eine Kollektion, eine Vorrichtung, eine Schaltung, eine Baugruppe, ein Steuerungsprogramm oder auch ein Regelkreis sein. Das Ergebnis dieses Prozesses – der Entwurf – wird in Form von Texten, Zeichnungen, Grafiken, (Näh-) Proben, Schnittmustern, Schaltplänen, Modellen oder Berechnungen dokumentiert.

Entwickeln ist die zielgerichtete Konkretisierung eines Entwurfs oder Verbesserung eines bestehenden Produktes oder technischen Systems. Dabei bilden die Studierenden in Schritten stufenweise Detaillösungen zu den Problemstellungen ab. Die Kenntnis über Kreativitätstechniken, Analyse- und Berechnungsmethoden sowie deren fachspezifischen Anwendungen spielen in diesem Entwicklungsprozess eine zentrale Rolle.

### **Realisieren und Betreiben**

Neben dem eigentlichen Umsetzen des Entwurfs (z. B. Prototyp, Nullserie, Testanlage) geht es hier um die Inbetriebnahme, das Einbinden des Produktes in die Produktumgebung, das Messen und Prüfen der realisierten Komponenten und Modelle, die konkrete Fertigung, auch in Form einer Serie, die Integration einer Software in ein System, die Integration von Software und Hardware oder das Testen einer implementierten Software oder eines Verfahrens möglichst unter Realbedingungen. Dabei können auch geeignete Simulationsverfahren zum Einsatz kommen. Gewonnene Erkenntnisse können auf neue Problemstellungen transferiert werden. Damit ein technisches System dauerhaft funktioniert, sind ggf. Instandhaltungsmaßnahmen rechtzeitig, bedarfsgerecht und geplant unter Berücksichtigung der Wirtschaftlichkeit des gesamten Systems durchzuführen.

### **Evaluieren und Optimieren**

Im Interesse der Qualitätssicherung ist ein stetiges Reflektieren, Evaluieren und Optimieren erforderlich. Sowohl bei überschaubaren Arbeitspaketen als auch bei ganzen Projekten ist hinsichtlich der eingesetzten Methoden, Ressourcen, Kosten und erbrachten Ergebnisse zu klären: Was hat sich bewährt, was sollte bei der nächsten Gelegenheit wie verbessert werden (Lessons Learned)?

Die Kenntnis und Anwendung spezieller Methoden der Reflektion und Evaluation mit der dazugehörigen Datenerfassung und Auswertung sind in dieser Zielkategorie essenziell.

Jeder Prozess oder jede Anlage bedarf eines kontinuierlichen Verbesserungsprozesses (KVP). Dafür sind spezielle Kompetenzen notwendig, die die Datenerfassung, die Datenauswertung zur Identifikation von Verbesserungspotential und die Entscheidung für Maßnahmen unter Berücksichtigung von Effektivität und Effizienz ermöglichen.

Zur Bewältigung zukünftiger Herausforderungen im Privaten wie Beruflichen ist es wichtig, sich selbstbestimmt und selbstverantwortlich neuen Lerninhalten und Lernzielen zu stellen. Die Studierenden sollen deshalb unterschiedliche Lerntechniken kennen und anwen-

den sowie über das Reflektieren des eigenen Lernverhaltens in die Lage versetzt werden, ihren Lernprozess aus der Perspektive des lebenslangen Lernens bewusst und selbstständig zu gestalten und zu fördern.

### 3.4.2 Mathematisch akzentuierte Zielkategorien

Den mathematisch akzentuierten Zielkategorien werden die Handlungsdimensionen „Operieren“, „Modellieren“ und „Argumentieren“ (kurz: O-M-A) zu Grunde gelegt, welche sich nach SILLER ET. AL (2014) zum einen an grundlegenden mathematischen Tätigkeiten und zum anderen an den fundamentalen Ideen der Mathematik orientieren.

Die Dimension *Operieren* bezieht sich auf „die Planung sowie die korrekte, sinnvolle und effiziente Durchführung von Rechen- oder Konstruktionsabläufen und schließt z. B. geometrisches Konstruieren oder (...) das Arbeiten mit bzw. in Tabellen und Grafiken mit ein“ (BIFIE, 2013, S. 21).

Die Dimension *Modellieren* ist darauf ausgerichtet „in einem gegebenen Sachverhalt die relevanten mathematischen Beziehungen zu erkennen (...), allenfalls Annahmen zu treffen, Vereinfachungen bzw. Idealisierungen vorzunehmen und Ähnliches“ (BIFIE, 2013, S. 21).

Die Dimension *Argumentieren* fokussiert „eine korrekte und adäquate Verwendung mathematischer Eigenschaften, Beziehungen und Regeln sowie der mathematischen Fachsprache“ (BIFIE, 2013, S. 22).

### 3.5 Taxierung der Kompetenzen in drei Stufen

Die Qualität einer fachlich-methodischen Kompetenz kann nicht anhand einzelner Wissenskomponenten bemessen werden. Entscheidend ist hier vielmehr der Freiheitsgrad des Handlungsraums, in dem sie eingebettet ist. Nicht diejenigen, die hier in einzelnen Facetten das breiteste Wissen nachweisen können, sind die Kompetentesten, sondern diejenigen, deren Handlungsfähigkeit im einschlägigen Kontext am weitesten reicht. Hier lassen sich theoriebasiert drei Handlungsqualitäten unterscheiden:

Qualität 1 (linear-serielle Struktur):

Start und Ziel eindeutig, Umsetzung durch „reflektiertes Abarbeiten“ (Abfolgen).

Qualität 2 (zyklisch-verzweigte Struktur):

Start und Ziel eindeutig, Umsetzung durch das koordinierte Abarbeiten mehrerer Abfolgen und damit zusammenhängenden Auswahlentscheidungen (Algorithmen).

Qualität 3 (mehrschichtige Struktur):

Ziel und Start müssen definiert werden, Umsetzung durch Antizipieren tragfähiger Algorithmen bzw. deren Erprobung und reflektierter Kombination (Heuristiken).

Es ist erkennbar, dass die jeweils höhere Qualität die der vorausgehenden integriert. Handeln auf Ebene des Algorithmus bedingt die Beherrschung der darin zu vollziehenden Abfolgen, Handeln auf Heuristik-Ebene bedingt die Beherrschung der darin zu vollziehenden Algorithmen. Für die Qualität 1 ist daher Reflexionswissen funktional nicht erforderlich, trotzdem ist es für Lernende bedeutsam, da ein Verständnislernen immer interessanter und motivierender ist als ein rein funktionalistisches Lernen. Für Qualität 2 ist moderates Reflexionswissen erforderlich, da hier schon Entscheidungen eigenständig getroffen werden müssen. Mit dem Anspruchsniveau der erforderlichen Entscheidungen steigt der Bedarf an Reflexionswissen. Qualität 3 kann nur umgesetzt werden, wenn über das Reflexi-

onswissen der Stufe 2 hinaus weiteres Reflexionswissen verfügbar ist, welche neben, hinter oder über diesem steht. Um komplexe Probleme zu lösen, sind kognitive Freiheitsgrade erforderlich, die nur mit einem entsprechend tiefen Verständnis der jeweiligen Zusammenhänge erreicht werden können.

Diese Handlungsqualitäten können für den Lehrplan als Kompetenzstufen genutzt werden, denn sie repräsentieren Kompetenz-Unterschiede, welche nicht auf einem Kontinuum darstellbar sind, sondern sich in diskreten Qualitäten ausdrücken. Um die in den Lernfeldern aufgelisteten Kompetenz-Beschreibungen nicht zu überladen, wird im vorliegenden Lehrplan nicht jede einzelne Kompetenz in den drei Niveaustufen konkretisiert. Vielmehr erfolgt dies entlang der beruflichen und mathematischen Zielkategorien.

ENTWURF

## 3.5.1 Taxonomietabelle für beruflich akzentuierte Zielkategorien

Zielkategorien	Stufe I (Abfolge)	Stufe II (Algorithmus)	Stufe III (Heuristik)
<b>Kommunizieren &amp; Kooperieren</b>	Mitteilen und Annehmen von Informationen, koagierend zusammenarbeiten	an konstruktiven, adaptiven Gesprächen teilnehmen, kooperierend zusammenarbeiten	komplexe bzw. konfliktäre Gespräche führen, Kooperationen gestalten und steuern, Konflikte lösen
<b>Darstellen &amp; Visualisieren</b>	Präsentieren von klaren Gegenständlichkeiten, Fakten, Strukturen, Details	Präsentieren von eindeutigen Zusammenhängen und Funktionen mittels geeignet ausgewählter Darstellungsformen	Präsentieren und Dokumentieren komplexer Zusammenhänge und offener Sachverhalte mittels geeigneter Werkzeuge und Methoden
<b>Informieren &amp; Strukturieren</b>	Handhaben von Informationsmaterialien, Finden und Ordnen von Informationen	Finden einschlägiger Informationsmaterialien, Verifizieren, Selektieren und Ordnen von Informationen	Umsetzen offener Informationsbedarfe, von der Quellensuche bis zur strukturierten Information
<b>Planen &amp; Projektieren</b>	Problemstellungen inhaltlich strukturieren und zeitlich gliedern	routinenaher Projekte inhaltlich strukturieren und zeitlich gliedern	komplexe Projekte inhaltlich strukturieren und zeitlich gliedern unter Beachtung verfügbarer Ressourcen
<b>Entwerfen &amp; Entwickeln</b>	Umsetzen einfacher Ideen in Skizzen, Plänen oder konkreten Lösungen	Abgleichen konkurrierender Ideen, Umsetzen in Skizzen, Plänen oder konkreten Lösungen	Integration einzelner Ideen zu einer Gesamtlösung, Umsetzen in Skizzen, Plänen oder konkreten Lösungen
<b>Realisieren &amp; Betreiben</b>	Aktivieren und Kontrollieren serieller Prozesse	Aktivieren und Regulieren zyklischer Prozesse	Abstimmen, Aktivieren und Modulieren mehrschichtiger Prozesse
<b>Evaluieren &amp; Optimieren</b>	Bewerten entlang eines standardisierten Rasters, Umsetzen unmittelbarer Konsequenzen	Bewerten entlang eines offenen Rasters, Herleiten und Umsetzen von adäquaten Konsequenzen	Bewerten in Anwendung eigenständiger Kategorien, Herleiten und Umsetzen von adäquaten Konsequenzen

## 3.5.2 Taxonomietabelle für mathematisch akzentuierte Zielkategorien

Zielkategorien	Stufe I (Abfolge)	Stufe II (Algorithmus)	Stufe III (Heuristik)
<b>mathematisches Operieren</b>	Anwenden eines gegebenen bzw. vertrauten Verfahrens im Sinne eines Abarbeitens bzw. Ausführens	Abarbeiten und Ausführen mehrschrittiger Verfahren ggf. durch Rechneinsatz und Nutzung von Kontrollmöglichkeiten	Erkennen, ob ein bestimmtes Verfahren auf eine gegebene Situation passt, das Verfahren anpassen und ggf. weiterentwickeln
<b>mathematisches Modellieren</b>	Durchführen eines Darstellungswechsels zwischen Kontext und mathematischer Repräsentation Verwenden vertrauter und direkt erkennbarer Standardmodelle zur Beschreibung einer vorgegebenen (mathematisierter) Situation	Beschreiben vorgegebener (mathematisierter) Situation durch mathematische Standardmodelle bzw. mathematische Zusammenhänge Erkennen und Setzen von Rahmenbedingungen zum Einsatz von mathematischen Standardmodellen Anwenden von Standardmodellen auf neuartige Situationen Finden einer Passung zwischen geeigneten mathematischen Modellen und realen Situationen	komplexe Modellierung einer vorgegebenen Situation Reflektieren der Lösungsvarianten bzw. der Modellwahl Beurteilen der zugrunde gelegten Lösungsverfahren
<b>mathematisches Argumentieren</b>	einfache fachsprachliche Begründungen ausführen; das Zutreffen eines Zusammenhangs oder Verfahrens bzw. die Passung eines Begriffes auf eine gegebene Situation prüfen	mehrschrittige mathematische Standard-Argumentationen durchführen und beschreiben Nachvollziehen und Erläutern von mathematischen Begriffen, Sätzen, Verfahren, Darstellungen, Argumentationsketten und Kontexten fachlich und fachsprachlich korrekte Erklärung von einfachen mathematischen Sachverhalten, Resultaten und Entscheidungen	mathematische Argumentationen prüfen bzw. vervollständigen eigenständige Argumentationsketten aufbauen

### 3.6 Zusammenfassung

Das hier zugrundeliegende Kompetenzmodell schließt drei Kompetenzklassen nach ER-PENBECK, ROSENSTIEL, GROTE, SAUTER (2017, XXI ff.) ein: Sozial-kommunikative Kompetenzen, personale Kompetenzen (bzw. Selbstkompetenzen) und fachlich-methodische Kompetenzen.

Sozial-kommunikative Kompetenzen werden nach EULER & REEMTSMA-THEIS (1999) in einen agentiven Schwerpunkt, einen reflexiven Schwerpunkt und deren Integration unterteilt. Personale Kompetenzen (bzw. Selbstkompetenzen) werden nach LERCH (2013) in motivational-affektive und strategisch-organisatorische Komponenten unterschieden. Für diese beiden Kompetenzklassen sieht der Lehrplan keine weitere Detaillierung vor, da die Entwicklung überfachlicher Kompetenzen – durch deren enge Verschränkung mit der persönlichen Entwicklung des Individuums – deutlich anderen Gesetzmäßigkeiten unterliegt als die Entwicklung fachlich-methodischer Kompetenzen. Eine Anregung und Unterstützung in der Entwicklung überfachlicher Kompetenzen durch den Fachschulunterricht kann daher auch nicht entlang einer jahresplanmäßigen Umsetzung einzelner, thematisch determinierter Lernstrecken erfolgen, sondern muss vielmehr fortlaufend produktiv und dabei aber auch reflexiv in die Vermittlung fachlich-methodischer Kompetenzen eingebettet werden.

Im Zentrum dieses Lehrplankonzepts stehen die fachlich-methodischen Kompetenzen und deren differenzierte und taxierte curriculare Dokumentation. Teilkompetenzen sind hierbei Aggregate aus spezifischen beruflichen Handlungen und dem diesen jeweils zugeordneten Wissen. Dabei unterscheidet man zwischen Sach-, Prozess- und Reflexionswissen. Als Basis für einen kompetenzorientierten Unterricht konkretisiert dieser Lehrplan zusammenhängende Komplexe aus Handlungskomponenten und Wissenskomponenten auf einem mittleren Konkretisierungsniveau. Der Fachschulunterricht wird dann erstens durch die Explikation und Konkretisierung der Handlungs- und Wissenskomponenten inhaltlich ausgestaltet und zweitens durch die Umsetzung der Taxonomietabellen (Tabellen in Abschnitt 3.5.1 und 3.5.2) in seinem Anspruch dimensioniert. Damit besteht einerseits eine curriculare Rahmung, die dem Anspruch eines Kompetenzstufenmodells gerecht wird, zum anderen liegen die für Fachschulen erforderlichen Freiheitsgrade vor, um der Heterogenität der Adressatengruppen gerecht werden und dem technologischen Wandel folgen zu können.



## 4 Organisation der Kompetenzen und Kenntnisse

### 4.1 Lernfelder

Wie der vorausgehende Lehrplan ist auch dieser in Lernfelder segmentiert. Als Novität ist hier nun zwischen berufsbezogenen Lernfeldern und Querschnitt-Lernfeldern zu unterscheiden (Abbildung 1).

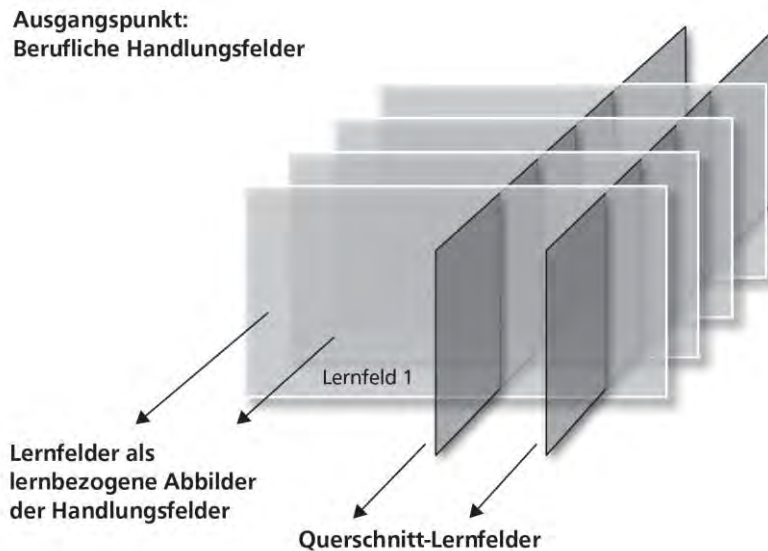


Abbildung 1: Beziehung von berufsbezogenen Lernfeldern als lernbezogene Abbilder beruflicher Handlungsfelder und Querschnitt-Lernfeldern.

**Berufsbezogene Lernfelder** sind curriculare Teilsegmente, welche sich aus einer spezifischen didaktischen Transformation beruflicher Handlungsfelder ergeben (BADER, 2004, S. 1). Wesentlich ist hierbei, dass die für das jeweilige Berufssegment wesentlichen Tätigkeitsbereiche adressiert werden. Relevante berufliche Handlungsfelder haben Gegenwarts- und Zukunftsbedeutung, ihre didaktische Reduktion in das Format eines Lernfeldes folgt dem Prinzip der Exemplarität (KLAFKI, 1964). Somit steht jedes einzelne Lernfeld des Lehrplans für einen gegenwarts- und zukunftsrelevanten Ausschnitt des dazugehörigen Berufssegments, als Gesamtheit repräsentieren sie dieses als exemplarisches Gesamtgefüge.

**Querschnitt-Lernfelder** integrieren übergreifende Aspekte der berufsbezogenen Lernfelder und adressieren entsprechend primär Grundlagenthemen, welche innerhalb der berufsbezogenen Lernfelder bedeutsam sind, jedoch diesbezüglich vorbereitend oder ergänzend vermittelt werden müssen. Insbesondere handelt es sich hier um mathematische, naturwissenschaftliche, informatische, volks- und betriebswirtschaftliche, gestalterische und ästhetische Kenntnisse bzw. Fertigkeiten, welche sich im Hinblick auf die Berufskompetenzen als Basis- oder Bezugskategorien darstellen. Zu den Querschnitt-Lernfeldern gehört die fachrichtungsbezogene Mathematik.

Innerhalb jeden Lernfeldes werden dessen Nummer, Bezeichnung sowie Zeit-Horizont dargestellt und insbesondere die darin adressierten Lernziele. Die Abfolge der Lernfelder im Lehrplan ist nicht beliebig, impliziert jedoch keine Reihenfolge der Vermittlung. In den *berufsbezogenen* Lernfeldern werden die Lernziele durch (weitgehend fachlich-methodische) Kompetenzen beschrieben (TENBERG, 2011, S. 61 ff). Dies erfolgt in Aggre-

gaten aus beruflichen Handlungen und zugeordnetem Wissen. Diese Lehrplaninhalte sind angesichts der Streuung und Unschärfe beruflicher Tätigkeitsspektren in den jeweiligen Segmenten sowie der Dynamik des technisch-produktiven Wandels auf einem mittleren Konkretisierungsniveau angelegt. Zur Taxierung dieser Lernziele liegt eine eigenständige Tabelle (siehe Abschnitt 3.5.1) vor, welche geordnet nach Zielkategorien die jeweils erforderlichen Handlungsqualitäten für die Stufen 1 (Minimalanspruch), 2 (Regelanspruch) und 3 (hoher Anspruch) konkretisiert. Zur Taxierung der Lernziele in der Mathematik (beruflicher Lernbereich) liegt eine gesonderte Tabelle (siehe Abschnitt 3.5.2) mit gleichem Aufbau vor. In den übrigen *Querschnitt*-Lernfeldern werden die Lernziele entweder durch Kenntnisse oder durch Fertigkeiten beschrieben. Sie werden dabei weder taxiert noch zeitlich näher präzisiert, da dieses nur im Rahmen der schulspezifischen Umsetzung möglich und sinnvoll erscheint. Als Orientierung dient hier jeweils der in den berufsbezogenen Lernfeldern konkret feststellbare Anspruch an übergreifende Aspekte.

## 4.2 Stundentafel

Die Stundentafel ist nach den zwei Ausbildungsabschnitten gegliedert und gibt für jedes Lernfeld Zeitrichtwerte an. Die Lernfelder können durch die Schulen frei auf die beiden Ausbildungsabschnitte verteilt werden. Die Summe der Wochenstunden im beruflichen Lernbereich muss immer 2000 Stunden betragen.

		Unterrichtsstunden	
		1. Ausbildungsabschnitt	2. Ausbildungsabschnitt
<b>Beruflicher Lernbereich</b>			
	Mathematik	200	
	Projektarbeit		200
<b>Lernfelder</b>			
LF 1	Projekte mittels systematischen Projektmanagements zum Erfolg führen		120
LF 2	Informationstechnik für Aufgaben in der Energietechnik und Prozessautomatisierung nutzen		180
LF 3	Elektronische Schaltungen, Baugruppen und Geräte analysieren und entwerfen		200
LF 4	Energietechnische Anlagen planen, dimensionieren, erstellen, überwachen und regeln		200
LF 5	Gebäudetechnische Systeme und Steuerungen planen, dimensionieren und erstellen		180
LF 6	Antriebssysteme planen, in Betrieb nehmen und instand halten		200
LF 7	Produktionssysteme planen, organisieren und optimieren		400
LF 8	Produktionsumfeld und aktuelle Technologien analysieren und bei der Projektierung berücksichtigen		120

4.3 Beruflicher Lernbereich

4.3.1 Mathematik (Querschnitt-Lernfeld) [200 h]

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	MATHEMATIK		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... handhaben algebraische Verfahren, beispielsweise zur Auslegung elektrischer Netze.	Zahlenmengen <ul style="list-style-type: none"> <li>• natürliche Zahlen</li> <li>• ganze Zahlen</li> <li>• rationale Zahlen</li> <li>• irrationale Zahlen</li> <li>• reelle Zahlen</li> <li>• komplexe Zahlen</li> </ul> Algebraische Gleichungen <ul style="list-style-type: none"> <li>• linear</li> <li>• quadratisch</li> <li>• exponentiell</li> <li>• gemischt</li> </ul> Lineare Gleichungssysteme Potenz- und Logarithmenregeln	Standardlösungsverfahren, z. B. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Äquivalenzumformung,</li> <li>• pq - Formel</li> <li>• Einsetzverfahren</li> <li>• Additionsverfahren</li> <li>• Gaußalgorithmus</li> </ul> Methoden der Abschätzung Ergebniskontrolle	Axiome des mathematischen Körpers Rechengesetze <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kommutativgesetz</li> <li>• Assoziativgesetz</li> <li>• Distributivgesetz</li> </ul> Operatoren Gauß'sche Zahlenebene
... nutzen geometrische und trigonometrische Verfahren zur Lösung geometrischer Problemstellungen u.a. im Rahmen steuerungs- und regelungstechnischer Aufgabenstellungen	Satz des Pythagoras trigonometrische Seitenverhältnisse Einheitskreis Sinus- und Kosinussatz Flächen und Volumina geometrischer Formen und Körper	Berechnung von Längen, Abständen und Winkeln Berechnung realer Flächen und Körper Approximation von Flächen und Volumina	Ähnlichkeits- und Kongruenzsätze für Dreiecke Strahlensatz euklidische Axiome

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	MATHEMATIK		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... <b>handhaben</b> mathematische Funktionen zur Modellierung und Lösung u.a. im Rahmen technischer und wirtschaftlicher Problemstellungen, auch mittels Software, wie Kennlinien von Bauelementen, Ladekurve eines Kondensators.	Darstellungsformen und Funktionsvorschriften • Ganzrationale Funktionen, insbesondere lineare und quadratische • Trigonometrische Funktionen • e-Funktion Charakteristika • Steigung • Nullstellen, Abszissenabstand • Scheitelpunkt • Periodizität Wertebereich, Definitionsbereich	Berechnung der Charakteristika Wechsel der Darstellungsformen, z. B. • Normal-, Scheitelpunktform, Linearfaktor-darstellung • Implizite, explizite Funktionsvorschrift • Graph und Wertetabelle Funktionsermittlung Differenzenquotient Funktionsdarstellung mittels Software Konstruktion trigonometrischer Funktionen mit Hilfe des Einheitskreises	Trigonometrische Grundlagen Relationen und Abbildungen • kartesisches Produkt • Subjektivität, Injektivität, Bijektivität Funktionsbegriff Mathematisches Modell vs. Realbezug
... beschreiben periodische Vorgänge (beispielsweise Wechselstromgrößen und der Regelungstechnik) mit Hilfe komplexer Rechnung.	Gauß'sche Zahlenebene Kartesische und Exponentialform komplexer Zahlen Kreisfrequenz	Wechsel zwischen den Darstellungsformen Addition, Subtraktion, Multiplikation und Division komplexer Zahlen Konstruktion von Zeigerdiagrammen in der Gauß'schen Zahlenebene	Trigonometrische Grundlagen Euler'sche Formel Potenzgesetze
HINWEISE:	Wo immer möglich, sollten Anwendungsbeispiele aus dem Kontext der anderen Lernfelder der Fachrichtung / des Schwerpunktes gewählt werden.		

4.3.2 Projektarbeit [200h]

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	Vorbemerkung	Organisatorische Hinweise
<p>... analysieren und strukturieren eine Problemstellung und lösen sie praxisgerecht</p> <p>... bewerten und präsentieren das Handlungsprodukt und den Arbeitsprozess</p> <p>... berücksichtigen Aspekte wie z. B. Wirtschaftlichkeit, Energie- und Rohstoffeinsatz, Fragen der Arbeitsergonomie und Arbeitssicherheit, Haftung und Gewährleistung, Qualitätssicherung, Auswirkungen auf Mensch und Umwelt sowie Entsorgung und Recycling</p> <p>... legen besonderen Wert auf die Förderung von Kommunikation und Kooperation</p>	<p>Für die Projektarbeit werden fachrichtungsbezogene und lernfeldübergreifende Aufgaben bearbeitet, die sich aus den betrieblichen Einsatzbereichen von Technikerinnen und Technikern ergeben. Die Aufgabenstellung ist so offen zu formulieren, dass sie die Aktivität der Studierenden in der Gruppe herausfordert und unterschiedliche Lösungsvarianten zulässt. Durch den lernfeldübergreifenden Ansatz können Beziehungen und Zusammenhänge der einzelnen Fächer und Lernfelder hergestellt werden. Die Projektarbeit findet interdisziplinär statt. In allen Fächern und Lernfeldern soll über eine entsprechende Problem- und Aufgabenorientierung die methodische Vorbereitung für die Durchführung der Projekte geleistet werden.</p>	<p>Mit den Studierenden werden die Zielvorstellungen, die inhaltlichen Anforderungen sowie die Durchführungsmodalitäten besprochen. Die Studierenden sollen in der Regel Projekte aus der betrieblichen Praxis in Kooperation mit Betrieben bearbeiten. Die Vorschläge für Projektaufgaben sind durch einen Anforderungskatalog möglichst genau zu beschreiben.</p> <p>Alle eingebrachten Projektvorschläge werden durch die zuständige Konferenz geprüft, z. B. auf Realisierbarkeit, Finanzierbarkeit, ausgewählt und beschlossen. Jede Projektarbeit wird von einem Lehrerinnen/Lehrerteam betreut. Die <b>im LF1 „Projekte mittels systematischen Projektmanagements zum Erfolg führen“ erworbenen Kenntnisse und Fertigkeiten müssen angewendet werden.</b></p> <p>Es empfiehlt sich während der Projektphase Projektstage einzuführen, an denen nach Rücksprache die am Projekt beteiligten Lehrerinnen und Lehrer beratend zur Verfügung stehen. Während dieser Zeit können die Studierenden die Projektarbeit beim Auftraggeber im Betrieb und in den Räumlichkeiten der Schule durchführen. Da es sich um eine Schulveranstaltung handelt, besteht für die Studierenden während dieser Tätigkeit ein Versicherungsschutz gegen Unfall- und Haftpflichtschäden.</p>
HINWEISE:	Die Bewertung der Projektarbeit erfolgt auf der Grundlage bestehender Rechtsmittel. In die Bewertung gehen Projektverlauf, Dokumentation, Präsentation und Kolloquium ein.	

**4.3.3 Lernfeld 1: Projekte mittels systematischen Projektmanagements zum Erfolg führen [120 h]**

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF1: PROJEKTE MITTELS SYSTEMATISCHEN PROJEKTMANAGEMENTS ZUM ERFOLG FÜHREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... kommunizieren effizient und organisieren sich selbst im Projektgeschehen.	Präsentationstechniken Kommunikationssituationen Führung Motivation Konflikte und Krisen Zeitmanagement Arbeitsteilung Klassische und agile Vorgangsmodelle im Projektmanagement	Vorbereitung und Durchführung einer Präsentation Vorbereitung und Durchführen eines Projektmeetings Analyse eines Konfliktes Durchführung und Dokumentation eines Problemlösungsverfahrens Planung und Einteilung der eigenen Arbeitszeit	Kommunikationsmodelle Effektivität als Prinzip Prinzip der systematischen Kommunikation Bedeutung von Selbst- und Fremdwahrnehmung für Konfliktmanagement und Führung Hybrides Projektmanagement
... initialisieren und definieren ein Vorhaben als Projekt.	Inhalt und Bedeutung der Projektphasen Projekttypen Projekt- und Projektmanagementdefinition Kreativitätstechniken Projektziele <ul style="list-style-type: none"> <li>• Qualität,</li> <li>• Kosten und Termine,</li> <li>• Leistungsziele etc.</li> </ul>	Moderation kreativer Prozesse Zielfindung, –formulierung und Abgrenzung Strukturierung der Projektziele	Prinzip der Zielorientierung
... planen eine Projektdurchführung.	Meilensteine Projektaufwand und -budget sachliche und soziale Projektumfeldfaktoren Risiko, Chance, Maßnahmen zur Risikoverminderung Unternehmens- und Projektorganisations-	Phasenplanung Beurteilung des Projektes auf Machbarkeit Projektumfeldanalyse Risikoanalyse Aufstellung einer Projektorganisation Erstellung des Projektauftrages	Prinzip der Ergebnisorientierung Prinzip der personalisierten Verantwortungen

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF1: PROJEKTE MITTELS SYSTEMATISCHEN PROJEKTMANAGEMENTS ZUM ERFOLG FÜHREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
	formen, Rollen im Projekt Lasten- und Pflichtenheft, Projektauftrag, Projekthandbuch Projektstrukturplan, Arbeitspakete Ablauf- und Terminplan Einsatzmittelplan, Kapazitätsplan, Kostenplan	Erstellung des Projektstrukturplans Durchführung Ablauf- und Terminplanung Erstellung einer Einsatzmittel- und Kostenplanung	
... realisieren das Projekt.	Kosten- und Termentrendanalyse Berichtswesen Projektsteuerung	Stakeholder Management Risikomanagement Überwachung und Steuerung der Projektrealisierung Erstellung, Pflege, und Kommunikation der Projektdokumentation	PM-Regelkreis Prinzip des rechtzeitigen Handelns
... schließen ein Projekt ab.	Übergabeprotokoll Endabnahme	Abschluss der Projektdokumentation Projektübergabe und Abschlusspräsentation Projektreflexion Lessons Learned	
HINWEISE:	Die Kompetenzen in diesem Lernfeld orientieren sich an der ICB (International Competence Baseline, siehe auch <a href="https://www.gpm-ipma.de/know_how/pm_normen_und_standards/standard_icb_4.html">https://www.gpm-ipma.de/know_how/pm_normen_und_standards/standard_icb_4.html</a> ).		



## 4.3.4 Lernfeld 2: Informationstechnik für Aufgaben in der Energietechnik und Prozessautomatisierung nutzen [180h]

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF2 INFORMATIONSTECHNIK FÜR AUFGABEN IN DER ENERGIE-TECHNIK UND PROZESSAUTOMATISIERUNG NUTZEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
wählen ein geeignetes informationstechnisches System für eine Aufgabenstellung aus der Energietechnik und Prozessautomatisierung aus.	Architektur Embedded Systems Mikrocontroller Schnittstellen/Ports Bussysteme analoge/digitale Signale Quantisierungsfehler	Problemanalyse Nutzwertanalyse	Vor- und Nachteile der Digitalisierung analoger Daten.
wählen Zusatzkomponenten (z. B. Sensoren, Aktoren) aus, verbinden sie mit dem informationstechnischen System und nehmen sie in Betrieb.	Data Sheets, Schaltpläne und Anleitungen von Bauteilen und Systemen Anschluss von Sensoren Ansteuerung von Aktoren IoT / Internet der Dinge	Planung und Auswahl von Bauteilen und Systemen hinsichtlich des Anwendungsfalls und des Einsatzbereichs Einsatz von E-CAD-Systemen Konfiguration der Schnittstellen	Spannungsfeld Komfort, Sicherheit, Energieeinsparung Wechselwirkungen von Komponenten und Teilsystemen Technologien mit integrierten Sensoren/Aktoren
erstellen ein Ablaufdiagramm für eine Software.	strukturierte Programmierung Notationen, Symbolik Normen	Visualisierung der Abläufe und Algorithmen	Laufzeitprognosen
programmieren eine Software zur Steuerung des IT-Systems und seiner Zusatzkomponenten mittels einer Softwareentwicklungsumgebung.	Programmier-/Softwareentwicklungsumgebungen Programmbibliotheken Software-Testverfahren Softwaredokumentation	hardwarenahe Programmierung Programmierung in Hochsprache Erstellung, Test und Dokumentation von Programmcode in einer Entwicklungsumgebung	Software-Qualität (z.B. Korrektheit, Robustheit, Wartbarkeit, Effizienz) Versionsmanagement

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF2 INFORMATIONSTECHNIK FÜR AUFGABEN IN DER ENERGIETECHNIK UND PROZESSAUTOMATISIERUNG NUTZEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
verbinden das IT-System und seine Zusatzkomponenten mit Netzen unter Berücksichtigung technischer und organisatorischer Voraussetzungen.	Medien Schnittstellen Protokolle Adressen Koppelemente	Anbindung eines technischen Systems an lokale, öffentliche und cloudbasierte Netze Übertragung von Daten über lokale, öffentliche und cloudbasierte Netze	Vor- und Nachteile dezentraler Speicherung Skalierbarkeit und Konvergenz von Netzen
beachten den Schutz personenbezogener Daten.	10 Gebote des Datenschutzes Datenschutzgesetze Datenschutzbeauftragte	Umsetzung der Datenschutzgesetze in der Praxis	Informationelle Selbstbestimmung
berücksichtigen bei der Datenspeicherung und -übertragung die Notwendigkeit der Datensicherheit und -verfügbarkeit.	Backup technische und organisatorische Ausfallsicherheit Verschlüsselung Schadsoftware Zugangssicherung	Erstellung einer Gefährdungsanalyse Erstellung und Umsetzung einer Risikomaßnahmeplanung und eines Datensicherungskonzeptes	betriebliche Abhängigkeit von Daten gesetzliche Regelungen zur Aufbewahrung Archivierung Grundschutzhandbuch des BSI
HINWEISE:	<p>Informationstechnische Systeme beschäftigen sich mit der Gewinnung, Umwandlung, Übertragung, Vermittlung, Speicherung und Ausgabe von informationstragenden Signalen. Die Hauptaufgabe ist es, Informationen möglichst unverfälscht von einer oder mehreren Informationsquellen zu einer oder mehreren Informationssenenken zu übermitteln.</p> <p>Informationstechnik befasst sich mit der Anwendung dieser komplexen informationstechnischen Systeme, die ein koordiniertes Zusammenspiel von Hard- und Software erfordern. Dazu gehören die wissenschaftlichen Grundlagen und die technischen Realisierungen moderner informationsverarbeitender, -übertragender und -speichernder Systeme.</p> <p>Bei der Entwicklung solcher Systeme verschwimmen die klassischen Grenzen zwischen Elektrotechnik und Informatik, die üblicherweise mit Hardware bzw. Software assoziiert werden, zunehmend. Hard- und Software bilden heute immer mehr eine Einheit (Embedded Systems) und können oft nicht mehr getrennt voneinander und ohne die Betrachtung der Einsatzumgebungen entwickelt werden.</p>		

**4.3.5 Lernfeld 3: Elektronische Schaltungen, Baugruppen und Geräte analysieren und entwerfen [200h]**

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF3 ELEKTRONISCHE SCHALTUNGEN, BAUGRUPPEN UND GERÄTE ANALYSIEREN UND ENTWERFEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
suchen Fehler in elektronischen Schaltungen.	elektronische Bauteile logische Bauteile Spannungs- und Stromquelle mit Innenwiderstand Spannungsteiler Brückenschaltung Datenblätter	Analyse elektronischer Schaltungen technische Berechnungen Dokumentation der Fehlerursache und deren möglicher Behebung	Toleranzbetrachtung Optimierung von elektrischen Schaltungen
messen technische Größen.	Messgeräte/-systeme auch rechnergestützt Messaufbauten Messgrößen Messprotokolle Messgenauigkeit Sicherheitsvorschriften	Aufbau eines Messsystems Durchführung einer Messung Dokumentation der Messergebnisse Interpretation der Messwerte	Präzision Systemdiagnose (Signalfuss)
verwenden elektronische Bauelemente und Sensoren.	aktive und passive Bauelemente lineare und nicht lineare Bauelemente Bauelemente zum elektrischen Erfassen nicht-elektrischer Größen z. B.: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufbau</li> <li>• Funktionsprinzip</li> <li>• Symbolik</li> <li>• Kennlinien</li> <li>• Bauformen</li> <li>• Bilinguale Datenblätter</li> </ul>	Planung von Schaltungen	Alterungsprozesse von Bauteilen (Burn in)

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF3 ELEKTRONISCHE SCHALTUNGEN, BAUGRUPPEN UND GERÄTE ANALYSIEREN UND ENTWERFEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
entwerfen elektronische Schaltungen, Baugruppen und Geräte.	digitale Logik analoge Schaltungen z. B.: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Operationsverstärker</li> <li>• Optoelektronik</li> <li>• Stromrichtertechnik usw.</li> </ul> komplexe Schaltungen Leistungselektronik PWM Anpassung von Sensoren und Aktoren	Nutzung von Werkzeugen und Methoden zur Simulation von Schaltungen	Diagnose Fehlerbehebung Schaltungsalternativen
beachten bei der Schaltungssynthese gängige Normen und Vorschriften (Schutz elektronischer Schaltungen).	EMV Störeinflüsse Kopplung Normen	Schutz von Schaltungen vor Störeinflüssen	Störungsdiagnostik
HINWEISE			

**4.3.6 Lernfeld 4: Energietechnische Anlagen planen, dimensionieren, erstellen, überwachen und regeln [200h]**

Die staatlich geprüften Technikerinnen und <b>Techniker ...</b>	LF4 ENERGIETECHNISCHE ANLAGEN PLANEN, DIMENSIONIEREN, ERSTELLEN, ÜBERWACHEN UND REGELN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
planen zentrale und dezentrale Energieerzeugungsanlagen für einen Gebäudekomplex, ein Industriegebäude oder ein Verbundnetz.	Energieerzeugung: <ul style="list-style-type: none"> <li>• regenerativ</li> <li>• endlich</li> </ul> Installations-Komponenten Installations-Normen/-Vorschriften Installations-Aspekte der Energieerzeugungsanlage: <ul style="list-style-type: none"> <li>• funktionale</li> <li>• ökologische</li> <li>• ökonomische</li> </ul> Energieerzeuger	Ermittlung des Energiebedarfs Auswahl und Dimensionierung von Komponenten Erstellung technischer Berechnungen Schaltplanerstellung Planung und Dokumentation der Arbeitsschritte Verbundnetzsteuerung	Energiemanagement Tarifrecht und Vertragsgestaltung Börsenhandel Klimaschutzziele Alternativen
planen die Energieübertragung und Energieverteilung in Verbundnetzen.	Gleich-, Wechsel- und Drehstromtechnik Netzstrukturen und Verteilungssysteme Normen, Vorschriften und Regeln Schutzmaßnahmen (beispielhaft: Netzschutz, Kurzschluss, Schutz von Leitungen und Personen) Energieversorgungs-Komponenten und Schaltanlagen (beispielhaft: Transformator, Wechselrichter, Leitungen und Kabel, Schaltgeräte, Sicherungen) Hochspannungstechnik Versorgungssicherheit	Dimensionierung von Energieanlagen Auswahl und Dimensionierung der Energieversorgungs-Komponenten Installation und Dokumentation von Schutzmaßnahmen in unterschiedlichen Bereichen Überwachung von Netzen	Energieübertragungsalternativen

Die staatlich geprüften Technikerinnen und <b>Techniker</b> ...	LF4 ENERGIETECHNISCHE ANLAGEN PLANEN, DIMENSIONIEREN, ERSTELLEN, ÜBERWACHEN UND REGELN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
dimensionieren den Netzaufbau von Niederspannungsanlagen.	Netzformen TAB Selektivität Erdungssysteme Leitungsschutz Personenschutz Kompensationsanlagen Wartung/Dokumentation	netzspezifische Anwendung von Planungsmethoden und Auslegung von Niederspannungsanlagen	Netzqualität Qualitätsmanagement
dimensionieren den Potenzialausgleich.	Normen/Vorschriften Potentialausgleichssysteme Schutzpotentialausgleich örtlicher Potentialausgleich anwendungsspezifische Potentialsteuerung	Auslegung eines Potentialausgleichs für unterschiedliche Anwendungsfälle	Gefährdungspotentiale

Die staatlich geprüften Technikerinnen und <b>Techniker ...</b>	LF4 ENERGIETECHNISCHE ANLAGEN PLANEN, DIMENSIONIEREN, ERSTELLEN, ÜBERWACHEN UND REGELN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
erstellen Erdungssysteme.	Erdungsarten bzw. Erderarten Aufgaben von Erdungssystemen Beeinflussung von Erdungssystemen: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Überlagerung und Verschleppung von Potentialen</li> <li>• Korrosionen, usw.</li> </ul> Normen und Vorschriften Prüfen von Erdungssystemen	bestimmungs- und netzspezifische Dimensionierung eines Erdungssystems	Grenzen des Erdungsverfahrens
entwickeln intelligente Netzsteuersysteme zur Überwachung und Regelung.	Geräte für die Erfassung von Messgrößen Geräte für die Regelung von Netzstrukturen Kommunikationsstruktur zur Netzregulierung Visualisierung Warnsysteme Lastmanagement und Überwachungstechnik intelligenter Netze Sicherheitsbetrachtung Dezentraler Zugriff auf Netzstrukturen	Umsetzung eines intelligenten Netzes	smarte Technologien fluktuierende Energieerzeugung
HINWEISE:			

**4.3.7 Lernfeld 5: Gebäudetechnische Systeme und Steuerungen planen, dimensionieren und erstellen [180h]**

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF5 GEBÄUDETECHNISCHE SYSTEME UND STEUERUNGEN PLANEN, DIMENSIONIEREN UND ERSTELLEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
planen die Elektroinstallation eines Gebäudes.	Installations- und Verteilungskomponenten Normen und Vorschriften Gefahrenmeldeanlagen	Auswahl und Dimensionierung von Installationskomponenten Erstellung technischer Berechnungen Schaltplanerstellung Planung und Dokumentation der Arbeitsschritte	funktionale und ökonomische Installationsaspekte
planen die Energieversorgung eines Gebäudes.	Netzsysteme (TN, TT, IT) Schutzmaßnahmen, Notwendigkeit und Anwendungsbereiche der Schutzsysteme Energieversorgungs-Komponenten: <ul style="list-style-type: none"> <li>• zum Schutz gegen elektrischen Schlag</li> <li>• zum Arbeitsschutz</li> <li>• zur Unfallverhütung</li> </ul> Versorgungssicherheit Normen, Vorschriften und Regeln	Dimensionierung von Energieanlagen Auswahl und Dimensionierung von Energieversorgungs-Komponenten Installation und Dokumentation von Schutzmaßnahmen in unterschiedlichen Bereichen	Energieversorgungsalternativen



Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF5 GEBÄUDETECHNISCHE SYSTEME UND STEUERUNGEN PLANEN, DIMENSIONIEREN UND ERSTELLEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
dimensionieren ein äußeres Blitzschutzsystem.	Blitzschutzklassen Bauteile und Werkstoffe eines äußeren Blitzschutzsystems Auslegungsverfahren: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Blitzkugelverfahren</li> <li>• Maschenverfahren</li> <li>• Schutzwinkelverfahren</li> </ul> Ableitungen Erdungssysteme Wartung/Dokumentation	Gebäudespezifische Anwendung von Planungsmethoden und Auswahl für Fangeinrichtungen	Physik der Gewitterblitze und der Elektrostatik
dimensionieren ein inneres Blitzschutzsystem.	Potentialausgleichssysteme Überspannungsschutzgeräte und deren Funktion Überspannungsschutzsysteme für Energiesysteme Überspannungsschutzsysteme für Daten und Informationstechnik anwendungsspezifische Qualitätsmerkmale eines inneren Blitzschutzsystems, Normen und Abstände Wartung/Dokumentation	Anforderungsspezifische Planung und Auswahl von inneren Blitzschutzsystemen	Schutzebenen

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF5 GEBÄUDETECHNISCHE SYSTEME UND STEUERUNGEN PLANEN, DIMENSIONIEREN UND ERSTELLEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
erstellen Beleuchtungskonzepte.	Größen und Begriffe der Lichttechnik Gütemerkmale der Beleuchtung Lichtquellen Normen und Vorschriften Notbeleuchtung/Sicherheitsbeleuchtung Wirtschaftlichkeit	Erstellung einer Lichtplanung und eines Lichtmanagements Simulierte und reale Messung und Bewertung von erstellten Konzepten	Arbeitsplatz-Ergonomie Gesundheitsrisiken durch Lichtanteile Physik der Leuchtmittel
erstellen eine intelligente Gebäudesteuerung.	Geräte für die Gebäudeautomation und deren Kommunikationsstruktur Visualisierung Alarmsysteme Lastmanagement Überwachungstechnik Vor- und Nachteile intelligenter Gebäudesteuerungen Sicherheitsbetrachtung dezentraler Zugriff und Datensicherheit	Umsetzung eines intelligenten Gebäudekonzeptes	smarte Technologien
HINWEISE:			

**4.3.8 Lernfeld 6: Antriebssysteme planen, in Betrieb nehmen und instand halten [200h]**

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF6 ANTRIEBSSYSTEME PLANEN, IN BETRIEB NEHMEN UND INSTAND HALTEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
analysieren die Antriebsaufgabe des Kunden unter Berücksichtigung verschiedener Last- und Prozesssituationen.	Lastarten beispielhaftes Lastverhalten: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hubvorrichtungen</li> <li>• Rührwerke</li> <li>• Lüfter</li> </ul> mechanische und energetische Grundlagen, beispielhaft: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Drehbewegung</li> <li>• Längsbewegung</li> <li>• Drehmomentbedarf</li> <li>• Leistungsbedarf</li> </ul> drehzahl- und positionsvariable Anforderungen Motor/Generatorbetrieb	strukturierte Erfassung und Beschreibung der Last- und Prozesssituation	vollständige Auslegung
analysieren das Betriebsumfeld des Antriebssystems.	Umgebungsbedingungen, beispielhaft: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Schutzarten</li> <li>• Bauformen</li> <li>• Energieeffizienzklassen</li> <li>• Kühlarten</li> </ul> Kriterien für die Anpassung des Antriebssystems auf das Betriebsumfeld Einflussgrößen der Betriebssicherheit Betriebsarten Isolationsklassen Energiebereitstellung	strukturierte Erfassung des Antriebssystems und Berücksichtigung des Betriebsumfeldes	Rolle des Antriebssystems in der Produktionsanlage

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF6 ANTRIEBSSYSTEME PLANEN, IN BETRIEB NEHMEN UND INSTAND HALTEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
planen und dimensionieren eines Antriebs.	<p>Motorarten/Generatorarten, beispielhaft:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Drehantriebe mit GM, ASM, SM</li> <li>• Positions-/Servoantriebe</li> </ul> <p>Kenndaten elektrischer Antriebe Arbeitspunktbestimmung Arbeitsbereich (beispielsweise 4-Quadrantenbetrieb) Elektrotechnische Spezifikationen in verschiedenen Wirtschaftsräumen</p>	<p>Projektierung und Dokumentation von Antriebssystemen nach Anforderungen Berücksichtigung der Kosten</p>	<p>vollständige Planung alternative Antriebe Antriebsmechanik</p>
nehmen Antriebssysteme in Betrieb.	<p>Anschluss Schutzklassen Betriebsumfeld Typenschild Schaltungsarten Sicherheitsmaßnahmen und Richtlinien, beispielhaft:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sicherheitsregeln nach VDE</li> <li>• EMV-Richtlinien</li> </ul> <p>Optimierungsmöglichkeit der Inbetriebnahme</p>	<p>Einstellung, Parametrierung und Optimierung der Antriebssysteme Anschluss, Anpassung, Überprüfung und Übergabe des Antriebssystems und dessen Dokumentation</p>	<p>Arbeitssicherheit Produkt- und Anlagensicherheit</p>

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF6 ANTRIEBSSYSTEME PLANEN, IN BETRIEB NEHMEN UND INSTAND HALTEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
steuern oder regeln Antriebssysteme unter Berücksichtigung der aktuellen Technologiestandards.	Antriebs-/Ansteuermethoden: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Anlauf</li> <li>• Bremsen</li> <li>• drehzahlverstellbar</li> <li>• positionierbar</li> </ul> Regelungs- und Steuerungsarten Motor-/Generatorbetrieb	Vergleich der verschiedenen Antriebs- und Ansteuermethoden anwendungsspezifische Auslegung des Antriebs	Kosteneinsparpotentiale
beheben Fehler an einem vorhandenen Antriebssystem.	Fehlerursachen Fehlersuchstrategien Messtechnik Sicherheitsmaßnahmen und Richtlinien	Fehleranalyse eines Antriebssystems Auswahl geeigneter Messmethoden	mögliche Fehlerquellen
halten Antriebssysteme instand	Wartungsintervalle Herstellervorgaben Handbuch Wartungspläne Maßnahmen zur vorbeugenden Instandhaltung Sicherheitsmaßnahmen und Richtlinien	Erstellung von Instandhaltungsplänen Durchführung der Instandhaltung	Umweltaspekte Kostenoptimierung Instandhaltungsmanagement
HINWEISE:			

4.3.9 Lernfeld 7: Produktionssysteme planen, organisieren und optimieren [400h]

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF7 PRODUKTIONSSYSTEME PLANEN, ORGANISIEREN UND OPTIMIEREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
entwickeln kundenspezifische Lösungen für automatisierte Anlagen.	Betrachtungsebenen: <ul style="list-style-type: none"> <li>• technisch</li> <li>• wirtschaftlich</li> <li>• ökologisch</li> <li>• sicherheitsrelevant</li> </ul> Komponenteneigenschaften: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sensoren</li> <li>• Verarbeitungsgeräte</li> <li>• Aktoren</li> </ul> Eigenschaften der Automatisierungsgeräte Fluide Antriebe	Bewertung der Betrachtungsebenen Planung und Auslegung der Prozessabläufe Auswahl von Komponenten für Steuerungen und Regelungen	Wirtschaftlichkeit
erstellen Anwendungsprogramme fachgerecht und beachten Aspekte zum Bedienen und Beobachten von Anlagen.	aktuelle Programmiersprachen auf der Basis strukturierter, objektorientierter und graphischer Programmierung, beispielhaft: <ul style="list-style-type: none"> <li>• FUP, KOP, AWL</li> <li>• SCL / Hochsprachen (z.B. C++)</li> <li>• GRAFCET</li> <li>• LabVIEW</li> </ul> Visualisierung und Kommunikation <ul style="list-style-type: none"> <li>• lokal</li> <li>• global</li> <li>• Webdienste (OPC-UA)</li> </ul>	Programmierung von Anlagen Planung der Bedienkonzepte	Laufzeitoptimierung Softwarequalität Programmoptimierung

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF7 PRODUKTIONSSYSTEME PLANEN, ORGANISIEREN UND OPTIMIEREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
vernetzen automatisierungstechnische Systeme und beachten hierbei aktuelle Standards bezüglich der IT-Sicherheit.	Eigenschaften und Komponenten der Netzwerktechnik im Themenfeld der Automation Echtzeitkommunikation in der Automatisierungsebene Eigenschaften und Besonderheiten aktueller Bus-, Feldbussysteme, zum Beispiel: Profinet, Profibus, ASI usw. IT-Sicherheit in der Automatisierung	Einsatz von Netzwerkkomponenten in Automatisierungssystemen Parametrierung, Steuerung und Wartung von Automatisierungsgeräten im Netz	Möglichkeiten und Risiken von Fernwartung und Webdiagnose in der Automatisierung
binden aktuelle Antriebs- und Handhabungssysteme ein.	professionelle Entwicklungssysteme Hardware und Softwareschnittstellen von Antriebssystemen Softwareparameter von Antriebssystemen Teachfunktion	Einbindung und Programmierung per SPS-Bustechnik Handhabung von Robotern	Prozessoptimierung Anlagensicherheit
erfassen, speichern, analysieren und werten Prozessdaten aus.	Speichermedien Daten in Cloudsystemen Datenbanken für Automationssysteme Analysesysteme	Auswahl und Nutzung geeigneter Speichermedien und Analysesysteme	Datenkonsistenz Datensicherheit
erfassen physikalische Größen mit geeigneten Sensoren und verarbeiten sowie visualisieren diese.	analoge und digitale Messwerterfassung Verarbeiten der Messwerte: <ul style="list-style-type: none"> <li>• normieren</li> <li>• skalieren</li> </ul> mögliche Messdatenerfassung, z. B.: Temperatur, Druck, Materialart, Farbe, Helligkeit, Masse, Position usw.	Erfassung und Verarbeitung der Messwerte	Datenvalidität

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF7 PRODUKTIONSSYSTEME PLANEN, ORGANISIEREN UND OPTIMIEREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
entwickeln Lösungen für komplexe steuerungs- und regelungstechnische Anlagen.	Steuerungssysteme Regler z. B. P/I/D Regelstrecke Regelkreis	Kopplung von Steuerung und Regelungssystemen. Entwicklung und Optimierung von Regelkreisen.	SCRUM-Modell heuristische Methoden Faustformelverfahren
planen und realisieren Visualisierungskonzepte.	exemplarisch: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Webservice, OPC-UA</li> <li>• VR und AR Technik</li> <li>• 3D-Simulationssoftware</li> <li>• HMI</li> <li>• Apps</li> </ul>	Auswahl und Inbetriebnahme von Simulations- und Visualisierungssystemen.	ergonomische und effiziente Schnittstellen
HINWEISE:	Mit dem LF7 soll eine bessere Anbindung an die LF3 und LF6 erreicht werden. So ist es möglich das LF7 bereits im ersten Ausbildungsabschnitt starten zu lassen, um eine kontinuierliche Vorbereitung in Bezug auf die Steuerungs- und Regelungstechnik der Abschlussprojekte zu ermöglichen. Sensoren und Aktoren werden immer intelligenter. Die zunehmende Vernetzung und die dadurch mögliche Verfügbarkeit aller relevanten Informationen in Echtzeit sowie die angestrebte Fähigkeit, aus den Daten die zu jedem Zeitpunkt optimale Wertschöpfung abzuleiten, löst die als „Industrie 4.0“ bezeichnete nächste industrielle Revolution aus. Diese wird jetzt noch schwer abschätzbare Folgen für die Produktionssysteme und das hier beschriebene Lernfeld haben. Daher sind die hier genannten Wissensaspekte zukünftig flexibel an den Stand der Technik anzupassen.		



**4.3.10 Lernfeld 8: Produktionsumfeld und aktuelle Technologien analysieren und bei der Projektierung berücksichtigen [120h]**

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF8 PRODUKTIONSUMFELD UND AKTUELLE TECHNOLOGIEN ANALYSIEREN UND BEI DER PROJEKTIERUNG BERÜCKSICHTIGEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
halten branchenspezifische Vorgaben ein (Food, Pharma, Chemie, Elektro, Metall, ...).	Reinraumbedingungen Reinigungsprozesse in der Produktion und daraus resultierende Anforderungen an die Technik Qualifizierung/Validierung	anwendungsspezifische Projektierung von elektrischen Anlagen. Planung und Dokumentation der Arbeitsschritte	Auswirkungen von Verunreinigungen Qualitätssicherung Werkstoffkunde (produktberührende Werkstoffe)
berücksichtigen den EX-Schutz bei der Projektierung und Wartung/Inbetriebnahme von Betriebsmitteln.	Maßnahmen zum Explosionsschutz Gerätegruppen Zoneneinteilung Befähigte Person für Explosionsschutz Zündschutzarten Temperaturklassen Explosionsgruppen	Erstellen von Schaltplänen und Installationsplanungen Auswahl und Dimensionierung von Bauteilen für den EX-Bereich	Physikalisch Technische Bundesanstalt in Braunschweig (PTB) Arbeits- und Produktionssicherheit
erkennen und entwickeln neue Prozesszusammenhänge und implementieren neue Technologien im Unternehmen.	Einsatz intelligenter Betriebsmittel und Anlagen cyber-physische Systeme (CPS) vernetzte Systeme Unternehmensebenen (ERP, MES, PLS, SPS, Sensor-Aktor) Smart Factory Cloud Datensicherheit lebenslanges Lernen (eLearning)	Umsetzung eines intelligenten Steuerungskonzeptes anwendungsspezifische Auswahl Smarter Technologie	Historie der Industriellen Revolution Wertschöpfungsprozesse in der Produktion

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF8 PRODUKTIONSUMFELD UND AKTUELLE TECHNOLOGIEN ANALYSIEREN UND BEI DER PROJEKTIERUNG BERÜCKSICHTIGEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
wenden die aktuellen Normen und Vorschriften fachgerecht an.	Anlagen und Geräteprüfungen Schutzarten Schutzklassen Wiederholungsprüfung VDE 0100, DGUV, etc.	anforderungsspezifische fachgerechte Planung und Installation von elektrischen Anlagen und Systemen.	Gefahren des elektrischen Stroms Arbeitssicherheit
berücksichtigen die geltenden Normen und Richtlinien, um eine Konformitätserklärung zu erreichen (CE-Kennzeichnung).	elektromagnetische Verträglichkeit Maschinenrichtlinie persönliche Schutzausrüstung Niederspannungsrichtlinie	anforderungsspezifische fachgerechte Planung, Installation und Dokumentation von elektrischen Betriebsmittel nach CE-Konformität	Notwendigkeit der Harmonisierung Produkt- und Anlagensicherheit Produktqualität
optimieren die Energieeffizienz in allgemeinen Fertigungsprozessen und –systemen.	Grundlastreduzierung und Spitzenlastvermeidung Gesamtprozessketten Jahreswirkungsgrad	partielle Systemabschaltung Optimierung der Stillstandszeiten Substitution von Prozessen Integration von Verfahren Verkürzung von Prozessketten	nachhaltiges Wirtschaften Steigerung der Wertschöpfung
HINWEISE:	Techniker und Technikerinnen können auf spezifische Anforderungen des Produktionsumfelds eingehen und gezielte Lösungen zu Teilbereichen erarbeiten. Schwerpunkte können in diesem Lernfeld gezielt auf die fachlichen Bereiche und die Wissenstiefe abgestimmt werden. Individualisierte auf den Techniker und die Technikerinnen und deren Arbeitsumfeld abgestimmte Handlungen versetzen diese in die Lage, auf spezifische Herausforderungen zu reagieren. Die Inhalte bzw. Teile dieses Lernfeldes bilden eine Lernfeldübergreifende Profilierung, Grundlage sowie eine Vernetzung des Zusammenhangswissens. Die Lernfeldinhalte gelten hierbei als Grundlage bzw. Hilfestellung. Die Gestaltung der Inhalte kann an die jeweils ausgewählten Teilhandlungen angepasst werden.		

## 5 Handhabung des Lehrplans

Die in Kapitel 3 theoretisch begründete strukturell-curriculare Rahmung impliziert einen anspruchsvollen kompetenzorientierten Unterricht. Um die darin gesetzten Vorgaben unterrichtswirksam zu machen, gilt es folgende Prämissen zu berücksichtigen:

- Moderner Fachschulunterricht ist *lernerorientiert*, d. h., dass alle zu planenden Unterrichtsprozesse sich primär an Lernprozessen ausrichten sollen, nicht an Lehrprozessen. Lernprozesse sollen einer kasuistisch-operativen Umsetzungslogik (handlungssystematisch) folgen, die von einer theoretisch-abstrakten Objektivierungslogik (fachsystematisch) ergänzt wird.
- Die Zielbildung in den Querschnitt-Lernfeldern erfolgt als Explikation der Lehrplan-Inhalte durch die *Beschreibung von Wissens- und Fertigungszielen*. Ihr Umfang und Anspruch bemisst sich aus deren jeweiliger Bedeutung für die korrespondierenden fachlich-methodischen Kompetenzen.
- Im Rahmen der beruflichen Lernfelder ist die Explikation von *beruflichen Handlungen* der curriculare Ausgangspunkt der Unterrichtsplanung. Damit wird von Anfang an geklärt, welches Wissen in welchen Handlungszusammenhängen von den Studierenden erworben werden soll. Die im Lehrplan vollzogene Beschreibung der Kompetenzen auf einem mittleren Niveau gilt es dabei in der konkreten Unterrichtskonzeption adäquat zu den jeweils vorliegenden Rahmenbedingungen und im jeweils aktuellen technisch-produktiven, gestalterischen oder betriebswirtschaftlichen Kontext zu konkretisieren.
- Die genaue Zusammenstellung eines unterrichtsrelevanten Gebildes aus Kompetenzen erfolgt über einen einschlägigen *Berufskontext*, welcher dann auch als übergreifende Lernsituation den Gesamtrahmen der jeweiligen Unterrichtseinheit bildet.
- Kompetenzerwerb setzt *Verständnisprozesse* voraus, welche durch eine *Problemorientierung* des Unterrichts ausgelöst werden. Je anspruchsvoller die Problemstellungen, desto höher das zu erreichende Kompetenz-Niveau.
- Kompetenzen im Sinne eines verstandenen Handelns erfordern einschlägiges Sach- und Prozesswissen mit entsprechendem Reflexionswissen mit unmittelbarem Bezug zu dessen *berufsspezifischer Nutzung*, daher soll sich der Kompetenzerwerb in *sinnvollen* Abschnitten zwischen kasuistisch-operativen Phasen (handlungssystematisch) und theoretisch-abstrakten Phasen (fachsystematisch) *wechselseitig ergänzen*.
- *Fachsystematische Lernprozesse* gehen von den Fachwissenschaften aus, beinhalten deren Systematiken und bilden damit ein anwendungsübergreifendes Gerüst für das berufliche Handeln. Sie sind zudem der Raum für die Auseinandersetzung mit den mathematisch-naturwissenschaftlichen bzw. gestalterischen Hintergründen. Lern-Reflexionen beziehen sich hier auf die Kategorien „Wissen“ (kognitive Reproduktion) und „Verstehen“ (kognitive Anwendung).
- *Handlungssystematische Lernprozesse* gehen von beruflichen Prozessen aus, beinhalten deren Eigenlogik und bilden damit anwendungsbezogene Ankerpunkte für das berufliche Handeln. Lernreflexionen beziehen sich hier auf die Kategorie „Können“ (operative Anwendung).
- *Lernerfolgsmessung* kann sich im Einzelnen auf „Wissen“, „Verständnis“ oder „Können“ beziehen, der Anspruch einer Kompetenzdiagnostik kann aber nur dann erfüllt werden, wenn alle drei oben genannten Komponenten *integrativ erhoben* werden, und mit den Zielkategorien *taxiert* werden.
- Der Erwerb sozial-kommunikativer Kompetenzen erfordert *kollektive Lernformen*, wird aber nicht allein durch diese gewährleistet. Entscheidend ist hier ein bewusster und re-

flektierter Kompetenzerwerb, daher sind sozial-kommunikative Kompetenz-Ziele den Studierenden zu kommunizieren, deren Erwerb zu thematisieren und zu reflektieren.

- Der Erwerb von Personalkompetenzen (bzw. Selbstkompetenzen) erfordert die Akzentuierung motivationaler, affektiver und strategisch-organisationaler Auseinandersetzungen der Studierenden mit sich und ihrem Lernen. Fachschulunterricht sollte daher das *Lernen als eigenständigen Lerngegenstand* begreifen und dies pädagogisch und methodisch angemessen umsetzen.

ENTWURF

## 6 Literaturverzeichnis

- Bader, R. (2004): Strategien zur Umsetzung des Lernfeld-Konzepts. In: bwp@ spezial 1
- BIFIE (Hrsg.). (2013). Standardisierte kompetenzorientierte Reifeprüfung. Reife- und Diplomprüfung. Grundlagen – Entwicklung – Implementierung. Unter Mitarbeit von H. Cesnik, S. Dahm, C. Dorninger, E. Dousset-Ortner, K. Eberharter, R. Fless-Klinger, M. Frebort, G. Friedl-Lucyshyn, D. Frötscher, R. Gleeson, A. Pinter, F. J., Punter, S. Reif-Breitwieser, E. Sattlberger, F. Schaffenrath, G. Sigott, H.-S. Siller, P. Simon, C. Spöttl, J. Steinfeld, E. Süß-Stepancik, I. Thelen-Schaefer & B. Zisser. Wien: Herausgeber.
- Chomsky, N. (1965). Aspects of the theory of syntax. Cambridge, Mass: M.I.T. Press.
- Erpenbeck, J. / Rosenstiel, L. / Grote S. / Sauter W. (2017): Handbuch Kompetenzmessung: Erkennen, verstehen und bewerten von Kompetenzen in der betrieblichen, pädagogischen und psychologischen Praxis. Stuttgart, Schäfer & Pöschel
- Euler, D. / Reemtsma-Theis, M. (1999): Sozialkompetenzen? Über die Klärung einer didaktischen Zielkategorie. In: Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik, Heft 2, S. 168 - 198.
- Klafki, W. (1964): Didaktische Analyse als Kern der Unterrichtsvorbereitung in: Roth, H. / Blumenthal, A. (Hrsg.): Grundlegende Aufsätze aus der Zeitschrift Die Deutsche Schule, Hannover 1964, S. 5 - 34.
- Lerch, S. (2013): Selbstkompetenz – eine neue Kategorie zur eigens gesollten Optimierung? Theoretische Analyse und empirische Befunde. In: REPORT 1/2013 (36. Jg.) S. 25 - 34.
- Mandl, H. / Friedrich H.F. (Hrsg.) (2005): Handbuch Lernstrategien. Göttingen, Hogrefe.
- Pittich, D. (2013). Diagnostik fachlich-methodischer Kompetenzen. Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag
- Siller, H.-S., Bruder, R., Hascher, T., Linnemann, T., Steinfeld, J., & Sattlberger, E. (2014). Stufung mathematischer Kompetenzen am Ende der Sekundarstufe II – eine Konkretisierung. In J. Roth & J. Ames (Hrsg.), Beiträge zum Mathematikunterricht 2014, Münster: WTM, S. 1135 - 1138.
- Tenberg, R. (2011): Vermittlung fachlicher und überfachlicher Kompetenzen in technischen Berufen. Theorie und Praxis der Technikdidaktik. Stuttgart: Steiner
- Volpert, W. (1980): Beiträge zur psychologischen Handlungstheorie. Bern: Huber.



# Lehrplan

## Zweijährige Fachschule für Technik

### FACHRICHTUNG ELEKTROTECHNIK

### SCHWERPUNKT INFORMATIONS- UND KOMMUNIKATIONSTECHNIK

BILDUNGSLAND  
Hessen 

Version C

Februar 2019

ENTWURF

Impressum

Hessisches Kultusministerium  
Luisenplatz 10, 65185 Wiesbaden  
Tel.: 0611 368-0  
Fax: 0611 368-2096

E-Mail: [poststelle@hkm.hessen.de](mailto:poststelle@hkm.hessen.de)  
Internet: [www.kultusministerium.hessen.de](http://www.kultusministerium.hessen.de)

**Inhaltsverzeichnis**

1	Bedeutung der Fachschule für Technik in der Bildungslandschaft.....	4
2	Grundlegung für die Fachrichtung Elektrotechnik .....	6
3	Theoretische Grundlagen des Lehrplans .....	10
3.1	Sozial-kommunikative Kompetenzen .....	10
3.2	Personale Kompetenzen .....	10
3.3	Fachlich-methodische Kompetenzen .....	11
3.4	Zielkategorien.....	12
3.4.1	Beruflich akzentuierte Zielkategorien.....	13
3.4.2	Mathematisch akzentuierte Zielkategorien .....	15
3.5	Taxierung der Kompetenzen in drei Stufen .....	15
3.5.1	Taxonomietabelle für beruflich akzentuierte Zielkategorien.....	17
3.5.2	Taxonomietabelle für mathematisch akzentuierte Zielkategorien .....	18
3.6	Zusammenfassung.....	19
4	Organisation der Kompetenzen und Kenntnisse .....	20
4.1	Lernfelder .....	20
4.2	Stundentafel .....	22
4.3	Beruflicher Lernbereich .....	23
4.3.1	Mathematik (Querschnitt-Lernfeld) .....	23
4.3.2	Projektarbeit .....	26
4.3.3	Lernfeld 1: Projekte mittels systematischen Projektmanagements zum Erfolg führen .....	27
4.3.4	Lernfeld 2: Netzwerkinfrastruktur bereitstellen .....	29
4.3.5	Lernfeld 3: Anbindung an öffentliche Netze .....	31
4.3.6	Lernfeld 4: Betriebssysteme installieren und Dienste konfigurieren .....	33
4.3.7	Lernfeld 5: Sicherheit der Netze und Daten planen und gewährleisten ....	35
4.3.8	Lernfeld 6: Entwurf und Optimierung von Produktionsprozessen mit digitalen Systemen .....	37
4.3.9	Lernfeld 7: Funksysteme analysieren, dimensionieren und bewerten .....	39
4.3.10	Lernfeld 8: Embedded Systems auswählen, aufbauen und betreiben.....	41
4.3.11	Lernfeld 9: Adaption neuer Technologien .....	43
5	Handhabung des Lehrplans .....	45
6	Literaturverzeichnis .....	47



## 1 Bedeutung der Fachschule für Technik in der Bildungslandschaft

Die Fachschulen sind Einrichtungen der beruflichen Weiterbildung und schließen an eine einschlägige berufliche Ausbildung an. Sie bieten die Möglichkeit zu beruflicher Weiterqualifizierung aus der Praxis für die Praxis und ermöglichen dabei das Erreichen der höchsten Qualifizierungsebene in der beruflichen Bildung.<sup>1</sup>

In der Rahmenvereinbarung der Kultusministerkonferenz zu Fachschulen wird zu Ausbildungsziel, Tätigkeitsbereichen und Qualifikationsprofil das Folgende festgestellt:

„Ziel der Ausbildung im Fachbereich Technik ist es, Fachkräfte mit einschlägiger Berufsausbildung und Berufserfahrung für die Lösung technisch-naturwissenschaftlicher Problemstellungen, für Führungsaufgaben im betrieblichen Management auf der mittleren Führungsebene sowie für die unternehmerische Selbstständigkeit zu qualifizieren.

Die Ausbildung orientiert sich an den Erfordernissen der beruflichen Praxis und befähigt die Absolventinnen/Absolventen, den technologischen Wandel zu bewältigen und die sich daraus ergebenden Entwicklungen der Wirtschaft mitzugestalten.

Der Umsetzung neuer Technologien – verbunden mit der Fähigkeit kostenbewusst zu handeln und Fremdsprachenkenntnisse anzuwenden – wird deshalb auf der Basis des fachrichtungsspezifischen Vertiefungswissens in der Ausbildung besonderer Wert beigemessen. Der Fähigkeit, Mitarbeiter/Mitarbeiterinnen anzuleiten, zu führen, zu motivieren und zu beurteilen – sowie der Fähigkeit zur Teamarbeit – kommen im Zusammenhang mit den speziellen fachlichen Kompetenzen große Bedeutung zu.

Die Absolventinnen/Absolventen müssen vor diesem Hintergrund in der Lage sein, im Team und selbstständig Probleme des entsprechenden Aufgabenbereiches zu erkennen, zu analysieren, zu strukturieren, zu beurteilen und Wege zur Lösung dieser Probleme in wechselnden Situationen zu finden.“<sup>2</sup>

Die Studierenden sollen in der beruflichen Aufstiegsfortbildung zum staatlich geprüften Techniker / zur staatlich geprüften Technikerin befähigt werden, betriebswirtschaftliche, technisch-naturwissenschaftliche sowie künstlerische Aufgaben zu bewältigen.

Die Fachschulen orientieren sich dabei nicht an Studiengängen, sondern am Stand der Technik sowie ihrer praktischen Anwendung und genießen dadurch einen hohen Stellenwert in der Erwachsenenbildung.

Die Studierenden erlernen und vertiefen in der Weiterbildung das selbständige Erkennen, Strukturieren, Analysieren und Beurteilen von Problemen des Berufsbereiches und deren Lösung. Sie lernen, Projekte mittels systematischen Projektmanagements zum Erfolg zu führen

Dabei liegt ein besonderes Augenmerk auf der Förderung des wirtschaftlichen Denkens und verantwortlichen Handelns in Führungspositionen und der damit verbundenen Fähigkeit zu konstruktiver Kritik und der Bewältigung von Konflikten.

---

<sup>1</sup>DQR Niveau 6

<sup>2</sup>Rahmenvereinbarung über Fachschulen; Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 07.11.2002 i.d.F. vom 02.06.2016 S.16

Nicht zuletzt vertiefen die Studierenden ihre Fähigkeiten, sprachlich sicher zu agieren, um in allen Kontexten des beruflichen Handelns bestehen zu können.

Die rasante Entwicklung digitaler Technologien und die damit einhergehenden, tiefgreifenden Veränderungen in der Wirtschaft, in Arbeitsprozessen und im Kommunikationsverhalten stellen auch neue Anforderungen an Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen. So ist auch der Tätigkeitsbereich der Techniker und Technikerinnen in vielen Bereichen durch zusätzliche Merkmale betroffen:

- Vernetzung der Infrastruktur sowie der gesamten Wertschöpfungskette,
- Erfassung, Transport, Speicherung und Auswertung großer Datenmengen,
- Echtzeitfähigkeit der Systeme,
- cyber-physische Systeme – intelligente, kommunikationsfähige und autonome Maschinen und Systeme,
- Verschmelzung von virtueller und realer Welt,
- Gewährleistung von Datensicherheit und Datenschutz.

Somit muss die klassische Trennung in prozess- und produktorientierte berufsspezifische Handlungsfelder zugunsten eines die Schnittstellen vernetzenden, stärker systemorientierten und unternehmerischen Handlungskontextes aufgelöst werden.<sup>3</sup>

Der Erwerb der dazu benötigten Kompetenzen muss, auch wenn sie in den Lernfeldmatrizen nicht explizit aufgeführt sein sollten, durch die unterrichtliche Umsetzung in den Fachschulen für Technik ermöglicht werden.

---

<sup>3</sup> Kompetenzorientiertes Qualifikationsprofil zur Integration der Thematik „Industrie 4.0“ in die Ausbildung an Fachschulen für Technik (Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 24.11.2017)

## 2 Grundlegung für die Fachrichtung Elektrotechnik

Die Elektrotechnik ist sowohl eine Ingenieurwissenschaft, die die Entwicklung, Herstellung und Verwendung elektrotechnischer Systeme untersucht, als auch das Aufgabenfeld vieler Industrie- und Handwerksberufe. Sie korrespondiert mit vielen natur- und technikkwissenschaftlichen Disziplinen (Physik, Mathematik, Informatik, Messtechnik, Informationstechnik, Prozessautomatisierungstechnik, Antriebstechnik, Kommunikationstechnik, Energietechnik, Steuerungs- und Regelungstechnik).

Die Curricula der Fachschule für Technik, Fachrichtung Elektrotechnik gehen deshalb konsequent von den praktischen Handlungsfeldern in den Industrie- und Handwerksberufen der Elektrotechnik aus. Die daraus entwickelten Lernfelder werden durch Kompetenzmatrizen abgebildet, die mit Hilfe von Wissenskategorien (siehe Kapitel 3) in möglichst kurzer Form die Inhalte strukturieren. In einer sich zunehmend beschleunigenden Entwicklung auf allen Gebieten der Technik soll die unterrichtliche Umsetzung der vorliegenden Curricula insbesondere dazu beitragen, die Studierenden zur Bewältigung und Mitgestaltung des permanenten technologischen Wandels zu befähigen.

Elektrotechnische Problemstellungen im gesellschaftlichen Kontext (etwa die Frage nach einem verantwortbaren Energiesystem) erfordern immer auch eine lernfeld- und fächerübergreifende Bearbeitung (Deutsch, Englisch, Politik, Wirtschaft, Recht und Umwelt) denn es geht in der Fachrichtung Elektrotechnik immer auch um die Befähigung zur rationalen Bewältigung von gesellschaftlich bedingten Lebenssituationen. Außer der Vermittlung von Urteils- und Handlungsfähigkeit sowie des dazu notwendigen gründlichen Fach- und Methodenwissens ist zugleich auch der Erwerb humaner und gesellschaftlich-politischer Kompetenzen erforderlich, insbesondere die Fähigkeit zur kritischen Auseinandersetzung mit den Auswirkungen der Elektrotechnik auf Umwelt und Gesellschaft.

Die Weiterbildung in der Fachrichtung Elektrotechnik trägt damit zu den übergeordneten Bildungszielen der Fachschule für Technik bei, da sie auf die Bewältigung zukünftiger Lebens- und Berufssituationen in einer hochgradig von elektrotechnischen Systemen durchdrungenen Gesellschaft vorbereitet.

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker der Fachrichtung Elektrotechnik werden mit vielfältigen technischen, organisatorischen und wirtschaftlichen Aufgaben betraut und z. B. bei der Planung, Projektierung, Auftragsabwicklung und dem Vertrieb, der Entwicklung und Produktion sowie bei der Instandhaltung und im Service elektro- und informationstechnischer Geräte, Systeme und Anlagen eingesetzt.

Die Breite der Verantwortung reicht von der Erledigung definiert vorgegebener Aufträge, der Mitwirkung bei der Abwicklung bis zur selbstständigen Planung und Durchführung von Projekten.

Um diesen Verantwortungsrahmen auszufüllen, sollen staatlich geprüfte Technikerinnen und Techniker

- Probleme analysieren, strukturieren und lösen,
- Informationen selbstständig beschaffen, auswerten und strukturieren,
- fähig sein, im Team zu arbeiten, aber auch Führungsaufgaben zu übernehmen,
- fähig sein, sich in einer Fremdsprache berufsbezogen zu informieren und gegebenenfalls zu kommunizieren,
- fähig sein, sich weiterzubilden.

Die unterschiedlichen Einsatzbereiche der staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker der Fachrichtung Elektrotechnik erfordern eine Differenzierung der Weiterbildung in die Schwerpunkte:

- **Automatisierungs- und Prozessleittechnik**
- **Energietechnik und Prozessautomatisierung**
- **Informations- und Kommunikationstechnik**
- **Technische Betriebswirtschaft**

Nachfolgend zum Vergleich die schwerpunktbezogenen Zielsetzungen der Weiterbildung:

### **Automatisierungs- und Prozessleittechnik**

- Projektierung, Planung, Entwicklung, Produktion, Montage und Inbetriebnahme von Anlagen der Prozessleittechnik sowie der Mess-, Steuerungs- und Regelungstechnik unter besonderer Berücksichtigung der Kommunikationstechniken in Automatisierungssystemen.
- Organisation, Überwachung und Ausführung spezifischer Aufgaben im Bereich von Service und Wartung unter Beachtung von Sicherheit, Wirtschaftlichkeit und Umweltverträglichkeit.

Die Weiterbildung zum Staatlich geprüften Elektrotechniker im Schwerpunkt Automatisierungs- und Prozessleittechnik soll die Studierenden befähigen, vielfältige Automatisierungsaufgaben in allen Bereichen der Prozesstechnik zu lösen. Automatisiert werden z. B. Produktionsanlagen der chemischen Industrie, der Nahrungsmittelindustrie, der Papierherstellung und vieler anderer verfahrenstechnischer Branchen sowie Anlagen der Energieerzeugung und Umwelttechnik.

Sensoren erfassen die Prozessgrößen (z. B. Temperatur und Druck) und Aktoren (z. B. moderne elektrische Stellantriebe) greifen gezielt in den Prozess ein. Die erforderlichen Steuer- und Regelfunktionen werden durch Automatisierungssysteme realisiert. Speicherprogrammierbare Steuerungen sorgen für den gewünschten Ablauf von Verfahren und Vorgängen. Regelungen bringen gemessene Größen auf gewünschte Werte und halten diese gegen Störeinflüsse konstant. Ein komfortables Prozessleitsystem ermöglicht durch Anwendung der Informations- und Kommunikationstechnik eine bedienergerechte, sichere und umweltschonende Führung der Prozesse. Dabei haben die konventionelle Signalverarbeitung mit normierten Einheitssignalen und die moderne Feldbustechnologie eine hohe Bedeutung.

### **Energietechnik und Prozessautomatisierung**

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker für Energietechnik und Prozessautomatisierung sind in der Lage Anlagen der Energietechnik zu projektieren, abzuändern und auf den aktuellen Stand der Entwicklung hin zu überprüfen. Diese Fähigkeiten können sie auf Anlagen, Netze und elektrische Maschinen der Energieerzeugung in Industrie- und Wohngebäuden und auf die Umformung, Verteilung und Steuerung des Energieflusses anwenden. Die Qualifizierung in der Prozessautomatisierung befähigt die Technikerinnen und Techniker, komplexe Prozess- und Produktionsabläufe sowohl bei Steuerungs- als auch bei Regelungsaufgaben zu projektieren, zu optimieren und auf individuelle Kunden-

wünsche und Produktionsbedingungen der Industrie anzupassen. Dabei sind die Technikerinnen und Techniker in der Lage Arbeitsprozesse aus den Bereichen des Service, der Reparatur und der Wartung zu organisieren, zu überwachen und auf verschiedene Betriebsbedingungen unter Beachtung von Sicherheit, Wirtschaftlichkeit und Umweltverträglichkeit anzuwenden.

### Informations- und Kommunikationstechnik

- Projektierung, Planung, Entwicklung, Produktion, Montage und Inbetriebnahme von Systemkomponenten und Anlagen der Informationsverarbeitung, -übertragung, -verteilung und -vermittlung,
- Organisation, Überwachung und Ausführung spezifischer Aufgaben im Bereich von Reparatur, Service und Wartung unter Beachtung von Sicherheit, Wirtschaftlichkeit und Umweltverträglichkeit.

Im Rahmen der beruflichen Tätigkeitsbereiche führt die staatlich geprüfte Technikerin/der staatlich geprüfte Techniker des Schwerpunkts Informations- und Kommunikationstechnik folgende typische Tätigkeiten unter Beachtung vorgegebener Regeln, Normen und Vorschriften aus:

- Führen Projekte auch mit Leitungsverantwortlichkeit durch
- Netzwerkinfrastruktur entsprechend den Bedürfnissen der Auftraggeber bereitstellen, konzipieren, entwerfen, installieren, in Betrieb nehmen und dokumentieren
- Entwickeln und vernetzen steuerungs- und regelungstechnische Anlagen sowohl für die Fertigungs- als auch die Gebäudetechnik
- Stellen die Anbindungen an öffentliche Netze bereit, regeln die Zugangskontrolle und ermöglichen sichere Kommunikation über unsichere Verbindungswege
- Setzen zur Vernetzung Funkssysteme ein und optimieren diese
- Installieren Betriebssysteme und konfigurieren Dienste nach Kundenanforderungen
- Planen Benutzer- und Ressourcen-Verwaltungskonzepte und setzen diese um
- Bauen, betreiben und programmieren Embedded Systeme für spezielle mess- und steuerungstechnische Problemstellungen
- Arbeiten sich selbständig in neue Technologien ein und entwickeln Ansätze für deren Implementierung im Unternehmen
- Planen Sicherheitskonzepte mit aktiven und passiven Schutzmaßnahmen für Netze und Daten

### Technische Betriebswirtschaft

Der große Anteil betriebswirtschaftlicher Problemstellungen innerhalb der Arbeitswelt stellt erhöhte Anforderungen an die Beschäftigten in der Industrie. Neue Organisationsformen und Managementtechniken bestimmen den betrieblichen Alltag und die Ausgestaltung von Geschäftsprozessen. Im Zentrum steht die Kundenorientierung, die die Wettbewerbsfähigkeit nachhaltig sichert. Das Unternehmen ist bestrebt, aus dem Zielkonflikt zwischen Qualität, Kosten und Termin die Ausprägung zu finden, die den Bedürfnissen der Kunden am besten entspricht. Hierfür sind neben technischen auch betriebswirtschaftliche Kompetenzen notwendig, um langfristig einen Markterfolg zu erzielen.

Im Rahmen des Studiums werden die unternehmerischen Kompetenzen in Lernfeldern abgebildet, die sowohl technische als auch betriebswirtschaftliche berufliche Handlungen umfassen. Die Studierenden projektieren und entwickeln folglich technische Systeme und Anlagen und nehmen sie in Betrieb. Ferner planen, steuern und optimieren sie Absatz-, Beschaffungs- und Leistungserstellungsprozesse. Außerdem gestalten sie die Unternehmenskultur mit und setzen diese personalwirtschaftlich um. Darüber hinaus bereiten die Technikerinnen und Techniker Investitionen vor und stellen deren Finanzierung sicher. Sie erfassen und überwachen die daraus entstehenden Wertströme zur Kostenkontrolle und Preisgestaltung.

ENTWURF

### 3 Theoretische Grundlagen des Lehrplans

Der vorliegende Lehrplan für Fachschulen in Hessen orientiert sich am aktuellen Anspruch beruflicher Bildung, Menschen auf Basis eines umfassenden Verständnisses handlungsfähig zu machen, also ihnen nicht alleine Wissen oder Qualifikationen, sondern Kompetenzen zu vermitteln. Eine im deutschsprachigen Raum anerkannte Grunddefinition von Kompetenz basiert auf dem US-amerikanischen Sprachwissenschaftler NOAM CHOMSKY, der diese als *Disposition zu einem eigenständigen, variablen Handeln* beschreibt (CHOMSKY, 1965). Das Kompetenzmodell von JOHN ERPENBECK und LUTZ VON ROSENSTIEL präzisiert dieses Basiskonzept, indem es sozial-kommunikative, personale und fachlich-methodische Kompetenzen unterscheidet (ERPENBECK, ROSENSTIEL, GROTE, SAUTER, 2017, S. XXI ff).

#### 3.1 Sozial-kommunikative Kompetenzen

Sozial-kommunikative Kompetenzen sind Dispositionen, kommunikativ und kooperativ selbstorganisiert zu handeln, d. h. sich mit anderen kreativ auseinander- und zusammensetzen, sich gruppen- und beziehungsorientiert zu verhalten, und neue Pläne, Aufgaben und Ziele zu entwickeln.

Diese werden im Kontext beruflichen Handelns nach EULER & REEMTSMA-THEIS (1999) konkretisiert und differenziert in einen (a) agentiven Schwerpunkt, einen (b) reflexiven Schwerpunkt und (c) deren Integration:

Zu (a): Fähigkeit zur Artikulation und Interpretation von verbalen und nonverbalen Äußerungen auf der Sach-, Beziehungs-, Selbstkundgabe- und Absichtsebene und Fähigkeit zur Artikulation und Interpretation von verbalen und nonverbalen Äußerungen im Rahmen einer Meta-Kommunikation auf der Sach-, Beziehungs-, Selbstkundgabe- und Absichtsebene.

Zu (b): Fähigkeit zur Klärung der Bedeutung und Ausprägung der situativen Bedingungen, insbesondere von zeitlichen und räumlichen Rahmenbedingungen der Kommunikation, 'Nachwirkungen' aus vorangegangenen Ereignissen, der sozialen Erwartungen an die Gesprächspartner, der Wirkungen aus der Gruppenzusammensetzung (jeweils im Hinblick auf die eigene Person sowie die Kommunikationspartner), Fähigkeit zur Klärung der Bedeutung und Ausprägung der personalen Bedingungen, insbesondere der emotionalen Befindlichkeit (Gefühle) der normativen Ausrichtung (Werte), der Handlungsprioritäten (Ziele), der fachlichen Grundlagen (Wissen), des Selbstkonzepts ('Bild' von der Person), (jeweils im Hinblick auf die eigene Person sowie die Kommunikationspartner), Fähigkeit zur Klärung der Übereinstimmung zwischen den äußeren Erwartungen an ein situationsgerechtes Handeln und den inneren Ansprüchen an ein authentisches Handeln.

Zu (c): Fähigkeit und Sensibilität, Kommunikationsstörungen zu identifizieren, und die Bereitschaft, sich mit ihnen (auch reflexiv) auseinanderzusetzen. Fähigkeit, reflexiv gewonnene Einsichten und Vorhaben in die Kommunikationsgestaltung einbringen und (ggf. unter Zuhilfenahme von Strategien der Handlungskontrolle) umsetzen zu können.

#### 3.2 Personale Kompetenzen

Personale Kompetenzen sind Dispositionen, sich selbst einzuschätzen, produktive Einstellungen, Werthaltungen, Motive und Selbstbilder zu entwickeln, eigene Begabungen, Moti-

vationen, Leistungsvorsätze zu entfalten und sich im Rahmen der Arbeit und außerhalb kreativ zu entwickeln und zu lernen.

LERCH (2013) bezeichnet personale Kompetenzen in Orientierung an aktuellen bildungswissenschaftlichen Konzepten auch als Selbstkompetenzen und unterscheidet dabei motivational-affektive Komponenten wie Selbstmotivation, Lern- und Leistungsbereitschaft, Sorgfalt, Flexibilität, Entscheidungsfähigkeit, Eigeninitiative, Verantwortungsfähigkeit, Zielstrebigkeit, Selbstvertrauen, Selbstständigkeit, Hilfsbereitschaft, Selbstkontrolle und Anstrengungsbereitschaft und strategisch-organisatorische Komponenten wie Selbstmanagement, Selbstorganisation, Zeitmanagement sowie Reflexionsfähigkeit. Hier sind auch sogenannte Lernkompetenzen (MANDL & FRIEDRICH, 2005) als jene personalen Kompetenzen einzuordnen, welche auf die eigenständige Organisation und Regulation des Lernens ausgerichtet sind.

### 3.3 Fachlich-methodische Kompetenzen

Fachlich-methodische Kompetenzen sind Dispositionen einer Person, bei der Lösung von sachlich-gegenständlichen Problemen geistig und physisch selbstorganisiert zu handeln, d. h. mit fachlichen und instrumentellen Kenntnissen, Fertigkeiten und Fähigkeiten kreativ Probleme zu lösen, Wissen sinnorientiert einzuordnen und zu bewerten; das schließt Dispositionen ein, Tätigkeiten, Aufgaben und Lösungen methodisch selbstorganisiert zu gestalten, sowie die Methoden selbst kreativ weiterzuentwickeln.

Fachlich-methodische Kompetenzen sind – im Sinne von ERPENBECK, ROSENSTIEL, GROTE, UND SAUTER (2017, S.XXI ff) – durch die Korrespondenz konkreter Handlungen und spezifischem Wissen beschreibbar. Wenn bekannt ist, was ein Mensch als Folge eines Lernprozesses können soll und auf welcher Wissensbasis dieses Können abgestützt sein soll, um ein eigenständiges und variables Handeln zu ermöglichen, kann sehr gezielt ein Unterricht geplant und gestaltet werden, der solche Kompetenzen integrativ vermittelt und eine Diagnostik entwickelt, mit welcher diese überprüft werden können. Im vorliegenden Lehrplan werden somit fachlich-methodische Kompetenzen als geschlossene Sinneinheiten aus Können und Wissen konkretisiert. Das Können wird dabei in Form einer beruflichen Handlung beschrieben, das Wissen in drei eigenständigen Kategorien auf mittlerem Konkretisierungsniveau spezifiziert: (a) Sachwissen, (b) Prozesswissen und (c) Reflexionswissen (PITTICH, 2013).

Zu (a): Sachwissen umfasst ein *anwendungs- und umsetzungsunabhängiges Wissen* über Dinge, Gegenstände, Geräte, Abläufe, Systeme etc. Es ist Teil fachlicher Systematiken und daher sachlogisch-hierarchisch strukturiert, wird durch assoziierendes Wahrnehmen, Verstehen und Merken erworben und ist damit die *gegenständliche Voraussetzung für ein eigenständiges, selbstreguliertes Handeln*. Beispiele: Aufbau eines Temperatursensors, Bauteile eines Kompaktreglers, Funktion eines Kompaktreglers, Aufbau einer Speicherprogrammierbaren Steuerung, Programmiersprache einer Speicherprogrammierbaren Steuerung, Struktur des Risikomanagement-Prozesses, EFQM-Modell.

Zu (b): Prozesswissen umfasst ein *anwendungs- und umsetzungsabhängiges Wissen* über berufliche Handlungssequenzen. Prozesse können auf drei verschiedenen Ebenen stattfinden, daher hat Prozesswissen entweder eine Produktdimension (Handhabung von Werkzeug, Material etc.), eine Aufgabendimension (Aufgaben-Typus, -Abfolgen etc.) oder eine Organisationsdimension (Geschäftsprozesse, Kreisläufe etc.). Prozesswissen ist immer Teil handlungsbezogener Systematiken und daher prozesslogisch-multizyklisch struk-



turiert, wird durch zielgerichtetes und feedback-gesteuertes Tun erworben und ist damit *funktionale Voraussetzung für ein eigenständiges, selbstreguliertes Handeln*. Beispiele: Kalibrierung eines Temperatursensors, Bedienung eines Kompaktreglers, Umgang mit der Programmierumgebung einer speicherprogrammierbaren Steuerung, Umsetzung des Risikomanagements, Handhabung einer EFQM-Zertifizierung.

Zu (c): Reflexionswissen umfasst ein *anwendungs- und umsetzungsunabhängiges Wissen*, welches hinter dem zugeordneten Sach- und Prozesswissen steht. Als konzeptuelles Wissen bildet es die theoretische Basis für das vorgeordnete Sach- und Prozesswissen und steht damit diesen gegenüber auf einer Meta-Ebene. Mit dem Reflexionswissen steht und fällt der Anspruch einer Kompetenz (und deren Erwerb). Seine Bestimmung erfolgt im Hinblick auf a) das unmittelbare Verständnis des Sach- und Prozesswissens (Erklärungsfunktion), b) die breitere wissenschaftliche Abstützung des Sach- und Prozesswissens (Fundierungsfunktion), c) die Relativierung des Sach- und Prozesswissens im Hinblick auf dessen berufliche Flexibilisierung und Dynamisierung (Transferfunktion). Umfang und Tiefe des Reflexionswissens werden ausschließlich so bestimmt, dass diesen drei Funktionen Rechnung getragen wird.

In der Trias dieser drei Wissenskategorien besteht ein bedeutsamer Zusammenhang: Das Sachwissen muss am Prozesswissen anschließen und umgekehrt, das Reflexionswissen muss sich auf die Hintergründe des Sach- und Prozesswissens eingrenzen. D. h., dass die hier anzuführenden Wissensbestandteile nur dann kompetenzrelevant sind, wenn sie innerhalb des hier eingrenzenden Handlungsrahmens liegen. Eine Teilkompetenz ist somit das Aggregat aus einer beruflichen Handlung und dem damit korrespondierenden Wissen:

Teilkompetenz			
Berufliche Handlung	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen

Innerhalb der einzelnen Lernfelder sind die einbezogenen Teilkompetenzen nicht zufällig angeordnet, gegenteilig folgen sie einem generativen Ansatz. D. h., dass die jeweils nachfolgende Teilkompetenz den Erwerb der vorausgehenden voraussetzt. Somit gelten innerhalb eines Lernfeldes alle Wissensaspekte, die in den vorausgehenden Teilkompetenzen konkretisiert wurden. Damit wird der Tatsache Rechnung getragen, dass Kompetenzen in einer sachlogischen Abfolge aufgebaut werden, dabei aber vermieden, dass innerhalb der Wissenszuordnungen der Teilkompetenzen nach unten zunehmend Redundanzen dargestellt werden.

### 3.4 Zielkategorien

Alle im Lehrplan aufgeführten Ziele lassen sich den folgenden Kategorien zuordnen:

1. Beruflich akzentuierte Zielkategorien: Kommunizieren & Kooperieren, Darstellen & Visualisieren, Informieren & Strukturieren, Planen & Projektieren, Entwerfen & Entwickeln, Realisieren & Betreiben und Evaluieren & Optimieren.
2. Mathematisch akzentuierte Zielkategorien: Operieren, Modellieren und Argumentieren.

Diese Kategorisierung soll in beruflicher Ausrichtung den Lehrplan mit dem Konzept der vollständigen Handlung (VOLPERT, 1980) hinterlegen, in mathematischer Ausrichtung mit dem O-M-A-Konzept (SILLER ET AL. 2014). Damit wird zum einen eine theoretisch abgestützte Differenzierung der vielfältigen Ziele beruflicher Lehrpläne erreicht, zum anderen die strukturelle Basis für eine nachvollziehbare und handhabbare Taxierung hergestellt.

### 3.4.1 Beruflich akzentuierte Zielkategorien

#### **Kommunizieren und Kooperieren**

Zum Kommunizieren gehören die schriftliche und mündliche Darlegung technischer, gestalterischer und betriebswirtschaftlicher Sachverhalte sowie die Führung einer Diskussion oder eines Diskurses über Problemstellungen unter Nutzung der erforderlichen Fachsprache. Das Spektrum der Zielkategorie reicht von einfachen Erläuterungen über fachlich fundierte Argumentation bis hin zur fachlichen Bewertung und Begründung technischer bzw. gestalterischer Zusammenhänge und Entscheidungen. Dabei sind die Sachverhalte und Problemstellungen inhaltlich klar, logisch strukturiert und anschaulich aufzubereiten. Der sachgemäße Gebrauch von Kommunikationsmedien und Kommunikationsplattformen sowie die Kenntnis der Kommunikationswege ermöglichen effektive Teamarbeit. Nicht zuletzt sind in diesem Zusammenhang der angemessene Umgang mit interkulturellen Aspekten sowie fremdsprachliche Kenntnisse erforderlich.

Kooperation ist eine wesentliche Voraussetzung zur Lösung komplexer Problemstellungen. Notwendig für erfolgreiche Kooperation ist Klarheit über die Gesamtzielsetzung, über die Teilziele, über die Schnittstellen und Randbedingungen sowie über die Arbeitsteilung und die Stärken und Schwächen aller Kooperationspartner. Um erfolgreich zu kooperieren, ist es erforderlich, die eigene Person und Leistung als Teil eines Ganzen zu sehen und einem gemeinsamen Ziel unterzuordnen. Auftretende Konflikte müssen respektvoll und sachbezogen gelöst werden.

#### **Darstellen und Visualisieren**

Diese Zielkategorie umfasst das Darstellen und Illustrieren technischer, gestalterischer und betriebswirtschaftlicher Sachverhalte, insbesondere das 'Übersetzen' abstrakter Daten und dynamischer Prozesse in fachgerechte Tabellen, Zeichnungen, Skizzen, Diagramme und weitere grafische Formen sowie beschreibende und erläuternde Texte. Dazu gehört es, geeignete Medien zur Visualisierung zu wählen, Sachverhalte, Problemstellungen und Lösungsvarianten in Dokumenten und Präsentationen darzustellen und zu erläutern. Ferner sind bei der Erstellung von Dokumenten die geltenden Normen und Konventionen zu beachten.

#### **Informieren und Strukturieren**

Das Internet bietet Information in großer Fülle zu vielen technischen, gestalterischen und betriebswirtschaftlichen Sachverhalten. Weitere Informationsquellen sind die wissenschaftliche Literatur und Dokumente aus den Betrieben und der Industrie sowie Experten und Kollegen. Sich umfassend und objektiv zu informieren stellt unter dieser Vielfalt eine grundsätzliche und wichtige Kompetenz dar. Die Studierenden sollen die Fähigkeit erwerben, zu Sachverhalten und Problemstellungen wichtige Informationsquellen zu benennen, sowie die Glaubwürdigkeit und Seriosität dieser Quellen anhand belastbarer Kriterien zu bewerten. Das Spektrum dieser Zielkategorie beinhaltet ferner die korrekte und sachgerechte Verwendung von Zitaten und die Beachtung von Persönlichkeitsrechten. Mit dem Informationserwerb geht die Strukturierung der Informationen durch zielgerechtes Auswählen, Zusammenfassen und Aufbereiten einher.

#### **Planen und Projektieren**

Diese Zielkategorie beinhaltet die wesentlichen Fertigkeiten und Kenntnisse, um komplexere und umfangreichere Aufgaben- oder Problemstellungen inhaltlich wie auch zeitlich zu

strukturieren, mit Qualitätssicherungsmaßnahmen zu belegen und die Kosten und Ressourcen zu kalkulieren und zu bewerten. Im Detail gehören dazu die Fähigkeiten, überprüfbare Kriterien und Planungsziele zu definieren und deren Umsetzung zu planen und zu kontrollieren. Die zeitliche und inhaltliche Gliederung der Aufgaben ist zu Zwecken der Kontrolle und Steuerung, der Kooperation und Visualisierung durch eine begründete Wahl von Projektmethoden und Werkzeugen sicherzustellen.

### **Entwerfen und Entwickeln**

Das Entwerfen ist die zielgerichtete geistige und kreative Vorbereitung eines später zu realisierenden Produktes. Dieses Produkt kann beispielsweise ein Modell, eine Kollektion, eine Vorrichtung, eine Schaltung, eine Baugruppe, ein Steuerungsprogramm oder auch ein Regelkreis sein. Das Ergebnis dieses Prozesses – der Entwurf – wird in Form von Texten, Zeichnungen, Grafiken, (Näh-) Proben, Schnittmustern, Schaltplänen, Modellen oder Berechnungen dokumentiert.

Entwickeln ist die zielgerichtete Konkretisierung eines Entwurfs oder Verbesserung eines bestehenden Produktes oder technischen Systems. Dabei bilden die Studierenden in Schritten stufenweise Detaillösungen zu den Problemstellungen ab. Die Kenntnis über Kreativitätstechniken, Analyse- und Berechnungsmethoden sowie deren fachspezifischen Anwendungen spielen in diesem Entwicklungsprozess eine zentrale Rolle.

### **Realisieren und Betreiben**

Neben dem eigentlichen Umsetzen des Entwurfs (z. B. Prototyp, Nullserie, Testanlage) geht es hier um die Inbetriebnahme, das Einbinden des Produktes in die Produktumgebung, das Messen und Prüfen der realisierten Komponenten und Modelle, die konkrete Fertigung, auch in Form einer Serie, die Integration einer Software in ein System, die Integration von Software und Hardware oder das Testen einer implementierten Software oder eines Verfahrens möglichst unter Realbedingungen. Dabei können auch geeignete Simulationsverfahren zum Einsatz kommen. Gewonnene Erkenntnisse können auf neue Problemstellungen transferiert werden. Damit ein technisches System dauerhaft funktioniert, sind ggf. Instandhaltungsmaßnahmen rechtzeitig, bedarfsgerecht und geplant unter Berücksichtigung der Wirtschaftlichkeit des gesamten Systems durchzuführen.

### **Evaluieren und Optimieren**

Im Interesse der Qualitätssicherung ist ein stetiges Reflektieren, Evaluieren und Optimieren erforderlich. Sowohl bei überschaubaren Arbeitspaketen als auch bei ganzen Projekten ist hinsichtlich der eingesetzten Methoden, Ressourcen, Kosten und erbrachten Ergebnisse zu klären: Was hat sich bewährt, was sollte bei der nächsten Gelegenheit wie verbessert werden (Lessons Learned)?

Die Kenntnis und Anwendung spezieller Methoden der Reflektion und Evaluation mit der dazugehörigen Datenerfassung und Auswertung sind in dieser Zielkategorie essenziell.

Jeder Prozess oder jede Anlage bedarf eines kontinuierlichen Verbesserungsprozesses (KVP). Dafür sind spezielle Kompetenzen notwendig, die die Datenerfassung, die Datenauswertung zur Identifikation von Verbesserungspotential und die Entscheidung für Maßnahmen unter Berücksichtigung von Effektivität und Effizienz ermöglichen.

Zur Bewältigung zukünftiger Herausforderungen im Privaten wie Beruflichen ist es wichtig, sich selbstbestimmt und selbstverantwortlich neuen Lerninhalten und Lernzielen zu stellen. Die Studierenden sollen deshalb unterschiedliche Lerntechniken kennen und anwen-

den sowie über das Reflektieren des eigenen Lernverhaltens in die Lage versetzt werden, ihren Lernprozess aus der Perspektive des lebenslangen Lernens bewusst und selbstständig zu gestalten und zu fördern.

### 3.4.2 Mathematisch akzentuierte Zielkategorien

Den mathematisch akzentuierten Zielkategorien werden die Handlungsdimensionen „Operieren“, „Modellieren“ und „Argumentieren“ (kurz: O-M-A) zu Grunde gelegt, welche sich nach SILLER ET. AL (2014) zum einen an grundlegenden mathematischen Tätigkeiten und zum anderen an den fundamentalen Ideen der Mathematik orientieren.

Die Dimension *Operieren* bezieht sich auf „die Planung sowie die korrekte, sinnvolle und effiziente Durchführung von Rechen- oder Konstruktionsabläufen und schließt z. B. geometrisches Konstruieren oder (...) das Arbeiten mit bzw. in Tabellen und Grafiken mit ein“ (BIFIE, 2013, S. 21).

Die Dimension *Modellieren* ist darauf ausgerichtet „in einem gegebenen Sachverhalt die relevanten mathematischen Beziehungen zu erkennen (...), allenfalls Annahmen zu treffen, Vereinfachungen bzw. Idealisierungen vorzunehmen und Ähnliches“ (BIFIE, 2013, S. 21).

Die Dimension *Argumentieren* fokussiert „eine korrekte und adäquate Verwendung mathematischer Eigenschaften, Beziehungen und Regeln sowie der mathematischen Fachsprache“ (BIFIE, 2013, S. 22).

### 3.5 Taxierung der Kompetenzen in drei Stufen

Die Qualität einer fachlich-methodischen Kompetenz kann nicht anhand einzelner Wissenskomponenten bemessen werden. Entscheidend ist hier vielmehr der Freiheitsgrad des Handlungsraums, in dem sie eingebettet ist. Nicht diejenigen, die hier in einzelnen Facetten das breiteste Wissen nachweisen können, sind die Kompetentesten, sondern diejenigen, deren Handlungsfähigkeit im einschlägigen Kontext am weitesten reicht. Hier lassen sich theoriebasiert drei Handlungsqualitäten unterscheiden:

Qualität 1 (linear-serielle Struktur):

Start und Ziel eindeutig, Umsetzung durch „reflektiertes Abarbeiten“ (Abfolgen).

Qualität 2 (zyklisch-verzweigte Struktur):

Start und Ziel eindeutig, Umsetzung durch das koordinierte Abarbeiten mehrerer Abfolgen und damit zusammenhängenden Auswahlentscheidungen (Algorithmen).

Qualität 3 (mehrschichtige Struktur):

Ziel und Start müssen definiert werden, Umsetzung durch Antizipieren tragfähiger Algorithmen bzw. deren Erprobung und reflektierter Kombination (Heuristiken).

Es ist erkennbar, dass die jeweils höhere Qualität die der vorausgehenden integriert. Handeln auf Ebene des Algorithmus bedingt die Beherrschung der darin zu vollziehenden Abfolgen, Handeln auf Heuristik-Ebene bedingt die Beherrschung der darin zu vollziehenden Algorithmen. Für die Qualität 1 ist daher Reflexionswissen funktional nicht erforderlich, trotzdem ist es für Lernende bedeutsam, da ein Verständnislernen immer interessanter und motivierender ist als ein rein funktionalistisches Lernen. Für Qualität 2 ist moderates Reflexionswissen erforderlich, da hier schon Entscheidungen eigenständig getroffen werden müssen. Mit dem Anspruchsniveau der erforderlichen Entscheidungen steigt der Bedarf an Reflexionswissen. Qualität 3 kann nur umgesetzt werden, wenn über das Reflexi-

onswissen der Stufe 2 hinaus weiteres Reflexionswissen verfügbar ist, welche neben, hinter oder über diesem steht. Um komplexe Probleme zu lösen, sind kognitive Freiheitsgrade erforderlich, die nur mit einem entsprechend tiefen Verständnis der jeweiligen Zusammenhänge erreicht werden können.

Diese Handlungsqualitäten können für den Lehrplan als Kompetenzstufen genutzt werden, denn sie repräsentieren Kompetenz-Unterschiede, welche nicht auf einem Kontinuum darstellbar sind, sondern sich in diskreten Qualitäten ausdrücken. Um die in den Lernfeldern aufgelisteten Kompetenz-Beschreibungen nicht zu überladen, wird im vorliegenden Lehrplan nicht jede einzelne Kompetenz in den drei Niveaustufen konkretisiert. Vielmehr erfolgt dies entlang der beruflichen und mathematischen Zielkategorien.

ENTWURF

## 3.5.1 Taxonomietabelle für beruflich akzentuierte Zielkategorien

Zielkategorien	Stufe I (Abfolge)	Stufe II (Algorithmus)	Stufe III (Heuristik)
<b>Kommunizieren &amp; Kooperieren</b>	Mitteilen und Annehmen von Informationen, koagierend zusammenarbeiten	an konstruktiven, adaptiven Gesprächen teilnehmen, kooperierend zusammenarbeiten	komplexe bzw. konfliktäre Gespräche führen, Kooperationen gestalten und steuern, Konflikte lösen
<b>Darstellen &amp; Visualisieren</b>	Präsentieren von klaren Gegenständlichkeiten, Fakten, Strukturen, Details	Präsentieren von eindeutigen Zusammenhängen und Funktionen mittels geeignet ausgewählter Darstellungsformen	Präsentieren und Dokumentieren komplexer Zusammenhänge und offener Sachverhalte mittels geeigneter Werkzeuge und Methoden
<b>Informieren &amp; Strukturieren</b>	Handhaben von Informationsmaterialien, Finden und Ordnen von Informationen	Finden einschlägiger Informationsmaterialien, Verifizieren, Selektieren und Ordnen von Informationen	Umsetzen offener Informationsbedarfe, von der Quellensuche bis zur strukturierten Information
<b>Planen &amp; Projektieren</b>	Problemstellungen inhaltlich strukturieren und zeitlich gliedern	routinenaher Projekte inhaltlich strukturieren und zeitlich gliedern	komplexe Projekte inhaltlich strukturieren und zeitlich gliedern unter Beachtung verfügbarer Ressourcen
<b>Entwerfen &amp; Entwickeln</b>	Umsetzen einfacher Ideen in Skizzen, Plänen oder konkreten Lösungen	Abgleichen konkurrierender Ideen, Umsetzen in Skizzen, Plänen oder konkreten Lösungen	Integration einzelner Ideen zu einer Gesamtlösung, Umsetzen in Skizzen, Plänen oder konkreten Lösungen
<b>Realisieren &amp; Betreiben</b>	Aktivieren und Kontrollieren serieller Prozesse	Aktivieren und Regulieren zyklischer Prozesse	Abstimmen, Aktivieren und Modulieren mehrschichtiger Prozesse
<b>Evaluieren &amp; Optimieren</b>	Bewerten entlang eines standardisierten Rasters, Umsetzen unmittelbarer Konsequenzen	Bewerten entlang eines offenen Rasters, Herleiten und Umsetzen von adäquaten Konsequenzen	Bewerten in Anwendung eigenständiger Kategorien, Herleiten und Umsetzen von adäquaten Konsequenzen

## 3.5.2 Taxonomietabelle für mathematisch akzentuierte Zielkategorien

Zielkategorien	Stufe I (Abfolge)	Stufe II (Algorithmus)	Stufe III (Heuristik)
<b>mathematisches Operieren</b>	Anwenden eines gegebenen bzw. vertrauten Verfahrens im Sinne eines Abarbeitens bzw. Ausführens	Abarbeiten und Ausführen mehrschrittiger Verfahren ggf. durch Rechneinsatz und Nutzung von Kontrollmöglichkeiten	Erkennen, ob ein bestimmtes Verfahren auf eine gegebene Situation passt, das Verfahren anpassen und ggf. weiterentwickeln
<b>mathematisches Modellieren</b>	Durchführen eines Darstellungswechsels zwischen Kontext und mathematischer Repräsentation Verwenden vertrauter und direkt erkennbarer Standardmodelle zur Beschreibung einer vorgegebenen (mathematisierter) Situation	Beschreiben vorgegebener (mathematisierter) Situation durch mathematische Standardmodelle bzw. mathematische Zusammenhänge Erkennen und Setzen von Rahmenbedingungen zum Einsatz von mathematischen Standardmodellen Anwenden von Standardmodellen auf neuartige Situationen Finden einer Passung zwischen geeigneten mathematischen Modellen und realen Situationen	komplexe Modellierung einer vorgegebenen Situation Reflektieren der Lösungsvarianten bzw. der Modellwahl Beurteilen der zugrunde gelegten Lösungsverfahren
<b>mathematisches Argumentieren</b>	einfache fachsprachliche Begründungen ausführen; das Zutreffen eines Zusammenhangs oder Verfahrens bzw. die Passung eines Begriffes auf eine gegebene Situation prüfen	mehrschrittige mathematische Standard-Argumentationen durchführen und beschreiben Nachvollziehen und Erläutern von mathematischen Begriffen, Sätzen, Verfahren, Darstellungen, Argumentationsketten und Kontexten fachlich und fachsprachlich korrekte Erklärung von einfachen mathematischen Sachverhalten, Resultaten und Entscheidungen	mathematische Argumentationen prüfen bzw. vervollständigen eigenständige Argumentationsketten aufbauen

### 3.6 Zusammenfassung

Das hier zugrundeliegende Kompetenzmodell schließt drei Kompetenzklassen nach ER-PENBECK, ROSENSTIEL, GROTE, SAUTER (2017, XXI ff.) ein: Sozial-kommunikative Kompetenzen, personale Kompetenzen (bzw. Selbstkompetenzen) und fachlich-methodische Kompetenzen.

Sozial-kommunikative Kompetenzen werden nach EULER & REEMTSMA-THEIS (1999) in einen agentiven Schwerpunkt, einen reflexiven Schwerpunkt und deren Integration unterteilt. Personale Kompetenzen (bzw. Selbstkompetenzen) werden nach LERCH (2013) in motivational-affektive und strategisch-organisatorische Komponenten unterschieden. Für diese beiden Kompetenzklassen sieht der Lehrplan keine weitere Detaillierung vor, da die Entwicklung überfachlicher Kompetenzen – durch deren enge Verschränkung mit der persönlichen Entwicklung des Individuums – deutlich anderen Gesetzmäßigkeiten unterliegt als die Entwicklung fachlich-methodischer Kompetenzen. Eine Anregung und Unterstützung in der Entwicklung überfachlicher Kompetenzen durch den Fachschulunterricht kann daher auch nicht entlang einer jahresplanmäßigen Umsetzung einzelner, thematisch determinierter Lernstrecken erfolgen, sondern muss vielmehr fortlaufend produktiv und dabei aber auch reflexiv in die Vermittlung fachlich-methodischer Kompetenzen eingebettet werden.

Im Zentrum dieses Lehrplankonzepts stehen die fachlich-methodischen Kompetenzen und deren differenzierte und taxierte curriculare Dokumentation. Teilkompetenzen sind hierbei Aggregate aus spezifischen beruflichen Handlungen und dem diesen jeweils zugeordneten Wissen. Dabei unterscheidet man zwischen Sach-, Prozess- und Reflexionswissen. Als Basis für einen kompetenzorientierten Unterricht konkretisiert dieser Lehrplan zusammenhängende Komplexe aus Handlungskomponenten und Wissenskomponenten auf einem mittleren Konkretisierungsniveau. Der Fachschulunterricht wird dann erstens durch die Explikation und Konkretisierung der Handlungs- und Wissenskomponenten inhaltlich ausgestaltet und zweitens durch die Umsetzung der Taxonomietabellen (Tabellen in Abschnitt 3.5.1 und 3.5.2) in seinem Anspruch dimensioniert. Damit besteht einerseits eine curriculare Rahmung, die dem Anspruch eines Kompetenzstufenmodells gerecht wird, zum anderen liegen die für Fachschulen erforderlichen Freiheitsgrade vor, um der Heterogenität der Adressatengruppen gerecht werden und dem technologischen Wandel folgen zu können.



## 4 Organisation der Kompetenzen und Kenntnisse

### 4.1 Lernfelder

Wie der vorausgehende Lehrplan ist auch dieser in Lernfelder segmentiert. Als Novität ist hier nun zwischen berufsbezogenen Lernfeldern und Querschnitt-Lernfeldern zu unterscheiden (Abbildung 1).

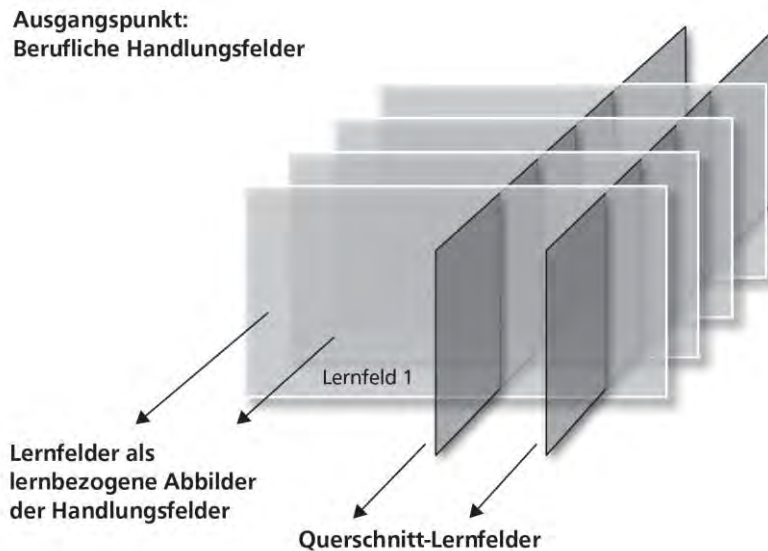


Abbildung 1: Beziehung von berufsbezogenen Lernfeldern als lernbezogene Abbilder beruflicher Handlungsfelder und Querschnitt-Lernfeldern.

**Berufsbezogene Lernfelder** sind curriculare Teilsegmente, welche sich aus einer spezifischen didaktischen Transformation beruflicher Handlungsfelder ergeben (BADER, 2004, S. 1). Wesentlich ist hierbei, dass die für das jeweilige Berufssegment wesentlichen Tätigkeitsbereiche adressiert werden. Relevante berufliche Handlungsfelder haben Gegenwarts- und Zukunftsbedeutung, ihre didaktische Reduktion in das Format eines Lernfeldes folgt dem Prinzip der Exemplarität (KLAFKI, 1964). Somit steht jedes einzelne Lernfeld des Lehrplans für einen gegenwarts- und zukunftsrelevanten Ausschnitt des dazugehörigen Berufssegments, als Gesamtheit repräsentieren sie dieses als exemplarisches Gesamtgefüge.

**Querschnitt-Lernfelder** integrieren übergreifende Aspekte der berufsbezogenen Lernfelder und adressieren entsprechend primär Grundlagenthemen, welche innerhalb der berufsbezogenen Lernfelder bedeutsam sind, jedoch diesbezüglich vorbereitend oder ergänzend vermittelt werden müssen. Insbesondere handelt es sich hier um mathematische, naturwissenschaftliche, informatische, volks- und betriebswirtschaftliche, gestalterische und ästhetische Kenntnisse bzw. Fertigkeiten, welche sich im Hinblick auf die Berufskompetenzen als Basis- oder Bezugskategorien darstellen. Zu den Querschnitt-Lernfeldern gehört die fachrichtungsbezogene Mathematik.

Innerhalb jeden Lernfeldes werden dessen Nummer, Bezeichnung sowie Zeit-Horizont dargestellt und insbesondere die darin adressierten Lernziele. Die Abfolge der Lernfelder im Lehrplan ist nicht beliebig, impliziert jedoch keine Reihenfolge der Vermittlung. In den *berufsbezogenen* Lernfeldern werden die Lernziele durch (weitgehend fachlich-methodische) Kompetenzen beschrieben (TENBERG, 2011, S. 61 ff). Dies erfolgt in Aggre-

gaten aus beruflichen Handlungen und zugeordnetem Wissen. Diese Lehrplaninhalte sind angesichts der Streuung und Unschärfe beruflicher Tätigkeitsspektren in den jeweiligen Segmenten sowie der Dynamik des technisch-produktiven Wandels auf einem mittleren Konkretisierungsniveau angelegt. Zur Taxierung dieser Lernziele liegt eine eigenständige Tabelle (siehe Abschnitt 3.5.1) vor, welche geordnet nach Zielkategorien die jeweils erforderlichen Handlungsqualitäten für die Stufen 1 (Minimalanspruch), 2 (Regelanspruch) und 3 (hoher Anspruch) konkretisiert. Zur Taxierung der Lernziele in der Mathematik (beruflicher Lernbereich) liegt eine gesonderte Tabelle (siehe Abschnitt 3.5.2) mit gleichem Aufbau vor. In den übrigen *Querschnitt*-Lernfeldern werden die Lernziele entweder durch Kenntnisse oder durch Fertigkeiten beschrieben. Sie werden dabei weder taxiert noch zeitlich näher präzisiert, da dieses nur im Rahmen der schulspezifischen Umsetzung möglich und sinnvoll erscheint. Als Orientierung dient hier jeweils der in den berufsbezogenen Lernfeldern konkret feststellbare Anspruch an übergreifende Aspekte.

## 4.2 Stundentafel

Die Stundentafel ist nach den zwei Ausbildungsabschnitten gegliedert und gibt für jedes Lernfeld Zeitrichtwerte als Korridor an. Die Lernfelder können durch die Schulen frei auf die beiden Ausbildungsabschnitte verteilt werden. Die Summe der Wochenstunden im beruflichen Lernbereich muss immer 2000 Stunden betragen.

		Unterrichtsstunden	
		1. Ausbildungsabschnitt	2. Ausbildungsabschnitt
<b>Beruflicher Lernbereich</b>			
Mathematik		200	
Projektarbeit			200
<b>Lernfelder</b>			
LF 1	Projekte mittels systematischem Projektmanagement zum Erfolg führen	80 - 120	
LF 2	Netzwerkinfrastruktur bereitstellen	200 - 240	
LF 3	Anbindung an öffentliche Netze	160 - 240	
LF 4	Betriebssysteme installieren und Dienste konfigurieren	200 - 240	
LF 5	Sicherheit der Netze und Daten planen und gewährleisten	160 - 200	
LF 6	Entwurf und Optimierung von Produktionsprozessen mit digitalen Systemen	120 - 160	
LF 7	Funksysteme analysieren, dimensionieren und bewerten	200 - 240	
LF 8	Embedded Systems auswählen, aufbauen und betreiben	280 - 320	
LF 9	Adaption neuer Technologien	80 - 120	

## 4.3 Beruflicher Lernbereich

## 4.3.1 Mathematik (Querschnitt-Lernfeld) [200 h]

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	MATHEMATIK		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
handhaben algebraische Verfahren, beispielsweise zur Auslegung elektrischer Netze und zur Planung und Auswertung betriebswirtschaftlicher Prozesse.	Zahlenmengen bis einschließlich komplexer Zahlen Algebraische Gleichungen <ul style="list-style-type: none"> <li>• linear</li> <li>• quadratisch</li> <li>• exponentiell</li> <li>• gemischt</li> </ul> Lineare Gleichungssysteme Potenz- und Logarithmenregeln	Standardlösungsverfahren <ul style="list-style-type: none"> <li>• Äquivalenzumformung,</li> <li>• pq - Formel</li> <li>• Einsetzverfahren</li> <li>• Additionsverfahren</li> <li>• Gaußalgorithmus</li> </ul> Methoden der Abschätzung Ergebniskontrolle	Axiome des mathematischen Körpers Rechengesetze <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kommutativgesetz</li> <li>• Assoziativgesetz</li> <li>• Distributivgesetz</li> </ul> Operatoren Gauß'sche Zahlenebene
nutzen geometrische und trigonometrische Verfahren zur Lösung geometrischer Problemstellungen u.a. im Rahmen elektrotechnischer Aufgabenstellungen	Satz des Pythagoras trigonometrische Seitenverhältnisse Einheitskreis Sinus- und Kosinussatz Flächen und Volumina von geometrischen Formen und Körper	Berechnung von Längen, Abstände und Winkel Berechnung realer Flächen und Körper Approximation von Flächen und Volumina	Ähnlichkeits- und Kongruenzsätze für Dreiecke Strahlensatz euklidische Axiome

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	MATHEMATIK		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
handhaben mathematische Funktionen zur Modellierung und Lösung u.a. im Rahmen technischer und wirtschaftlicher Problemstellungen, auch mittels Software, wie Kennlinien von Bauelementen, Ladekurve eines Kondensators.	<p>Darstellungsformen und Funktionsvorschriften</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ganzrationale Funktionen, insbesondere lineare und quadratische</li> <li>• Trigonometrische Funktionen</li> <li>• Exponentialfunktionen</li> </ul> <p>Charakteristika</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Steigung</li> <li>• Nullstellen, Abszissenabstand</li> <li>• Schnittpunkt</li> <li>• Scheitelpunkt</li> <li>• Periodizität</li> </ul> <p>Wertebereich, Definitionsbereich</p>	<p>Berechnung der Charakteristika Wechsel der Darstellungsformen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Normal-, Scheitelpunktform, Linearfaktordarstellung</li> <li>• Implizite, explizite Funktionsvorschrift</li> <li>• Graph und Wertetabelle</li> </ul> <p>Funktionsermittlung Differenzenquotient Funktionsdarstellung mittels Software Konstruktion trigonometrischer Funktionen mit Hilfe des Einheitskreises</p>	<p>trigonometrische Grundlagen Relationen und Abbildungen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• kartesisches Produkt</li> <li>• Subjektivität, Injektivität, Bijektivität</li> </ul> <p>Funktionsbegriff Mathematisches Modell vs. Realbezug lokale Linearisierung um einen Arbeitspunkt</p>
verwenden Verfahren der analytischen Geometrie und linearen Algebra, beispielsweise zur Rechnung mit Zeigern.	<p>Vektoren</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vektorkomponenten</li> <li>• Schreibweisen</li> </ul> <p>Vektoroperationen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Skalierung</li> <li>• Vektoraddition</li> <li>• Skalarprodukt</li> <li>• Kreuzprodukt</li> </ul> <p>Orthogonale, parallele und linear unabhängige Vektoren</p>	<p>Addition und Subtraktion von Vektoren Beschreibung geometrischer Körper im Raum mittels Vektoren Winkelberechnung mit Skalarprodukt Flächenberechnung mit Kreuzprodukt</p>	<p>Vektor als Parallelverschiebung bzw. Translation im Raum trigonometrische Grundlagen</p>

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	MATHEMATIK		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
setzen statistische Methoden, beispielsweise im Rahmen der Qualitätssicherung, ein.	statistische Kenngrößen <ul style="list-style-type: none"> <li>• arithmetisches Mittel</li> <li>• Median</li> <li>• Varianz</li> <li>• Standardabweichung</li> </ul> Fehlerfortpflanzung	Datenerfassung und -darstellung Berechnung statistischer Kenngrößen (auch mit Hilfe von Software) Berechnung von Fehlern indirekt gemessener Größen	deskriptive Statistik empirische Verfahren Verfügbarkeiten und Ausfallwahrscheinlichkeiten
beschreiben periodische Vorgänge (beispielsweise Wechselstromgrößen,) mit Hilfe komplexer Rechnung.	Gauß'sche Zahlenebene Kartesische und Exponentialform komplexer Zahlen Kreisfrequenz	Wechsel zwischen den Darstellungsformen Addition, Subtraktion, Multiplikation und Division komplexer Zahlen Konstruktion von Zeigerdiagrammen in der Gauß'schen Zahlenebene	trigonometrische Grundlagen Euler'sche Formel Potenzgesetze
HINWEISE:	Wo immer möglich, sollten Anwendungsbeispiele aus dem Kontext der anderen Lernfelder der Fachrichtung / des Schwerpunktes gewählt werden.		

4.3.2 Projektarbeit [200h]

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	Vorbemerkung	Organisatorische Hinweise
<p>... analysieren und strukturieren eine Problemstellung und lösen sie praxisgerecht</p> <p>... bewerten und präsentieren das Handlungsprodukt und den Arbeitsprozess</p> <p>... berücksichtigen Aspekte wie z. B. Wirtschaftlichkeit, Energie- und Rohstoffeinsatz, Fragen der Arbeitsergonomie und Arbeitssicherheit, Haftung und Gewährleistung, Qualitätssicherung, Auswirkungen auf Mensch und Umwelt sowie Entsorgung und Recycling</p> <p>... legen besonderen Wert auf die Förderung von Kommunikation und Kooperation</p>	<p>Für die Projektarbeit werden fachrichtungsbezogene und lernfeldübergreifende Aufgaben bearbeitet, die sich aus den betrieblichen Einsatzbereichen von Technikerinnen und Technikern ergeben. Die Aufgabenstellung ist so offen zu formulieren, dass sie die Aktivität der Studierenden in der Gruppe herausfordert und unterschiedliche Lösungsvarianten zulässt. Durch den lernfeldübergreifenden Ansatz können Beziehungen und Zusammenhänge der einzelnen Fächer und Lernfelder hergestellt werden. Die Projektarbeit findet interdisziplinär statt. In allen Fächern und Lernfeldern soll über eine entsprechende Problem- und Aufgabenorientierung die methodische Vorbereitung für die Durchführung der Projekte geleistet werden.</p>	<p>Mit den Studierenden werden die Zielvorstellungen, die inhaltlichen Anforderungen sowie die Durchführungsmodalitäten besprochen. Die Studierenden sollen in der Regel Projekte aus der betrieblichen Praxis in Kooperation mit Betrieben bearbeiten. Die Vorschläge für Projektaufgaben sind durch einen Anforderungskatalog möglichst genau zu beschreiben.</p> <p>Alle eingebrachten Projektvorschläge werden durch die zuständige Konferenz geprüft, z. B. auf Realisierbarkeit, Finanzierbarkeit, ausgewählt und beschlossen. Jede Projektarbeit wird von einem Lehrerinnen/Lehrerteam betreut. Die <b>im LF1 „Projekte mittels systematischen Projektmanagements zum Erfolg führen“ erworbenen Kenntnisse und Fertigkeiten müssen angewendet werden.</b></p> <p>Es empfiehlt sich während der Projektphase Projekttage einzuführen, an denen nach Rücksprache die am Projekt beteiligten Lehrerinnen und Lehrer beratend zur Verfügung stehen. Während dieser Zeit können die Studierenden die Projektarbeit beim Auftraggeber im Betrieb und in den Räumlichkeiten der Schule durchführen. Da es sich um eine Schulveranstaltung handelt, besteht für die Studierenden während dieser Tätigkeit ein Versicherungsschutz gegen Unfall- und Haftpflichtschäden.</p>
HINWEISE:	Die Bewertung der Projektarbeit erfolgt auf der Grundlage bestehender Rechtsmittel. In die Bewertung gehen Projektverlauf, Dokumentation, Präsentation und Kolloquium ein.	

**4.3.3 Lernfeld 1: Projekte mittels systematischen Projektmanagements zum Erfolg führen [80h-120h]**

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF1: PROJEKTE MITTELS SYSTEMATISCHEN PROJEKTMANAGEMENTS ZUM ERFOLG FÜHREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... kommunizieren effizient und organisieren sich selbst im Projektgeschehen.	Präsentationstechniken Kommunikationssituationen Führung Motivation Konflikte und Krisen Zeitmanagement Arbeitsteilung Klassische und agile Vorgangsmodelle im Projektmanagement	Vorbereitung und Durchführung einer Präsentation Vorbereitung und Durchführen eines Projektmeetings Analyse eines Konfliktes Durchführung und Dokumentation eines Problemlösungsverfahrens Planung und Einteilung der eigenen Arbeitszeit	Kommunikationsmodelle Effektivität als Prinzip Prinzip der systematischen Kommunikation Bedeutung von Selbst- und Fremdwahrnehmung für Konfliktmanagement und Führung Hybrides Projektmanagement
... initialisieren und definieren ein Vorhaben als Projekt.	Inhalt und Bedeutung der Projektphasen Projekttypen Projekt- und Projektmanagementdefinition Kreativitätstechniken Projektziele <ul style="list-style-type: none"> <li>• Qualität</li> <li>• Kosten und Termine</li> <li>• Leistungsziele etc.</li> </ul>	Moderation kreativer Prozesse Zielfindung, –formulierung und Abgrenzung Strukturierung der Projektziele	Prinzip der Zielorientierung
... planen eine Projektdurchführung.	Meilensteine Projektaufwand und -budget sachliche und soziale Projektumfeldfaktoren Risiko, Chance, Maßnahmen zur Risikoverminderung Unternehmens- und Projektorganisations-	Phasenplanung Beurteilung des Projektes auf Machbarkeit Projektumfeldanalyse Risikoanalyse Aufstellung einer Projektorganisation Erstellung des Projektauftrages	Prinzip der Ergebnisorientierung Prinzip der personalisierten Verantwortungen



Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF1: PROJEKTE MITTELS SYSTEMATISCHEN PROJEKTMANAGEMENTS ZUM ERFOLG FÜHREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
	formen, Rollen im Projekt Lasten- und Pflichtenheft, Projektauftrag, Projekthandbuch Projektstrukturplan, Arbeitspakete Ablauf- und Terminplan Einsatzmittelplan, Kapazitätsplan, Kostenplan	Erstellung des Projektstrukturplans Durchführung Ablauf- und Terminplanung Erstellung einer Einsatzmittel- und Kostenplanung	
... realisieren das Projekt.	Kosten- und Termentrendanalyse Berichtswesen Projektsteuerung	Stakeholder Management Risikomanagement Überwachung und Steuerung der Projektrealisierung Erstellung, Pflege, und Kommunikation der Projektdokumentation	PM-Regelkreis Prinzip des rechtzeitigen Handelns
... schließen ein Projekt ab.	Übergabeprotokoll Endabnahme	Abschluss der Projektdokumentation Projektübergabe und Abschlusspräsentation Projektreflexion Lessons Learned	
HINWEISE:	Die Kompetenzen in diesem Lernfeld orientieren sich an der ICB (International Competence Baseline, siehe auch <a href="https://www.gpm-ipma.de/know_how/pm_normen_und_standards/standard_icb_4.html">https://www.gpm-ipma.de/know_how/pm_normen_und_standards/standard_icb_4.html</a> ).		

## 4.3.4 Lernfeld 2: Netzwerkinfrastruktur bereitstellen [200-240h]

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF2 NETZWERKINFRASTRUKTUR BEREITSTELLEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
bestimmen in Absprache mit dem Auftraggeber die Ziele und Wünsche für ein IT-Netz.	Lasten- und Pflichtenheft Organisationspläne Gebäudepläne	Projektmanagement im IT-Bereich Handhabung von Plänen	Quality of Service-Konzept betriebswirtschaftliches Verständnis
konzipieren ein Netz auf logischer Ebene.	Adressierung Protokolle Symbole logischer Netzpläne	Erstellung eines Adressierungsschemas Darstellung von Protokollabläufen Erarbeitung logischer Netzpläne	OSI-Modell Protokollfamilien
entwerfen und installieren das physikalische Netz im Hinblick auf die örtlichen Gegebenheiten und die zu erwarteten Datenvolumina.	Übertragungsverfahren Übertragungsmedien Topologien und Netzwerkkomponenten	Planung der Netzauslastung Erstellung physikalischer Netzpläne Realisierung von Ausfallsicherheit	Redundanz, Skalierbarkeit und Kosten Konvergenz EMV

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF2 NETZWERKINFRASTRUKTUR BEREITSTELLEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
nehmen das IT-Netz in Betrieb.	Routing-Protokolle Konfigurationsmodi, z.B.: <ul style="list-style-type: none"> <li>• CLI</li> <li>• Webinterface</li> <li>• manuell</li> <li>• skriptbasiert</li> </ul> VLAN Spanning Tree	Inbetriebnahme von IT-Netzen und Komponenten Konfiguration aktiver Koppellelemente	
überprüfen und testen die gesamte Infrastruktur und dokumentieren die Ergebnisse.	Messtechnik Testkriterien Format einer Dokumentation	Durchführung von <ul style="list-style-type: none"> <li>• Abnahmemessungen</li> <li>• Site-Surveys</li> <li>• Protokollanalysen</li> <li>• Funktionstests</li> <li>• Konnektivitätstests</li> <li>• Fehlersuche</li> </ul> Erstellung techn. Dokumentationen	Logarithmische Zusammenhänge Qualitätsmanagement
HINWEISE:	Das Lernfeld 2 „Informations- und Kommunikationstechnik“ ist mit Lernfeld 2 „Computersystem- und Netzwerktechnik“ identisch. Schwerpunktübergreifender Unterricht soll ermöglicht werden.		

## 4.3.5 Lernfeld 3: Anbindung an öffentliche Netze [160-240h]

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF3 ANBINDUNG AN ÖFFENTLICHE NETZE		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
stellen verschiedene Dienste zur Kommunikation über öffentliche Netze bereit bzw. nutzen externe Angebote.	DNS, DDNS NAT/PAT Proxy Load Balancing, Bündelung Web-Dienste E-Mail VoIP	Einrichtung von Services <ul style="list-style-type: none"> <li>• GUI</li> <li>• Konfigurationsdatei</li> </ul> Erfassung und Auswertung der Protokollabläufe	Bewertung von lokalen versus öffentlichen Diensten
wählen geeignete Methoden zur Zugangskontrolle sowie zum Schutz vor Angriffen aus und nutzen diese.	Firewall-Varianten, z.B.: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Paketfilter</li> <li>• Stateful-Packet-Inspection</li> <li>• Application-Layer</li> </ul> DMZ (Sicherheitszonen)	tabellarischer Filterentwurf Filter einrichten <ul style="list-style-type: none"> <li>• GUI</li> <li>• Konfigurationsdatei</li> </ul>	Angriffsszenarien
ermöglichen sichere Kommunikation über unsichere Verbindungswege.	Authentifizierung Verschlüsselung <ul style="list-style-type: none"> <li>• Symmetrisch/asymmetrisch/hybrid</li> <li>• Diffie-Hellmann-Verfahren</li> </ul> Zertifikate Tunneling VPN-Protokolle und -varianten	Einrichtung und Betrieb von VPNs systemübergreifende Konfiguration	Vertraulichkeit, Integrität, Authentizität Sicherheit von Schlüsseln und Verschlüsselungsverfahren

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF3 ANBINDUNG AN ÖFFENTLICHE NETZE		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
wählen den optimalen WAN-Zugang aus.	Technologie-Varianten: <ul style="list-style-type: none"> <li>• nach Medium</li> <li>• nach Generationen</li> <li>• nach Diensten</li> </ul> Anbieter-Auswahl: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verfügbarkeit</li> <li>• Übertragungsraten</li> <li>• Ausfallsicherheit</li> </ul>	Abschätzung der Kanalkapazitäten Optimierung der Endgeräteeinstellungen Anschlusswechsel Vertragsgestaltung	maximale Symbolrate bandbegrenzter Systeme effiziente Codierung verrauschter Systeme Verfahren zur Vorwärts-Fehlerkorrektur (FEC)
HINWEISE:	Das Lernfeld 3 „Informations- und Kommunikationstechnik“ ist mit Lernfeld 3 „Computersystem- und Netzwerktechnik“ identisch. Schwerpunktübergreifender Unterricht soll ermöglicht werden.		

## 4.3.6 Lernfeld 4: Betriebssysteme installieren und Dienste konfigurieren [200-240h]

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF4 BETRIEBSSYSTEME INSTALLIEREN UND DIENSTE KONFIGURIEREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
analysieren die Kundenanforderungen und wählen geeignete Betriebssysteme aus.	Lasten- und Pflichtenheft Eigenschaften und Typen von Betriebssystemen Lizenzmodelle Methoden zur Auswahl/ Entscheidungsfindung	Durchführung einer IST-Analyse Auswahl von Systemen Erstellung eines SOLL-Konzeptes	Spannungsfeld Open Source versus proprietäre Software
installieren und konfigurieren die Betriebssysteme und testen die Funktionen.	Boot-Vorgang von Systemen Installationsquellen Hardware-Unterstützung	Vorbereitung von Installationsmedien Auswahl von Treibern Vorbereitung des Zielsystems (z.B. Partitionierung) und Installation des Systems Optimieren der Systemeinstellungen	Zusammenspiel des Software-Stacks (Firmware/Treiber/OS/Applikation)
konzipieren die Benutzer- und Ressourcenverwaltung.	Informationssicherheit (Vertraulichkeit, Integrität, Verfügbarkeit) Access Control Systeme Richtlinien (z.B. GPO) Verwaltungseinheiten Geschäfts- und Prozessabläufe	Analyse und Darstellung von Organisationsstrukturen Analyse und Darstellung von internen Abläufen einer Organisation Modellierung der Organisation im Betriebssystem	Zugriffskontrollstrategien Organisationsstrukturen

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF4 BETRIEBSSYSTEME INSTALLIEREN UND DIENSTE KONFIGURIEREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
setzen das Benutzer- und Ressourcenkonzept um.	lokale und zentrale Benutzerverwaltung lokale und zentrale Datenspeicherung	Verwaltung von Benutzern und Gruppen Vergabe von Rechten und Berechtigungen Überwachung der Informationssicherheit	Unternehmensrichtlinien (Policy)
installieren und konfigurieren die Dienste und testen die Funktionen im Netzwerk.	Basisdienste, z.B.: <ul style="list-style-type: none"> <li>• DNS</li> <li>• DHCP</li> <li>• NTP</li> </ul> Verzeichnisdienste, z.B.: <ul style="list-style-type: none"> <li>• LDAP</li> </ul> Nutzerdienste, z.B.: <ul style="list-style-type: none"> <li>• HTTP</li> <li>• SMTP</li> </ul>	Konfiguration der Netzwerkeinstellungen Festlegung einschlägiger Dienste Durchführung von Tests zur Erreichbarkeit und Funktion von Diensten mit Tools	Netzwerkprotokolle OSI-Modell RFCs
betreuen den laufenden Netzwerkbetrieb und planen notwendige Änderungen und führen sie durch.	IT-Service-Management Helpdesk-Systeme Aktualisierungsmethoden	Überwachung der Funktionsfähigkeit und Sicherheit der Dienste ausfallsichere Aktualisierung der Systeme Planung von Service und Support	Skalierbarkeit von Systemen Change-Management
HINWEISE:	Das Lernfeld 4 „Informations- und Kommunikationstechnik“ ist mit Lernfeld 4 „Computersystem- und Netzwerktechnik“ identisch. Schwerpunktübergreifender Unterricht soll ermöglicht werden.		

**4.3.7 Lernfeld 5: Sicherheit der Netze und Daten planen und gewährleisten [160-200h]**

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF5 SICHERHEIT DER NETZE UND DATEN PLANEN UND GEWÄHRLEISTEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
beachten den Schutz personenbezogener Daten.	Datenschutzgesetze, z.B. <ul style="list-style-type: none"> <li>• EU-DSGVO</li> <li>• BDSG</li> <li>• §202 StGB</li> </ul> 10 Gebote des Datenschutzes Datenschutzbeauftragung	Umsetzung der Datenschutzgesetze in der Praxis	Notwendigkeit des Schutzes personenbezogener Daten informationelle Selbstbestimmung
berücksichtigen alle Aspekte der Datensicherung und –verfügbarkeit.	Backup Archivierung Ausfallsicherheit (organisatorisch) redundante Energieversorgung redundante Klimatisierung	Erstellung einer Gefährdungsanalyse Erstellung und Umsetzung einer Risikomaßnahmenplanung und eines Datensicherungskonzeptes	betriebliche Abhängigkeit von Daten gesetzliche Regelungen zur Aufbewahrung



Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...		LF5 SICHERHEIT DER NETZE UND DATEN PLANEN UND GEWÄHRLEISTEN		
		Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
halten sich aktuell über Entwicklungen der Bedrohungen und Angriffsszenarien.		Angriffsszenarien und Tools, z.B. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Portscan</li> <li>• Phishing</li> <li>• Visual Hacking</li> <li>• Keylogger</li> <li>• Cross-Site-Scripting</li> <li>• Man-in-the-middle-Attacken</li> <li>• DoS-Attacken und Botnetze</li> <li>• Ransomware</li> </ul>	Recherchieren und Analysieren von aktuellen Vulnerabilitäten (z.B. aus CERT, Metasploit, Security-Boards...) Abwehr passiver und aktiver Angriffe Durchführung von Penetrationstests	Vorgehensweisen der Cyber-Kriminalität Sicherheitsanforderungen an <ul style="list-style-type: none"> <li>• Authentizität</li> <li>• Vertraulichkeit</li> <li>• Verbindlichkeit</li> <li>• Integrität</li> <li>• Verfügbarkeit</li> </ul>
planen aktive und passive Schutzmaßnahmen.		Virenschutz Schlüsselverwaltung in Unternehmens-Netzwerken (PKI) Zertifikate Datenspeicher-Verschlüsselung Zugangssicherung z.B.: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Captcha</li> <li>• Passwortschutz</li> </ul>	Einführung eines ISMS (Information Security Management Systems) Einrichtung von sicheren Fernzugriffen (remote login mit secure shell (SSH)) Nutzung der SSL-(Secure Socket Layer) Techniken Entwurf und Einrichtung von Alarmierungskonzepten Einrichtung von Intrusion-Detection Systemen	Grundschriftbuch des BSI ISO/IEC 27001
HINWEISE:	Das Lernfeld 5 „Informations- und Kommunikationstechnik“ ist mit Lernfeld 5 „Computersystem- und Netzwerktechnik“ identisch. Schwerpunktübergreifender Unterricht soll ermöglicht werden.			

**4.3.8 Lernfeld 6: Entwurf und Optimierung von Produktionsprozessen mit digitalen Systemen [120-160h]**

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF6 ENTWURF UND OPTIMIERUNG VON PRODUKTIONSPROZESSEN MIT DIGITALEN SYSTEMEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
entwickeln Lösungen für Steuerungs- und Regelungsaufgaben.	SPS/Edge-Server Programmierung in der Automatisierung Schrittketten/Grafcet EN 60848 Regelkreis Stopp-Kategorien	Erstellung von Programmen Steuerungsanalyse Regelkreisanalyse	Stabilitätskriterien Maschinenrichtlinie 2006/42/EG Sicherheitsanforderungsstufen
integrieren elektrotechnische Komponenten in die Systemumgebung.	analoge und digitale Sensoren und Aktoren Motorvarianten und Ansteuerungskonzepte kapazitive und induktive Kopplung Energie-Netzarten und Erdungsvarianten	Auswahl von Sensoren und Aktoren Sensor-/Aktorkalibrierung Auslegung von Antrieben sachgerechte Verschaltung der Komponenten Berücksichtigung von EMV-Designrichtlinien	elektrotechnisches Fachwissen

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF6 ENTWURF UND OPTIMIERUNG VON PRODUKTIONSPROZESSEN MIT DIGITALEN SYSTEMEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
vernetzen Steuerungs- und Regelungstechnische Anlagen in der Produktion.	Sensor-Busse IP-basierte Bussysteme Leittechnik Prozessvisualisierung	Planung und Realisierung von steuerungs- und regelungstechnischer Infrastruktur Inbetriebnahme der vernetzten Anlagen Optimierung der Prozessüberwachung	Echtzeitfähigkeit Failsafe-Systeme
vernetzen Steuerungs- und Regelungstechnische Anlagen in Gebäuden.	Bussysteme in der Gebäudetechnik Smart-Metering (Smart-Grid) IoT – Internet of Things Sicherheit	Planung und Realisierung von Gebäudeautomatisierung Systemintegration Test und Inbetriebnahme	Gebäudesicherheit (Security) Ausfallsicherheit (Fault) Wahrung der Privatsphäre(Privacy)
HINWEISE:	Je nach den Vorkenntnissen der Lerngruppe und der methodischen Umsetzung können in diesem Lernfeld neben der Steuerungs- und Regelungstechnik Schwerpunkte zur Vertiefung der Kenntnisse auch in anderen Bereichen der Elektrotechnik/Elektronik gesetzt werden.		

**4.3.9 Lernfeld 7: Funksysteme analysieren, dimensionieren und bewerten [200-240h]**

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF7 FUNKSYSTEME ANALYSIEREN, DIMENSIONIEREN UND BEWERTEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
planen und dimensionieren eine Richtfunkstrecke zur möglichst kostengünstigen und ausfallsicheren Kopplung zweier Standorte und nehmen diese in Betrieb.	absoluter / relativer Pegel Dämpfung, Verstärkung und Gewinn Freiraumdämpfung Abstrahlcharakteristik, Polarisation Fresnelzone äquivalente isotrope Strahlungsleistung (EIRP) zulässige Grenzwerte	Sicherstellung ausreichender Empfangspegel unter allen Witterungsbedingungen Auswahl und Inbetriebnahme geeigneter Komponenten Einhaltung der rechtlichen Rahmenbedingungen gemäß BNetzA	isotroper Kugelstrahler Strahlenschutz
konfigurieren und analysieren WPAN (Wireless Personal Area Networks) und WLAN.	Punkt-zu-Punkt-, Punkt-zu-Multipunkt-, Mesh-Netze Zugriffsverfahren Modulationsarten Codierung Sicherheitsaspekte	Durchführung und Interpretation funkbasierter Messungen Protokollanalysen und Dekodierung Erkennung und Abwehr von Angriffsszenarien	Zeit- und Frequenzbereich Protokolle und Codes

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF7 FUNKSYSTEME ANALYSIEREN, DIMENSIONIEREN UND BEWERTEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
bewerten die Leistungsfähigkeit von Mobilfunksystemen.	Evolution der Systeme: <b>2G, 2.5G, 3G, 4G, ... hinsichtlich</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Netzarchitektur</li> <li>• Mobility-Management</li> <li>• Multiplextechniken</li> <li>• Modulationsarten</li> <li>• Codierung</li> <li>• Sicherheitsaspekte</li> </ul>	Systemvergleich Durchführung und Interpretation funkbasierter Messungen Erkennung und Abwehr von Angriffsszenarien	Zeit- und Frequenzbereich Kanalkapazität: Bandbreite und Rauschen
HINWEISE:			

## 4.3.10 Lernfeld 8: Embedded Systems auswählen, aufbauen und betreiben [280-320h]

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF8 EMBEDDED SYSTEMS AUSWÄHLEN, AUFBAUEN UND BETREIBEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
wählen geeignete Informationstechnische Systeme für die Problemstellung aus.	Architekturen Leistungsumfang Embedded Systems <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mikrocontroller</li> <li>• Einplatinencomputer</li> </ul>	Problemanalyse Nutzwertanalyse	Vor- und Nachteile der Digitalisierung
nehmen die Hardware in Betrieb, konfigurieren und beschalten die Schnittstellen.	Schnittstellen, Pegelanpassung und Beschaltung Bus-Systeme und Protokolle Spannungsversorgungen und Referenzkonzepte Sensorik/Wandler analoge/digitale Signalverarbeitung Treiberkonzepte/Leistungselektronik Ein-/Ausgabesysteme	Konfektionierung der Hardware Konfiguration der Schnittstellen Entwurf und Aufbau von Peripheriebeschaltungen Prototyping Inbetriebnahme des Systems	Systemkonzepte Informationstheorie
entwickeln Algorithmen für die strukturierte Programmierung.	Ablaufdiagramme strukturierte Programmierung Normung Symbole	Visualisierung der Abläufe und Algorithmen	Laufzeitprognosen

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF8 EMBEDDED SYSTEMS AUSWÄHLEN, AUFBAUEN UND BETREIBEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
nehmen die Entwicklungsumgebung in Betrieb und erstellen das Programm mit Kommentierung.	Software-Entwicklungsumgebungen Programmiersprachen Ressourcenverwaltung Programmbibliotheken	Erstellung von Programmcode hardwarenahe Programmierung Software-Entwicklung und Versionsmanagement	Software-Qualität: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Korrektheit</li> <li>• Robustheit</li> <li>• Wartbarkeit</li> <li>• Effizienz</li> </ul>
testen und debuggen das System.	Debugger Protokollanalyse Testverfahren	Durchführung der Testverfahren	Statistik Testabdeckung Semi-Entscheidbarkeit des Fehlerproblems
dokumentieren das System und übergeben es dem Auftraggeber.	Software-Dokumentation Schulung	Erstellung einer Dokumentation Vorbereitung und Durchführung einer Schulung Übergabe des Systems	Nutzerakzeptanz Relevanz der Dokumentation
HINWEISE:	Das Lernfeld 8 ist mit einem großen Stundenumfang ausgestattet, um gezielt Schwerpunkte (Schulcurriculum/aktuelle Entwicklungen) setzen zu können. Es ist möglich, dass bei Entwurf und Aufbau der Peripheriebeschaltungen auch Grundlagen der Elektrotechnik handlungsorientiert an realen Schaltungen aufgearbeitet werden können. Sollte dies aufgrund der Vorkenntnisse der Lerngruppe nicht erforderlich sein, dann können auch die Programmierkenntnisse vertieft oder die Komplexität des Systems vergrößert werden.		

**4.3.11 Lernfeld 9: Adaption neuer Technologien [80-120h]**

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF9 ADAPTION NEUER TECHNOLOGIEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
nutzen Fortbildungsangebote zur selbständigen beruflichen Weiterbildung.	Industriezertifikate Messen und Lehrgänge der Hersteller Industriestandards	Qualifizierungsportfolio pflegen (z.B. ePortfolio Mahara) Wissenslücken und Qualifizierungsbedarfe beheben CBT (computer-based Training)	selbstorganisiertes Lernen
überprüfen das Potenzial neuer Technologien für ein Unternehmen.	Dynamik technologischer Entwicklung Chancen und Risiken für Unternehmen Technologiebewertung	Durchführung und Auswertung von SWOT-Analysen	strategische Unternehmensführung Technikfolgenabschätzung Diffusionsverlauf neuer Technologien
arbeiten sich in neue Technologien ein und entwickeln Ansätze für deren Implementierung im Unternehmen.	Aufbau- und Ablauforganisation Wertschöpfungsprozesse in Produktion und Dienstleistung Organisationsentwicklung	Anwendung von Recherche- und Analysetechniken Anwendung von Kreativitätstechniken Visualisierung von Arbeitsergebnissen	Technologie- und Beziehungsmodelle Timing des Technologieübergangs



Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF9 ADAPTION NEUER TECHNOLOGIEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
arbeiten mit der Geschäftsleitung und betroffenen Abteilungen an der Umsetzung in Produkte(n) und Prozessen.	Change-Architektur Präsentationstechniken	Handhabung eines Change-Plans zielgruppengerechte Aufbereitung von Innovationen entlang eines Change-Plans Durchführung von zielgruppengerechten Präsentationen für Technologie-Implementierungen Change-Monitoring	Veränderungsmanagement Innovations- und Technologiemanagement Zusammenhang von Präsentationsqualität und Entscheidungsfindungsprozessen nachhaltiger Technologietransfer
bereiten Entscheidungen über die Nutzung extern angebotener Dienstleistungen vor.	Entscheidungsmatrix, z.B.: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kosten</li> <li>• Sicherheit</li> <li>• Verfügbarkeit</li> </ul> Kompatibilität	nach systematischen Kriterien entscheiden die gefundene Lösung umsetzen und integrieren	Managed Service-Providing, z.B. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hosting</li> <li>• VoIP</li> <li>• Backup-Services</li> </ul>
HINWEISE:	Das Lernfeld 9 beinhaltet Tätigkeiten, die zu Führungsaufgaben befähigen. Gleichzeitig ermöglicht es den Schulen eine Profilbildung und die Integration von digitalisierten Lernumgebungen in den Lernprozess. <b>Die Inhalte der „neuen“ Technologien werden hier absichtlich nicht genannt, da sie einem ständigen Wandel unterliegen.</b> Zurzeit können beispielhaft aufgeführt werden: IoT oder Industrie 4.0: Kurse auf Lernplattformen wie z.B. der Networking Academy (Cisco): Connecting Things, Smart Grid Essentials, Identifikation und Einführung von sog. disruptive technologies. Tätigkeiten könnten z.B. sein: WLAN-Site-Survey oder andere Messungen an Funk-Systemen, Einrichtung von IoT-Netzen mit LoRa-Wan und MQTT / Node Red / Datenmanagement.		

## 5 Handhabung des Lehrplans

Die in Kapitel 3 theoretisch begründete strukturell-curriculare Rahmung impliziert einen anspruchsvollen kompetenzorientierten Unterricht. Um die darin gesetzten Vorgaben unterrichtswirksam zu machen, gilt es folgende Prämissen zu berücksichtigen:

- Moderner Fachschulunterricht ist *lernerorientiert*, d. h., dass alle zu planenden Unterrichtsprozesse sich primär an Lernprozessen ausrichten sollen, nicht an Lehrprozessen. Lernprozesse sollen einer kasuistisch-operativen Umsetzungslogik (handlungssystematisch) folgen, die von einer theoretisch-abstrakten Objektivierungslogik (fachsystematisch) ergänzt wird.
- Die Zielbildung in den Querschnitt-Lernfeldern erfolgt als Explikation der Lehrplan-Inhalte durch die *Beschreibung von Wissens- und Fertigungszielen*. Ihr Umfang und Anspruch bemisst sich aus deren jeweiliger Bedeutung für die korrespondierenden fachlich-methodischen Kompetenzen.
- Im Rahmen der beruflichen Lernfelder ist die Explikation von *beruflichen Handlungen* der curriculare Ausgangspunkt der Unterrichtsplanung. Damit wird von Anfang an geklärt, welches Wissen in welchen Handlungszusammenhängen von den Studierenden erworben werden soll. Die im Lehrplan vollzogene Beschreibung der Kompetenzen auf einem mittleren Niveau gilt es dabei in der konkreten Unterrichtskonzeption adäquat zu den jeweils vorliegenden Rahmenbedingungen und im jeweils aktuellen technisch-produktiven, gestalterischen oder betriebswirtschaftlichen Kontext zu konkretisieren.
- Die genaue Zusammenstellung eines unterrichtsrelevanten Gebildes aus Kompetenzen erfolgt über einen einschlägigen *Berufskontext*, welcher dann auch als übergreifende Lernsituation den Gesamtrahmen der jeweiligen Unterrichtseinheit bildet.
- Kompetenzerwerb setzt *Verständnisprozesse* voraus, welche durch eine *Problemorientierung* des Unterrichts ausgelöst werden. Je anspruchsvoller die Problemstellungen, desto höher das zu erreichende Kompetenz-Niveau.
- Kompetenzen im Sinne eines verstandenen Handelns erfordern einschlägiges Sach- und Prozesswissen mit entsprechendem Reflexionswissen mit unmittelbarem Bezug zu dessen *berufsspezifischer Nutzung*, daher soll sich der Kompetenzerwerb in *sinnvollen* Abschnitten zwischen kasuistisch-operativen Phasen (handlungssystematisch) und theoretisch-abstrakten Phasen (fachsystematisch) *wechselseitig ergänzen*.
- *Fachsystematische Lernprozesse* gehen von den Fachwissenschaften aus, beinhalten deren Systematiken und bilden damit ein anwendungsübergreifendes Gerüst für das berufliche Handeln. Sie sind zudem der Raum für die Auseinandersetzung mit den mathematisch-naturwissenschaftlichen bzw. gestalterischen Hintergründen. Lern-Reflexionen beziehen sich hier auf die Kategorien „Wissen“ (kognitive Reproduktion) und „Verstehen“ (kognitive Anwendung).
- *Handlungssystematische Lernprozesse* gehen von beruflichen Prozessen aus, beinhalten deren Eigenlogik und bilden damit anwendungsbezogene Ankerpunkte für das berufliche Handeln. Lernreflexionen beziehen sich hier auf die Kategorie „Können“ (operative Anwendung).
- *Lernerfolgsmessung* kann sich im Einzelnen auf „Wissen“, „Verständnis“ oder „Können“ beziehen, der Anspruch einer Kompetenzdiagnostik kann aber nur dann erfüllt werden, wenn alle drei oben genannten Komponenten *integrativ erhoben* werden, und mit den Zielkategorien *taxiert* werden.
- Der Erwerb sozial-kommunikativer Kompetenzen erfordert *kollektive Lernformen*, wird aber nicht allein durch diese gewährleistet. Entscheidend ist hier ein bewusster und re-

flektierter Kompetenzerwerb, daher sind sozial-kommunikative Kompetenz-Ziele den Studierenden zu kommunizieren, deren Erwerb zu thematisieren und zu reflektieren.

- Der Erwerb von Personalkompetenzen (bzw. Selbstkompetenzen) erfordert die Akzentuierung motivationaler, affektiver und strategisch-organisationaler Auseinandersetzungen der Studierenden mit sich und ihrem Lernen. Fachschulunterricht sollte daher das *Lernen als eigenständigen Lerngegenstand* begreifen und dies pädagogisch und methodisch angemessen umsetzen.

ENTWURF

## 6 Literaturverzeichnis

- Bader, R. (2004): Strategien zur Umsetzung des Lernfeld-Konzepts. In: bwp@ spezial 1
- BIFIE (Hrsg.). (2013). Standardisierte kompetenzorientierte Reifeprüfung. Reife- und Diplomprüfung. Grundlagen – Entwicklung – Implementierung. Unter Mitarbeit von H. Cesnik, S. Dahm, C. Dorninger, E. Dousset-Ortner, K. Eberharter, R. Fless-Klinger, M. Frebort, G. Friedl-Lucyshyn, D. Frötscher, R. Gleeson, A. Pinter, F. J., Punter, S. Reif-Breitwieser, E. Sattlberger, F. Schaffenrath, G. Sigott, H.-S. Siller, P. Simon, C. Spöttl, J. Steinfeld, E. Süß-Stepancik, I. Thelen-Schaefer & B. Zisser. Wien: Herausgeber.
- Chomsky, N. (1965). Aspects of the theory of syntax. Cambridge, Mass: M.I.T. Press.
- Erpenbeck, J. / Rosenstiel, L. / Grote S. / Sauter W. (2017): Handbuch Kompetenzmessung: Erkennen, verstehen und bewerten von Kompetenzen in der betrieblichen, pädagogischen und psychologischen Praxis. Stuttgart, Schäfer & Pöschel
- Euler, D. / Reemtsma-Theis, M. (1999): Sozialkompetenzen? Über die Klärung einer didaktischen Zielkategorie. In: Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik, Heft 2, S. 168 - 198.
- Klafki, W. (1964): Didaktische Analyse als Kern der Unterrichtsvorbereitung in: Roth, H. / Blumenthal, A. (Hrsg.): Grundlegende Aufsätze aus der Zeitschrift Die Deutsche Schule, Hannover 1964, S. 5 - 34.
- Lerch, S. (2013): Selbstkompetenz – eine neue Kategorie zur eigens gesollten Optimierung? Theoretische Analyse und empirische Befunde. In: REPORT 1/2013 (36. Jg.) S. 25 - 34.
- Mandl, H. / Friedrich H.F. (Hrsg.) (2005): Handbuch Lernstrategien. Göttingen, Hogrefe.
- Pittich, D. (2013). Diagnostik fachlich-methodischer Kompetenzen. Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag
- Siller, H.-S., Bruder, R., Hascher, T., Linnemann, T., Steinfeld, J., & Sattlberger, E. (2014). Stufung mathematischer Kompetenzen am Ende der Sekundarstufe II – eine Konkretisierung. In J. Roth & J. Ames (Hrsg.), Beiträge zum Mathematikunterricht 2014, Münster: WTM, S. 1135 - 1138.
- Tenberg, R. (2011): Vermittlung fachlicher und überfachlicher Kompetenzen in technischen Berufen. Theorie und Praxis der Technikdidaktik. Stuttgart: Steiner
- Volpert, W. (1980): Beiträge zur psychologischen Handlungstheorie. Bern: Huber.



# Lehrplan

## Zweijährige Fachschule für Technik

### FACHRICHTUNG ELEKTROTECHNIK

### SCHWERPUNKT TECHNISCHE BETRIEBSWIRTSCHAFT

BILDUNGSLAND  
Hessen 

Version C

Februar 2019

ENTWURF

Impressum

Hessisches Kultusministerium  
Luisenplatz 10, 65185 Wiesbaden  
Tel.: 0611 368-0  
Fax: 0611 368-2096

E-Mail: [poststelle@hkm.hessen.de](mailto:poststelle@hkm.hessen.de)  
Internet: [www.kultusministerium.hessen.de](http://www.kultusministerium.hessen.de)

## Inhaltsverzeichnis

1	Bedeutung der Fachschule für Technik in der Bildungslandschaft.....	4
2	Grundlegung für die Fachrichtung Elektrotechnik .....	6
3	Theoretische Grundlagen des Lehrplans .....	10
3.1	Sozial-kommunikative Kompetenzen .....	10
3.2	Personale Kompetenzen .....	10
3.3	Fachlich-methodische Kompetenzen .....	11
3.4	Zielkategorien.....	12
3.4.1	Beruflich akzentuierte Zielkategorien.....	13
3.4.2	Mathematisch akzentuierte Zielkategorien .....	15
3.5	Taxierung der Kompetenzen in drei Stufen .....	15
3.5.1	Taxonomietabelle für beruflich akzentuierte Zielkategorien.....	17
3.5.2	Taxonomietabelle für mathematisch akzentuierte Zielkategorien .....	18
3.6	Zusammenfassung.....	19
4	Organisation der Kompetenzen und Kenntnisse .....	20
4.1	Lernfelder .....	20
4.2	Studentafel .....	22
4.3	Beruflicher Lernbereich .....	23
4.3.1	Mathematik (Querschnitt-Lernfeld) .....	23
4.3.2	Projektarbeit .....	25
4.3.3	Lernfeld 1: Projekte mittels systematischen Projektmanagements zum Erfolg führen .....	26
4.3.4	Lernfeld 2: Informationstechnik für Aufgaben in der Automatisierung nutzen.....	28
4.3.5	Lernfeld 3: Elektronische Schaltungen, Baugruppen und Geräte analysieren und entwerfen .....	30
4.3.6	Lernfeld 4: Gebäudetechnische Systeme und Steuerungen planen, dimensionieren und erstellen.....	32
4.3.7	Lernfeld 5: Produktionssysteme planen, organisieren und optimieren .....	35
4.3.8	Lernfeld TB1: Absatzprozesse planen, steuern und kontrollieren .....	38
4.3.9	Lernfeld TB2: Beschaffungsprozesse planen, steuern und kontrollieren ..	40
4.3.10	Lernfeld TB3: Unternehmenskultur entwickeln und organisatorisch sowie personalwirtschaftlich umsetzen.....	42
4.3.11	Lernfeld TB4: Für den Leistungserstellungsprozess Investitionen tätigen und deren Finanzierung sicherstellen.....	44
4.3.12	Lernfeld TB5: Den Jahresabschluss erstellen und auswerten sowie zur Kostenkontrolle und Preisgestaltung nutzen .....	45
5	Handhabung des Lehrplans .....	46
6	Literaturverzeichnis .....	48

## 1 Bedeutung der Fachschule für Technik in der Bildungslandschaft

Die Fachschulen sind Einrichtungen der beruflichen Weiterbildung und schließen an eine einschlägige berufliche Ausbildung an. Sie bieten die Möglichkeit zu beruflicher Weiterqualifizierung aus der Praxis für die Praxis und ermöglichen dabei das Erreichen der höchsten Qualifizierungsebene in der beruflichen Bildung.<sup>1</sup>

In der Rahmenvereinbarung der Kultusministerkonferenz zu Fachschulen wird zu Ausbildungsziel, Tätigkeitsbereichen und Qualifikationsprofil das Folgende festgelegt:

„Ziel der Ausbildung im Fachbereich Technik ist es, Fachkräfte mit einschlägiger Berufsausbildung und Berufserfahrung für die Lösung technisch-naturwissenschaftlicher Problemstellungen, für Führungsaufgaben im betrieblichen Management auf der mittleren Führungsebene sowie für die unternehmerische Selbstständigkeit zu qualifizieren.

Die Ausbildung orientiert sich an den Erfordernissen der beruflichen Praxis und befähigt die Absolventinnen/Absolventen, den technologischen Wandel zu bewältigen und die sich daraus ergebenden Entwicklungen der Wirtschaft mitzugestalten.

Der Umsetzung neuer Technologien – verbunden mit der Fähigkeit kostenbewusst zu handeln und Fremdsprachenkenntnisse anzuwenden – wird deshalb auf der Basis des fachrichtungsspezifischen Vertiefungswissens in der Ausbildung besonderer Wert beigemessen. Der Fähigkeit, Mitarbeiter/Mitarbeiterinnen anzuleiten, zu führen, zu motivieren und zu beurteilen – sowie der Fähigkeit zur Teamarbeit – kommen im Zusammenhang mit den speziellen fachlichen Kompetenzen große Bedeutung zu.

Die Absolventinnen/Absolventen müssen vor diesem Hintergrund in der Lage sein, im Team und selbstständig Probleme des entsprechenden Aufgabenbereiches zu erkennen, zu analysieren, zu strukturieren, zu beurteilen und Wege zur Lösung dieser Probleme in wechselnden Situationen zu finden.“<sup>2</sup>

Die Studierenden sollen in der beruflichen Aufstiegsfortbildung zum staatlich geprüften Techniker / zur staatlich geprüften Technikerin befähigt werden, betriebswirtschaftliche, technisch-naturwissenschaftliche sowie künstlerische Aufgaben zu bewältigen.

Die Fachschulen orientieren sich dabei nicht an Studiengängen, sondern am Stand der Technik sowie ihrer praktischen Anwendung und genießen dadurch einen hohen Stellenwert in der Erwachsenenbildung.

Die Studierenden erlernen und vertiefen in der Weiterbildung das selbständige Erkennen, Strukturieren, Analysieren und Beurteilen von Problemen des Berufsbereiches und deren Lösung. Sie lernen, Projekte mittels systematischen Projektmanagements zum Erfolg zu führen

Dabei liegt ein besonderes Augenmerk auf der Förderung des wirtschaftlichen Denkens und verantwortlichen Handelns in Führungspositionen und der damit verbundenen Fähigkeit zu konstruktiver Kritik und der Bewältigung von Konflikten.

---

<sup>1</sup>DQR Niveau 6

<sup>2</sup>Rahmenvereinbarung über Fachschulen; Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 07.11.2002 i.d.F. vom 02.06.2016 S.16



Nicht zuletzt vertiefen die Studierenden ihre Fähigkeiten, sprachlich sicher zu agieren, um in allen Kontexten des beruflichen Handelns bestehen zu können.

Die rasante Entwicklung digitaler Technologien und die damit einhergehenden, tiefgreifenden Veränderungen in der Wirtschaft, in Arbeitsprozessen und im Kommunikationsverhalten stellen auch neue Anforderungen an Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen. So ist auch der Tätigkeitsbereich der Techniker und Technikerinnen in vielen Bereichen durch zusätzliche Merkmale betroffen:

- Vernetzung der Infrastruktur sowie der gesamten Wertschöpfungskette,
- Erfassung, Transport, Speicherung und Auswertung großer Datenmengen,
- Echtzeitfähigkeit der Systeme,
- cyber-physische Systeme – intelligente, kommunikationsfähige und autonome Maschinen und Systeme,
- Verschmelzung von virtueller und realer Welt,
- Gewährleistung von Datensicherheit und Datenschutz.

Somit muss die klassische Trennung in prozess- und produktorientierte berufsspezifische Handlungsfelder zugunsten eines die Schnittstellen vernetzenden, stärker systemorientierten und unternehmerischen Handlungskontextes aufgelöst werden.<sup>3</sup>

Der Erwerb der dazu benötigten Kompetenzen muss, auch wenn sie in den Lernfeldmatrizen nicht explizit aufgeführt sein sollten, durch die unterrichtliche Umsetzung in den Fachschulen für Technik ermöglicht werden.

---

<sup>3</sup> Kompetenzorientiertes Qualifikationsprofil zur Integration der Thematik „Industrie 4.0“ in die Ausbildung an Fachschulen für Technik (Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 24.11.2017)

## 2 Grundlegung für die Fachrichtung Elektrotechnik

Die Elektrotechnik ist sowohl eine Ingenieurwissenschaft, die die Entwicklung, Herstellung und Verwendung elektrotechnischer Systeme untersucht, als auch das Aufgabenfeld vieler Industrie- und Handwerksberufe. Sie korrespondiert mit vielen natur- und technikkwissenschaftlichen Disziplinen (Physik, Mathematik, Informatik, Messtechnik, Informationstechnik, Prozessautomatisierungstechnik, Antriebstechnik, Kommunikationstechnik, Energietechnik, Steuerungs- und Regelungstechnik).

Die Curricula der Fachschule für Technik, Fachrichtung Elektrotechnik gehen deshalb konsequent von den praktischen Handlungsfeldern in den Industrie- und Handwerksberufen der Elektrotechnik aus. Die daraus entwickelten Lernfelder werden durch Kompetenzmatrizen abgebildet, die mit Hilfe von Wissenskategorien (siehe Kapitel 3) in möglichst kurzer Form die Inhalte strukturieren. In einer sich zunehmend beschleunigenden Entwicklung auf allen Gebieten der Technik soll die unterrichtliche Umsetzung der vorliegenden Curricula insbesondere dazu beitragen, die Studierenden zur Bewältigung und Mitgestaltung des permanenten technologischen Wandels zu befähigen.

Elektrotechnische Problemstellungen im gesellschaftlichen Kontext (etwa die Frage nach einem verantwortbaren Energiesystem) erfordern immer auch eine lernfeld- und fächerübergreifende Bearbeitung (Deutsch, Englisch, Politik, Wirtschaft, Recht und Umwelt) denn es geht in der Fachrichtung Elektrotechnik immer auch um die Befähigung zur rationalen Bewältigung von gesellschaftlich bedingten Lebenssituationen. Außer der Vermittlung von Urteils- und Handlungsfähigkeit sowie des dazu notwendigen gründlichen Fach- und Methodenwissens ist zugleich auch der Erwerb humaner und gesellschaftlich-politischer Kompetenzen erforderlich, insbesondere die Fähigkeit zur kritischen Auseinandersetzung mit den Auswirkungen der Elektrotechnik auf Umwelt und Gesellschaft.

Die Weiterbildung in der Fachrichtung Elektrotechnik trägt damit zu den übergeordneten Bildungszielen der Fachschule für Technik bei, da sie auf die Bewältigung zukünftiger Lebens- und Berufssituationen in einer hochgradig von elektrotechnischen Systemen durchdrungenen Gesellschaft vorbereitet.

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker der Fachrichtung Elektrotechnik werden mit vielfältigen technischen, organisatorischen und wirtschaftlichen Aufgaben betraut und z. B. bei der Planung, Projektierung, Auftragsabwicklung und dem Vertrieb, der Entwicklung und Produktion sowie bei der Instandhaltung und im Service elektro- und informationstechnischer Geräte, Systeme und Anlagen eingesetzt.

Die Breite der Verantwortung reicht von der Erledigung definiert vorgegebener Aufträge, der Mitwirkung bei der Abwicklung bis zur selbstständigen Planung und Durchführung von Projekten.

Um diesen Verantwortungsrahmen auszufüllen, sollen staatlich geprüfte Technikerinnen und Techniker

- Probleme analysieren, strukturieren und lösen,
- Informationen selbstständig beschaffen, auswerten und strukturieren,
- fähig sein, im Team zu arbeiten, aber auch Führungsaufgaben zu übernehmen,
- fähig sein, sich in einer Fremdsprache berufsbezogen zu informieren und gegebenenfalls zu kommunizieren,
- fähig sein, sich weiterzubilden.

Die unterschiedlichen Einsatzbereiche der staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker der Fachrichtung Elektrotechnik erfordern eine Differenzierung der Weiterbildung in die Schwerpunkte:

- **Automatisierungs- und Prozessleittechnik**
- **Energietechnik und Prozessautomatisierung**
- **Informations- und Kommunikationstechnik**
- **Technische Betriebswirtschaft**

Nachfolgend zum Vergleich die schwerpunktbezogenen Zielsetzungen der Weiterbildung:

### **Automatisierungs- und Prozessleittechnik**

- Projektierung, Planung, Entwicklung, Produktion, Montage und Inbetriebnahme von Anlagen der Prozessleittechnik sowie der Mess-, Steuerungs- und Regelungstechnik unter besonderer Berücksichtigung der Kommunikationstechniken in Automatisierungssystemen.
- Organisation, Überwachung und Ausführung spezifischer Aufgaben im Bereich von Service und Wartung unter Beachtung von Sicherheit, Wirtschaftlichkeit und Umweltverträglichkeit.

Die Weiterbildung zum Staatlich geprüften Elektrotechniker im Schwerpunkt Automatisierungs- und Prozessleittechnik soll die Studierenden befähigen, vielfältige Automatisierungsaufgaben in allen Bereichen der Prozesstechnik zu lösen. Automatisiert werden z. B. Produktionsanlagen der chemischen Industrie, der Nahrungsmittelindustrie, der Papierherstellung und vieler anderer verfahrenstechnischer Branchen sowie Anlagen der Energieerzeugung und Umwelttechnik.

Sensoren erfassen die Prozessgrößen (z. B. Temperatur und Druck) und Aktoren (z. B. moderne elektrische Stellantriebe) greifen gezielt in den Prozess ein. Die erforderlichen Steuer- und Regelfunktionen werden durch Automatisierungssysteme realisiert. Speicherprogrammierbare Steuerungen sorgen für den gewünschten Ablauf von Verfahren und Vorgängen. Regelungen bringen gemessene Größen auf gewünschte Werte und halten diese gegen Störeinflüsse konstant. Ein komfortables Prozessleitsystem ermöglicht durch Anwendung der Informations- und Kommunikationstechnik eine bedienergerechte, sichere und umweltschonende Führung der Prozesse. Dabei haben die konventionelle Signalverarbeitung mit normierten Einheitssignalen und die moderne Feldbustechnologie eine hohe Bedeutung.

### **Energietechnik und Prozessautomatisierung**

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker für Energietechnik und Prozessautomatisierung sind in der Lage Anlagen der Energietechnik zu projektieren, abzuändern und auf den aktuellen Stand der Entwicklung hin zu überprüfen. Diese Fähigkeiten können sie auf Anlagen, Netze und elektrische Maschinen der Energieerzeugung in Industrie- und Wohngebäuden und auf die Umformung, Verteilung und Steuerung des Energieflusses anwenden. Die Qualifizierung in der Prozessautomatisierung befähigt die Technikerinnen und Techniker, komplexe Prozess- und Produktionsabläufe sowohl bei Steuerungs- als auch bei Regelungsaufgaben zu projektieren, zu optimieren und auf individuelle Kunden-

wünsche und Produktionsbedingungen der Industrie anzupassen. Dabei sind die Technikerinnen und Techniker in der Lage Arbeitsprozesse aus den Bereichen des Service, der Reparatur und der Wartung zu organisieren, zu überwachen und auf verschiedene Betriebsbedingungen unter Beachtung von Sicherheit, Wirtschaftlichkeit und Umweltverträglichkeit anzuwenden.

### Informations- und Kommunikationstechnik

- Projektierung, Planung, Entwicklung, Produktion, Montage und Inbetriebnahme von Systemkomponenten und Anlagen der Informationsverarbeitung, -übertragung, -verteilung und -vermittlung,
- Organisation, Überwachung und Ausführung spezifischer Aufgaben im Bereich von Reparatur, Service und Wartung unter Beachtung von Sicherheit, Wirtschaftlichkeit und Umweltverträglichkeit.

Im Rahmen der beruflichen Tätigkeitsbereiche führt die staatlich geprüfte Technikerin/der staatlich geprüfte Techniker des Schwerpunkts Informations- und Kommunikationstechnik folgende typische Tätigkeiten unter Beachtung vorgegebener Regeln, Normen und Vorschriften aus:

- Führen Projekte auch mit Leitungsverantwortlichkeit durch
- Netzwerkinfrastruktur entsprechend den Bedürfnissen der Auftraggeber bereitstellen, konzipieren, entwerfen, installieren, in Betrieb nehmen und dokumentieren
- Entwickeln und vernetzen steuerungs- und regelungstechnische Anlagen sowohl für die Fertigungs- als auch die Gebäudetechnik
- Stellen die Anbindungen an öffentliche Netze bereit, regeln die Zugangskontrolle und ermöglichen sichere Kommunikation über unsichere Verbindungswege
- Setzen zur Vernetzung Funkssysteme ein und optimieren diese
- Installieren Betriebssysteme und konfigurieren Dienste nach Kundenanforderungen
- Planen Benutzer- und Ressourcen-Verwaltungskonzepte und setzen diese um
- Bauen, betreiben und programmieren Embedded Systeme für spezielle mess- und steuerungstechnische Problemstellungen
- Arbeiten sich selbständig in neue Technologien ein und entwickeln Ansätze für deren Implementierung im Unternehmen
- Planen Sicherheitskonzepte mit aktiven und passiven Schutzmaßnahmen für Netze und Daten

### Technische Betriebswirtschaft

Der große Anteil betriebswirtschaftlicher Problemstellungen innerhalb der Arbeitswelt stellt erhöhte Anforderungen an die Beschäftigten in der Industrie. Neue Organisationsformen und Managementtechniken bestimmen den betrieblichen Alltag und die Ausgestaltung von Geschäftsprozessen. Im Zentrum steht die Kundenorientierung, die die Wettbewerbsfähigkeit nachhaltig sichert. Das Unternehmen ist bestrebt, aus dem Zielkonflikt zwischen Qualität, Kosten und Termin die Ausprägung zu finden, die den Bedürfnissen der Kunden am besten entspricht. Hierfür sind neben technischen auch betriebswirtschaftliche Kompetenzen notwendig, um langfristig einen Markterfolg zu erzielen.

Im Rahmen des Studiums werden die unternehmerischen Kompetenzen in Lernfeldern abgebildet, die sowohl technische als auch betriebswirtschaftliche berufliche Handlungen umfassen. Die Studierenden projektieren und entwickeln folglich technische Systeme und Anlagen und nehmen sie in Betrieb. Ferner planen, steuern und optimieren sie Absatz-, Beschaffungs- und Leistungserstellungsprozesse. Außerdem gestalten sie die Unternehmenskultur mit und setzen diese personalwirtschaftlich um. Darüber hinaus bereiten die Technikerinnen und Techniker Investitionen vor und stellen deren Finanzierung sicher. Sie erfassen und überwachen die daraus entstehenden Wertströme zur Kostenkontrolle und Preisgestaltung.

ENTWURF

### 3 Theoretische Grundlagen des Lehrplans

Der vorliegende Lehrplan für Fachschulen in Hessen orientiert sich am aktuellen Anspruch beruflicher Bildung, Menschen auf Basis eines umfassenden Verständnisses handlungsfähig zu machen, also ihnen nicht alleine Wissen oder Qualifikationen, sondern Kompetenzen zu vermitteln. Eine im deutschsprachigen Raum anerkannte Grunddefinition von Kompetenz basiert auf dem US-amerikanischen Sprachwissenschaftler NOAM CHOMSKY, der diese als *Disposition zu einem eigenständigen, variablen Handeln* beschreibt (CHOMSKY, 1965). Das Kompetenzmodell von JOHN ERPENBECK und LUTZ VON ROSENSTIEL präzisiert dieses Basiskonzept, indem es sozial-kommunikative, personale und fachlich-methodische Kompetenzen unterscheidet (ERPENBECK, ROSENSTIEL, GROTE, SAUTER, 2017, S. XXI ff).

#### 3.1 Sozial-kommunikative Kompetenzen

Sozial-kommunikative Kompetenzen sind Dispositionen, kommunikativ und kooperativ selbstorganisiert zu handeln, d. h. sich mit anderen kreativ auseinander- und zusammensetzen, sich gruppen- und beziehungsorientiert zu verhalten, und neue Pläne, Aufgaben und Ziele zu entwickeln.

Diese werden im Kontext beruflichen Handelns nach EULER & REEMTSMA-THEIS (1999) konkretisiert und differenziert in einen (a) agentiven Schwerpunkt, einen (b) reflexiven Schwerpunkt und (c) deren Integration:

Zu (a): Fähigkeit zur Artikulation und Interpretation von verbalen und nonverbalen Äußerungen auf der Sach-, Beziehungs-, Selbstkundgabe- und Absichtsebene und Fähigkeit zur Artikulation und Interpretation von verbalen und nonverbalen Äußerungen im Rahmen einer Meta-Kommunikation auf der Sach-, Beziehungs-, Selbstkundgabe- und Absichtsebene.

Zu (b): Fähigkeit zur Klärung der Bedeutung und Ausprägung der situativen Bedingungen, insbesondere von zeitlichen und räumlichen Rahmenbedingungen der Kommunikation, 'Nachwirkungen' aus vorangegangenen Ereignissen, der sozialen Erwartungen an die Gesprächspartner, der Wirkungen aus der Gruppenzusammensetzung (jeweils im Hinblick auf die eigene Person sowie die Kommunikationspartner), Fähigkeit zur Klärung der Bedeutung und Ausprägung der personalen Bedingungen, insbesondere der emotionalen Befindlichkeit (Gefühle) der normativen Ausrichtung (Werte), der Handlungsprioritäten (Ziele), der fachlichen Grundlagen (Wissen), des Selbstkonzepts ('Bild' von der Person), (jeweils im Hinblick auf die eigene Person sowie die Kommunikationspartner), Fähigkeit zur Klärung der Übereinstimmung zwischen den äußeren Erwartungen an ein situationsgerechtes Handeln und den inneren Ansprüchen an ein authentisches Handeln.

Zu (c): Fähigkeit und Sensibilität, Kommunikationsstörungen zu identifizieren, und die Bereitschaft, sich mit ihnen (auch reflexiv) auseinanderzusetzen. Fähigkeit, reflexiv gewonnene Einsichten und Vorhaben in die Kommunikationsgestaltung einbringen und (ggf. unter Zuhilfenahme von Strategien der Handlungskontrolle) umsetzen zu können.

#### 3.2 Personale Kompetenzen

Personale Kompetenzen sind Dispositionen, sich selbst einzuschätzen, produktive Einstellungen, Werthaltungen, Motive und Selbstbilder zu entwickeln, eigene Begabungen, Moti-

vationen, Leistungsvorsätze zu entfalten und sich im Rahmen der Arbeit und außerhalb kreativ zu entwickeln und zu lernen.

LERCH (2013) bezeichnet personale Kompetenzen in Orientierung an aktuellen bildungswissenschaftlichen Konzepten auch als Selbstkompetenzen und unterscheidet dabei motivational-affektive Komponenten wie Selbstmotivation, Lern- und Leistungsbereitschaft, Sorgfalt, Flexibilität, Entscheidungsfähigkeit, Eigeninitiative, Verantwortungsfähigkeit, Zielstrebigkeit, Selbstvertrauen, Selbstständigkeit, Hilfsbereitschaft, Selbstkontrolle und Anstrengungsbereitschaft und strategisch-organisatorische Komponenten wie Selbstmanagement, Selbstorganisation, Zeitmanagement sowie Reflexionsfähigkeit. Hier sind auch sogenannte Lernkompetenzen (MANDL & FRIEDRICH, 2005) als jene personalen Kompetenzen einzuordnen, welche auf die eigenständige Organisation und Regulation des Lernens ausgerichtet sind.

### 3.3 Fachlich-methodische Kompetenzen

Fachlich-methodische Kompetenzen sind Dispositionen einer Person, bei der Lösung von sachlich-gegenständlichen Problemen geistig und physisch selbstorganisiert zu handeln, d. h. mit fachlichen und instrumentellen Kenntnissen, Fertigkeiten und Fähigkeiten kreativ Probleme zu lösen, Wissen sinnorientiert einzuordnen und zu bewerten; das schließt Dispositionen ein, Tätigkeiten, Aufgaben und Lösungen methodisch selbstorganisiert zu gestalten, sowie die Methoden selbst kreativ weiterzuentwickeln.

Fachlich-methodische Kompetenzen sind – im Sinne von ERPENBECK, ROSENSTIEL, GROTE, UND SAUTER (2017, S.XXI ff) – durch die Korrespondenz konkreter Handlungen und spezifischem Wissen beschreibbar. Wenn bekannt ist, was ein Mensch als Folge eines Lernprozesses können soll und auf welcher Wissensbasis dieses Können abgestützt sein soll, um ein eigenständiges und variables Handeln zu ermöglichen, kann sehr gezielt ein Unterricht geplant und gestaltet werden, der solche Kompetenzen integrativ vermittelt und eine Diagnostik entwickelt, mit welcher diese überprüft werden können. Im vorliegenden Lehrplan werden somit fachlich-methodische Kompetenzen als geschlossene Sinneinheiten aus Können und Wissen konkretisiert. Das Können wird dabei in Form einer beruflichen Handlung beschrieben, das Wissen in drei eigenständigen Kategorien auf mittlerem Konkretisierungsniveau spezifiziert: (a) Sachwissen, (b) Prozesswissen und (c) Reflexionswissen (PITTICH, 2013).

Zu (a): Sachwissen umfasst ein *anwendungs- und umsetzungsunabhängiges Wissen* über Dinge, Gegenstände, Geräte, Abläufe, Systeme etc. Es ist Teil fachlicher Systematiken und daher sachlogisch-hierarchisch strukturiert, wird durch assoziierendes Wahrnehmen, Verstehen und Merken erworben und ist damit die *gegenständliche Voraussetzung für ein eigenständiges, selbstreguliertes Handeln*. Beispiele: Aufbau eines Temperatursensors, Bauteile eines Kompaktreglers, Funktion eines Kompaktreglers, Aufbau einer Speicherprogrammierbaren Steuerung, Programmiersprache einer Speicherprogrammierbaren Steuerung, Struktur des Risikomanagement-Prozesses, EFQM-Modell.

Zu (b): Prozesswissen umfasst ein *anwendungs- und umsetzungsabhängiges Wissen* über berufliche Handlungssequenzen. Prozesse können auf drei verschiedenen Ebenen stattfinden, daher hat Prozesswissen entweder eine Produktdimension (Handhabung von Werkzeug, Material etc.), eine Aufgabendimension (Aufgaben-Typus, -Abfolgen etc.) oder eine Organisationsdimension (Geschäftsprozesse, Kreisläufe etc.). Prozesswissen ist immer Teil handlungsbezogener Systematiken und daher prozesslogisch-multizyklisch struk-

turiert, wird durch zielgerichtetes und feedback-gesteuertes Tun erworben und ist damit *funktionale Voraussetzung für ein eigenständiges, selbstreguliertes Handeln*. Beispiele: Kalibrierung eines Temperatursensors, Bedienung eines Kompaktreglers, Umgang mit der Programmierumgebung einer speicherprogrammierbaren Steuerung, Umsetzung des Risikomanagements, Handhabung einer EFQM-Zertifizierung.

Zu (c): Reflexionswissen umfasst ein *anwendungs- und umsetzungsunabhängiges Wissen*, welches hinter dem zugeordneten Sach- und Prozesswissen steht. Als konzeptuelles Wissen bildet es die theoretische Basis für das vorgeordnete Sach- und Prozesswissen und steht damit diesen gegenüber auf einer Meta-Ebene. Mit dem Reflexionswissen steht und fällt der Anspruch einer Kompetenz (und deren Erwerb). Seine Bestimmung erfolgt im Hinblick auf a) das unmittelbare Verständnis des Sach- und Prozesswissens (Erklärungsfunktion), b) die breitere wissenschaftliche Abstützung des Sach- und Prozesswissens (Fundierungsfunktion), c) die Relativierung des Sach- und Prozesswissens im Hinblick auf dessen berufliche Flexibilisierung und Dynamisierung (Transferfunktion). Umfang und Tiefe des Reflexionswissens werden ausschließlich so bestimmt, dass diesen drei Funktionen Rechnung getragen wird.

In der Trias dieser drei Wissenskategorien besteht ein bedeutsamer Zusammenhang: Das Sachwissen muss am Prozesswissen anschließen und umgekehrt, das Reflexionswissen muss sich auf die Hintergründe des Sach- und Prozesswissens eingrenzen. D. h., dass die hier anzuführenden Wissensbestandteile nur dann kompetenzrelevant sind, wenn sie innerhalb des hier eingrenzenden Handlungsrahmens liegen. Eine Teilkompetenz ist somit das Aggregat aus einer beruflichen Handlung und dem damit korrespondierenden Wissen:

Teilkompetenz			
Berufliche Handlung	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen

Innerhalb der einzelnen Lernfelder sind die einbezogenen Teilkompetenzen nicht zufällig angeordnet, gegenteilig folgen sie einem generativen Ansatz. D. h., dass die jeweils nachfolgende Teilkompetenz den Erwerb der vorausgehenden voraussetzt. Somit gelten innerhalb eines Lernfeldes alle Wissensaspekte, die in den vorausgehenden Teilkompetenzen konkretisiert wurden. Damit wird der Tatsache Rechnung getragen, dass Kompetenzen in einer sachlogischen Abfolge aufgebaut werden, dabei aber vermieden, dass innerhalb der Wissenszuordnungen der Teilkompetenzen nach unten zunehmend Redundanzen dargestellt werden.

### 3.4 Zielkategorien

Alle im Lehrplan aufgeführten Ziele lassen sich den folgenden Kategorien zuordnen:

1. Beruflich akzentuierte Zielkategorien: Kommunizieren & Kooperieren, Darstellen & Visualisieren, Informieren & Strukturieren, Planen & Projektieren, Entwerfen & Entwickeln, Realisieren & Betreiben und Evaluieren & Optimieren.
2. Mathematisch akzentuierte Zielkategorien: Operieren, Modellieren und Argumentieren.

Diese Kategorisierung soll in beruflicher Ausrichtung den Lehrplan mit dem Konzept der vollständigen Handlung (VOLPERT, 1980) hinterlegen, in mathematischer Ausrichtung mit dem O-M-A-Konzept (SILLER ET AL. 2014). Damit wird zum einen eine theoretisch abgestützte Differenzierung der vielfältigen Ziele beruflicher Lehrpläne erreicht, zum anderen die strukturelle Basis für eine nachvollziehbare und handhabbare Taxierung hergestellt.



### 3.4.1 Beruflich akzentuierte Zielkategorien

#### **Kommunizieren und Kooperieren**

Zum Kommunizieren gehören die schriftliche und mündliche Darlegung technischer, gestalterischer und betriebswirtschaftlicher Sachverhalte sowie die Führung einer Diskussion oder eines Diskurses über Problemstellungen unter Nutzung der erforderlichen Fachsprache. Das Spektrum der Zielkategorie reicht von einfachen Erläuterungen über fachlich fundierte Argumentation bis hin zur fachlichen Bewertung und Begründung technischer bzw. gestalterischer Zusammenhänge und Entscheidungen. Dabei sind die Sachverhalte und Problemstellungen inhaltlich klar, logisch strukturiert und anschaulich aufzubereiten. Der sachgemäße Gebrauch von Kommunikationsmedien und Kommunikationsplattformen sowie die Kenntnis der Kommunikationswege ermöglichen effektive Teamarbeit. Nicht zuletzt sind in diesem Zusammenhang der angemessene Umgang mit interkulturellen Aspekten sowie fremdsprachliche Kenntnisse erforderlich.

Kooperation ist eine wesentliche Voraussetzung zur Lösung komplexer Problemstellungen. Notwendig für erfolgreiche Kooperation ist Klarheit über die Gesamtzielsetzung, über die Teilziele, über die Schnittstellen und Randbedingungen sowie über die Arbeitsteilung und die Stärken und Schwächen aller Kooperationspartner. Um erfolgreich zu kooperieren, ist es erforderlich, die eigene Person und Leistung als Teil eines Ganzen zu sehen und einem gemeinsamen Ziel unterzuordnen. Auftretende Konflikte müssen respektvoll und sachbezogen gelöst werden.

#### **Darstellen und Visualisieren**

Diese Zielkategorie umfasst das Darstellen und Illustrieren technischer, gestalterischer und betriebswirtschaftlicher Sachverhalte, insbesondere das 'Übersetzen' abstrakter Daten und dynamischer Prozesse in fachgerechte Tabellen, Zeichnungen, Skizzen, Diagramme und weitere grafische Formen sowie beschreibende und erläuternde Texte. Dazu gehört es, geeignete Medien zur Visualisierung zu wählen, Sachverhalte, Problemstellungen und Lösungsvarianten in Dokumenten und Präsentationen darzustellen und zu erläutern. Ferner sind bei der Erstellung von Dokumenten die geltenden Normen und Konventionen zu beachten.

#### **Informieren und Strukturieren**

Das Internet bietet Information in großer Fülle zu vielen technischen, gestalterischen und betriebswirtschaftlichen Sachverhalten. Weitere Informationsquellen sind die wissenschaftliche Literatur und Dokumente aus den Betrieben und der Industrie sowie Experten und Kollegen. Sich umfassend und objektiv zu informieren stellt unter dieser Vielfalt eine grundsätzliche und wichtige Kompetenz dar. Die Studierenden sollen die Fähigkeit erwerben, zu Sachverhalten und Problemstellungen wichtige Informationsquellen zu benennen, sowie die Glaubwürdigkeit und Seriosität dieser Quellen anhand belastbarer Kriterien zu bewerten. Das Spektrum dieser Zielkategorie beinhaltet ferner die korrekte und sachgerechte Verwendung von Zitaten und die Beachtung von Persönlichkeitsrechten. Mit dem Informationserwerb geht die Strukturierung der Informationen durch zielgerechtes Auswählen, Zusammenfassen und Aufbereiten einher.

#### **Planen und Projektieren**

Diese Zielkategorie beinhaltet die wesentlichen Fertigkeiten und Kenntnisse, um komplexere und umfangreichere Aufgaben- oder Problemstellungen inhaltlich wie auch zeitlich zu

strukturieren, mit Qualitätssicherungsmaßnahmen zu belegen und die Kosten und Ressourcen zu kalkulieren und zu bewerten. Im Detail gehören dazu die Fähigkeiten, überprüfbare Kriterien und Planungsziele zu definieren und deren Umsetzung zu planen und zu kontrollieren. Die zeitliche und inhaltliche Gliederung der Aufgaben ist zu Zwecken der Kontrolle und Steuerung, der Kooperation und Visualisierung durch eine begründete Wahl von Projektmethoden und Werkzeugen sicherzustellen.

### **Entwerfen und Entwickeln**

Das Entwerfen ist die zielgerichtete geistige und kreative Vorbereitung eines später zu realisierenden Produktes. Dieses Produkt kann beispielsweise ein Modell, eine Kollektion, eine Vorrichtung, eine Schaltung, eine Baugruppe, ein Steuerungsprogramm oder auch ein Regelkreis sein. Das Ergebnis dieses Prozesses – der Entwurf – wird in Form von Texten, Zeichnungen, Grafiken, (Näh-) Proben, Schnittmustern, Schaltplänen, Modellen oder Berechnungen dokumentiert.

Entwickeln ist die zielgerichtete Konkretisierung eines Entwurfs oder Verbesserung eines bestehenden Produktes oder technischen Systems. Dabei bilden die Studierenden in Schritten stufenweise Detaillösungen zu den Problemstellungen ab. Die Kenntnis über Kreativitätstechniken, Analyse- und Berechnungsmethoden sowie deren fachspezifischen Anwendungen spielen in diesem Entwicklungsprozess eine zentrale Rolle.

### **Realisieren und Betreiben**

Neben dem eigentlichen Umsetzen des Entwurfs (z. B. Prototyp, Nullserie, Testanlage) geht es hier um die Inbetriebnahme, das Einbinden des Produktes in die Produktumgebung, das Messen und Prüfen der realisierten Komponenten und Modelle, die konkrete Fertigung, auch in Form einer Serie, die Integration einer Software in ein System, die Integration von Software und Hardware oder das Testen einer implementierten Software oder eines Verfahrens möglichst unter Realbedingungen. Dabei können auch geeignete Simulationsverfahren zum Einsatz kommen. Gewonnene Erkenntnisse können auf neue Problemstellungen transferiert werden. Damit ein technisches System dauerhaft funktioniert, sind ggf. Instandhaltungsmaßnahmen rechtzeitig, bedarfsgerecht und geplant unter Berücksichtigung der Wirtschaftlichkeit des gesamten Systems durchzuführen.

### **Evaluieren und Optimieren**

Im Interesse der Qualitätssicherung ist ein stetiges Reflektieren, Evaluieren und Optimieren erforderlich. Sowohl bei überschaubaren Arbeitspaketen als auch bei ganzen Projekten ist hinsichtlich der eingesetzten Methoden, Ressourcen, Kosten und erbrachten Ergebnisse zu klären: Was hat sich bewährt, was sollte bei der nächsten Gelegenheit wie verbessert werden (Lessons Learned)?

Die Kenntnis und Anwendung spezieller Methoden der Reflektion und Evaluation mit der dazugehörigen Datenerfassung und Auswertung sind in dieser Zielkategorie essenziell.

Jeder Prozess oder jede Anlage bedarf eines kontinuierlichen Verbesserungsprozesses (KVP). Dafür sind spezielle Kompetenzen notwendig, die die Datenerfassung, die Datenauswertung zur Identifikation von Verbesserungspotential und die Entscheidung für Maßnahmen unter Berücksichtigung von Effektivität und Effizienz ermöglichen.

Zur Bewältigung zukünftiger Herausforderungen im Privaten wie Beruflichen ist es wichtig, sich selbstbestimmt und selbstverantwortlich neuen Lerninhalten und Lernzielen zu stellen. Die Studierenden sollen deshalb unterschiedliche Lerntechniken kennen und anwen-

den sowie über das Reflektieren des eigenen Lernverhaltens in die Lage versetzt werden, ihren Lernprozess aus der Perspektive des lebenslangen Lernens bewusst und selbstständig zu gestalten und zu fördern.

### 3.4.2 Mathematisch akzentuierte Zielkategorien

Den mathematisch akzentuierten Zielkategorien werden die Handlungsdimensionen „Operieren“, „Modellieren“ und „Argumentieren“ (kurz: O-M-A) zu Grunde gelegt, welche sich nach SILLER ET. AL (2014) zum einen an grundlegenden mathematischen Tätigkeiten und zum anderen an den fundamentalen Ideen der Mathematik orientieren.

Die Dimension *Operieren* bezieht sich auf „die Planung sowie die korrekte, sinnvolle und effiziente Durchführung von Rechen- oder Konstruktionsabläufen und schließt z. B. geometrisches Konstruieren oder (...) das Arbeiten mit bzw. in Tabellen und Grafiken mit ein“ (BIFIE, 2013, S. 21).

Die Dimension *Modellieren* ist darauf ausgerichtet „in einem gegebenen Sachverhalt die relevanten mathematischen Beziehungen zu erkennen (...), allenfalls Annahmen zu treffen, Vereinfachungen bzw. Idealisierungen vorzunehmen und Ähnliches“ (BIFIE, 2013, S. 21).

Die Dimension *Argumentieren* fokussiert „eine korrekte und adäquate Verwendung mathematischer Eigenschaften, Beziehungen und Regeln sowie der mathematischen Fachsprache“ (BIFIE, 2013, S. 22).

### 3.5 Taxierung der Kompetenzen in drei Stufen

Die Qualität einer fachlich-methodischen Kompetenz kann nicht anhand einzelner Wissenskomponenten bemessen werden. Entscheidend ist hier vielmehr der Freiheitsgrad des Handlungsraums, in dem sie eingebettet ist. Nicht diejenigen, die hier in einzelnen Facetten das breiteste Wissen nachweisen können, sind die Kompetentesten, sondern diejenigen, deren Handlungsfähigkeit im einschlägigen Kontext am weitesten reicht. Hier lassen sich theoriebasiert drei Handlungsqualitäten unterscheiden:

Qualität 1 (linear-serielle Struktur):

Start und Ziel eindeutig, Umsetzung durch „reflektiertes Abarbeiten“ (Abfolgen).

Qualität 2 (zyklisch-verzweigte Struktur):

Start und Ziel eindeutig, Umsetzung durch das koordinierte Abarbeiten mehrerer Abfolgen und damit zusammenhängenden Auswahlentscheidungen (Algorithmen).

Qualität 3 (mehrschichtige Struktur):

Ziel und Start müssen definiert werden, Umsetzung durch Antizipieren tragfähiger Algorithmen bzw. deren Erprobung und reflektierter Kombination (Heuristiken).

Es ist erkennbar, dass die jeweils höhere Qualität die der vorausgehenden integriert. Handeln auf Ebene des Algorithmus bedingt die Beherrschung der darin zu vollziehenden Abfolgen, Handeln auf Heuristik-Ebene bedingt die Beherrschung der darin zu vollziehenden Algorithmen. Für die Qualität 1 ist daher Reflexionswissen funktional nicht erforderlich, trotzdem ist es für Lernende bedeutsam, da ein Verständnislernen immer interessanter und motivierender ist als ein rein funktionalistisches Lernen. Für Qualität 2 ist moderates Reflexionswissen erforderlich, da hier schon Entscheidungen eigenständig getroffen werden müssen. Mit dem Anspruchsniveau der erforderlichen Entscheidungen steigt der Bedarf an Reflexionswissen. Qualität 3 kann nur umgesetzt werden, wenn über das Reflexi-

onswissen der Stufe 2 hinaus weiteres Reflexionswissen verfügbar ist, welche neben, hinter oder über diesem steht. Um komplexe Probleme zu lösen, sind kognitive Freiheitsgrade erforderlich, die nur mit einem entsprechend tiefen Verständnis der jeweiligen Zusammenhänge erreicht werden können.

Diese Handlungsqualitäten können für den Lehrplan als Kompetenzstufen genutzt werden, denn sie repräsentieren Kompetenz-Unterschiede, welche nicht auf einem Kontinuum darstellbar sind, sondern sich in diskreten Qualitäten ausdrücken. Um die in den Lernfeldern aufgelisteten Kompetenz-Beschreibungen nicht zu überladen, wird im vorliegenden Lehrplan nicht jede einzelne Kompetenz in den drei Niveaustufen konkretisiert. Vielmehr erfolgt dies entlang der beruflichen und mathematischen Zielkategorien.

ENTWURF

## 3.5.1 Taxonomietabelle für beruflich akzentuierte Zielkategorien

Zielkategorien	Stufe I (Abfolge)	Stufe II (Algorithmus)	Stufe III (Heuristik)
<b>Kommunizieren &amp; Kooperieren</b>	Mitteilen und Annehmen von Informationen, koagierend zusammenarbeiten	an konstruktiven, adaptiven Gesprächen teilnehmen, kooperierend zusammenarbeiten	komplexe bzw. konfliktäre Gespräche führen, Kooperationen gestalten und steuern, Konflikte lösen
<b>Darstellen &amp; Visualisieren</b>	Präsentieren von klaren Gegenständlichkeiten, Fakten, Strukturen, Details	Präsentieren von eindeutigen Zusammenhängen und Funktionen mittels geeignet ausgewählter Darstellungsformen	Präsentieren und Dokumentieren komplexer Zusammenhänge und offener Sachverhalte mittels geeigneter Werkzeuge und Methoden
<b>Informieren &amp; Strukturieren</b>	Handhaben von Informationsmaterialien, Finden und Ordnen von Informationen	Finden einschlägiger Informationsmaterialien, Verifizieren, Selektieren und Ordnen von Informationen	Umsetzen offener Informationsbedarfe, von der Quellensuche bis zur strukturierten Information
<b>Planen &amp; Projektieren</b>	Problemstellungen inhaltlich strukturieren und zeitlich gliedern	routinenaher Projekte inhaltlich strukturieren und zeitlich gliedern	komplexe Projekte inhaltlich strukturieren und zeitlich gliedern unter Beachtung verfügbarer Ressourcen
<b>Entwerfen &amp; Entwickeln</b>	Umsetzen einfacher Ideen in Skizzen, Plänen oder konkreten Lösungen	Abgleichen konkurrierender Ideen, Umsetzen in Skizzen, Plänen oder konkreten Lösungen	Integration einzelner Ideen zu einer Gesamtlösung, Umsetzen in Skizzen, Plänen oder konkreten Lösungen
<b>Realisieren &amp; Betreiben</b>	Aktivieren und Kontrollieren serieller Prozesse	Aktivieren und Regulieren zyklischer Prozesse	Abstimmen, Aktivieren und Modulieren mehrschichtiger Prozesse
<b>Evaluieren &amp; Optimieren</b>	Bewerten entlang eines standardisierten Rasters, Umsetzen unmittelbarer Konsequenzen	Bewerten entlang eines offenen Rasters, Herleiten und Umsetzen von adäquaten Konsequenzen	Bewerten in Anwendung eigenständiger Kategorien, Herleiten und Umsetzen von adäquaten Konsequenzen

## 3.5.2 Taxonomietabelle für mathematisch akzentuierte Zielkategorien

Zielkategorien	Stufe I (Abfolge)	Stufe II (Algorithmus)	Stufe III (Heuristik)
<b>mathematisches Operieren</b>	Anwenden eines gegebenen bzw. vertrauten Verfahrens im Sinne eines Abarbeitens bzw. Ausführens	Abarbeiten und Ausführen mehrschrittiger Verfahren ggf. durch Rechneinsatz und Nutzung von Kontrollmöglichkeiten	Erkennen, ob ein bestimmtes Verfahren auf eine gegebene Situation passt, das Verfahren anpassen und ggf. weiterentwickeln
<b>mathematisches Modellieren</b>	Durchführen eines Darstellungswechsels zwischen Kontext und mathematischer Repräsentation Verwenden vertrauter und direkt erkennbarer Standardmodelle zur Beschreibung einer vorgegebenen (mathematisierter) Situation	Beschreiben vorgegebener (mathematisierter) Situation durch mathematische Standardmodelle bzw. mathematische Zusammenhänge Erkennen und Setzen von Rahmenbedingungen zum Einsatz von mathematischen Standardmodellen Anwenden von Standardmodellen auf neuartige Situationen Finden einer Passung zwischen geeigneten mathematischen Modellen und realen Situationen	komplexe Modellierung einer vorgegebenen Situation Reflektieren der Lösungsvarianten bzw. der Modellwahl Beurteilen der zugrunde gelegten Lösungsverfahren
<b>mathematisches Argumentieren</b>	einfache fachsprachliche Begründungen ausführen; das Zutreffen eines Zusammenhangs oder Verfahrens bzw. die Passung eines Begriffes auf eine gegebene Situation prüfen	mehrschrittige mathematische Standard-Argumentationen durchführen und beschreiben Nachvollziehen und Erläutern von mathematischen Begriffen, Sätzen, Verfahren, Darstellungen, Argumentationsketten und Kontexten fachlich und fachsprachlich korrekte Erklärung von einfachen mathematischen Sachverhalten, Resultaten und Entscheidungen	mathematische Argumentationen prüfen bzw. vervollständigen eigenständige Argumentationsketten aufbauen

### 3.6 Zusammenfassung

Das hier zugrundeliegende Kompetenzmodell schließt drei Kompetenzklassen nach ER-PENBECK, ROSENSTIEL, GROTE, SAUTER (2017, XXI ff.) ein: Sozial-kommunikative Kompetenzen, personale Kompetenzen (bzw. Selbstkompetenzen) und fachlich-methodische Kompetenzen.

Sozial-kommunikative Kompetenzen werden nach EULER & REEMTSMA-THEIS (1999) in einen agentiven Schwerpunkt, einen reflexiven Schwerpunkt und deren Integration unterteilt. Personale Kompetenzen (bzw. Selbstkompetenzen) werden nach LERCH (2013) in motivational-affektive und strategisch-organisatorische Komponenten unterschieden. Für diese beiden Kompetenzklassen sieht der Lehrplan keine weitere Detaillierung vor, da die Entwicklung überfachlicher Kompetenzen – durch deren enge Verschränkung mit der persönlichen Entwicklung des Individuums – deutlich anderen Gesetzmäßigkeiten unterliegt als die Entwicklung fachlich-methodischer Kompetenzen. Eine Anregung und Unterstützung in der Entwicklung überfachlicher Kompetenzen durch den Fachschulunterricht kann daher auch nicht entlang einer jahresplanmäßigen Umsetzung einzelner, thematisch determinierter Lernstrecken erfolgen, sondern muss vielmehr fortlaufend produktiv und dabei aber auch reflexiv in die Vermittlung fachlich-methodischer Kompetenzen eingebettet werden.

Im Zentrum dieses Lehrplankonzepts stehen die fachlich-methodischen Kompetenzen und deren differenzierte und taxiierte curriculare Dokumentation. Teilkompetenzen sind hierbei Aggregate aus spezifischen beruflichen Handlungen und dem diesen jeweils zugeordneten Wissen. Dabei unterscheidet man zwischen Sach-, Prozess- und Reflexionswissen. Als Basis für einen kompetenzorientierten Unterricht konkretisiert dieser Lehrplan zusammenhängende Komplexe aus Handlungskomponenten und Wissenskomponenten auf einem mittleren Konkretisierungsniveau. Der Fachschulunterricht wird dann erstens durch die Explikation und Konkretisierung der Handlungs- und Wissenskomponenten inhaltlich ausgestaltet und zweitens durch die Umsetzung der Taxonomietabellen (Tabellen in Abschnitt 3.5.1 und 3.5.2) in seinem Anspruch dimensioniert. Damit besteht einerseits eine curriculare Rahmung, die dem Anspruch eines Kompetenzstufenmodells gerecht wird, zum anderen liegen die für Fachschulen erforderlichen Freiheitsgrade vor, um der Heterogenität der Adressatengruppen gerecht werden und dem technologischen Wandel folgen zu können.

## 4 Organisation der Kompetenzen und Kenntnisse

### 4.1 Lernfelder

Wie der vorausgehende Lehrplan ist auch dieser in Lernfelder segmentiert. Als Novität ist hier nun zwischen berufsbezogenen Lernfeldern und Querschnitt-Lernfeldern zu unterscheiden (Abbildung 1).

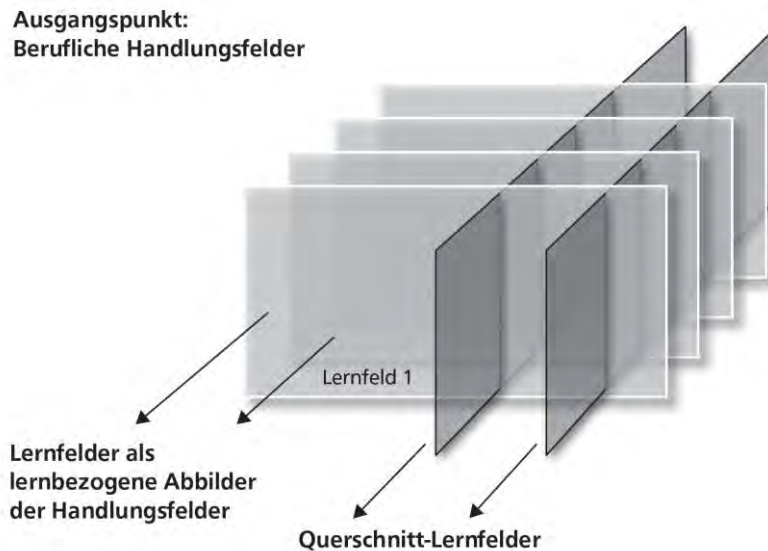


Abbildung 1: Beziehung von berufsbezogenen Lernfeldern als lernbezogene Abbilder beruflicher Handlungsfelder und Querschnitt-Lernfeldern.

**Berufsbezogene Lernfelder** sind curriculare Teilsegmente, welche sich aus einer spezifischen didaktischen Transformation beruflicher Handlungsfelder ergeben (BADER, 2004, S. 1). Wesentlich ist hierbei, dass die für das jeweilige Berufssegment wesentlichen Tätigkeitsbereiche adressiert werden. Relevante berufliche Handlungsfelder haben Gegenwarts- und Zukunftsbedeutung, ihre didaktische Reduktion in das Format eines Lernfeldes folgt dem Prinzip der Exemplarität (KLAFKI, 1964). Somit steht jedes einzelne Lernfeld des Lehrplans für einen gegenwarts- und zukunftsrelevanten Ausschnitt des dazugehörigen Berufssegments, als Gesamtheit repräsentieren sie dieses als exemplarisches Gesamtgefüge.

**Querschnitt-Lernfelder** integrieren übergreifende Aspekte der berufsbezogenen Lernfelder und adressieren entsprechend primär Grundlagenthemen, welche innerhalb der berufsbezogenen Lernfelder bedeutsam sind, jedoch diesbezüglich vorbereitend oder ergänzend vermittelt werden müssen. Insbesondere handelt es sich hier um mathematische, naturwissenschaftliche, informatische, volks- und betriebswirtschaftliche, gestalterische und ästhetische Kenntnisse bzw. Fertigkeiten, welche sich im Hinblick auf die Berufskompetenzen als Basis- oder Bezugskategorien darstellen. Zu den Querschnitt-Lernfeldern gehört die fachrichtungsbezogene Mathematik.

Innerhalb jeden Lernfeldes werden dessen Nummer, Bezeichnung sowie Zeit-Horizont dargestellt und insbesondere die darin adressierten Lernziele. Die Abfolge der Lernfelder im Lehrplan ist nicht beliebig, impliziert jedoch keine Reihenfolge der Vermittlung. In den *berufsbezogenen* Lernfeldern werden die Lernziele durch (weitgehend fachlich-methodische) Kompetenzen beschrieben (TENBERG, 2011, S. 61 ff). Dies erfolgt in Aggre-



gaten aus beruflichen Handlungen und zugeordnetem Wissen. Diese Lehrplaninhalte sind angesichts der Streuung und Unschärfe beruflicher Tätigkeitsspektren in den jeweiligen Segmenten sowie der Dynamik des technisch-produktiven Wandels auf einem mittleren Konkretisierungsniveau angelegt. Zur Taxierung dieser Lernziele liegt eine eigenständige Tabelle (siehe Abschnitt 3.5.1) vor, welche geordnet nach Zielkategorien die jeweils erforderlichen Handlungsqualitäten für die Stufen 1 (Minimalanspruch), 2 (Regelanspruch) und 3 (hoher Anspruch) konkretisiert. Zur Taxierung der Lernziele in der Mathematik (beruflicher Lernbereich) liegt eine gesonderte Tabelle (siehe Abschnitt 3.5.2) mit gleichem Aufbau vor. In den übrigen *Querschnitt*-Lernfeldern werden die Lernziele entweder durch Kenntnisse oder durch Fertigkeiten beschrieben. Sie werden dabei weder taxiert noch zeitlich näher präzisiert, da dieses nur im Rahmen der schulspezifischen Umsetzung möglich und sinnvoll erscheint. Als Orientierung dient hier jeweils der in den berufsbezogenen Lernfeldern konkret feststellbare Anspruch an übergreifende Aspekte.

## 4.2 Stundentafel

Die Stundentafel ist nach den zwei Ausbildungsabschnitten gegliedert und gibt für jedes Lernfeld Zeitrichtwerte als Korridor an. Die Lernfelder können durch die Schulen frei auf die beiden Ausbildungsabschnitte verteilt werden. Die Summe der Wochenstunden im beruflichen Lernbereich muss immer 2000 Stunden betragen.

		Unterrichtsstunden	
		1. Ausbildungsabschnitt	2. Ausbildungsabschnitt
<b>Beruflicher Lernbereich</b>			
	Mathematik	200	
	Projektarbeit		120
<b>Lernfelder</b>			
LF 1	Projekte mittels systematischen Projektmanagements zum Erfolg führen	80 – 120	
LF 2	Informationstechnik für Aufgaben in der Automatisierung nutzen	200 – 240	
LF 3	Elektronische Schaltungen, Baugruppen und Geräte analysieren und entwerfen	220 – 260	
LF 4	Gebäudetechnische Systeme und Steuerungen planen, dimensionieren und erstellen	200 – 240	
LF 5	Produktionssysteme planen, organisieren und optimieren	360 – 400	
TB 1	Absatzprozesse planen, steuern und kontrollieren	60 – 100	
TB 2	Beschaffungsprozesse planen, steuern und kontrollieren	80 – 120	
TB 3	Unternehmenskultur entwickeln und organisatorisch sowie personalwirtschaftlich umsetzen	100 – 140	
TB 4	Für den Leistungserstellungsprozess Investitionen tätigen und deren Finanzierung sicherstellen	80 – 120	
TB 5	Den Jahresabschluss erstellen und auswerten sowie zur Kostenkontrolle und Preisgestaltung nutzen	100 – 140	

4.3 Beruflicher Lernbereich

4.3.1 Mathematik (Querschnitt-Lernfeld) [200 h]

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	MATHEMATIK		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... handhaben algebraische Verfahren, beispielsweise zur Auslegung elektrischer Netze.	Zahlenmengen <ul style="list-style-type: none"> <li>• natürliche Zahlen</li> <li>• ganze Zahlen</li> <li>• rationale Zahlen</li> <li>• irrationale Zahlen</li> <li>• reelle Zahlen</li> <li>• komplexe Zahlen</li> </ul> Algebraische Gleichungen <ul style="list-style-type: none"> <li>• linear</li> <li>• quadratisch</li> <li>• exponentiell</li> <li>• gemischt</li> </ul> Lineare Gleichungssysteme Potenz- und Logarithmenregeln	Standardlösungsverfahren, z. B. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Äquivalenzumformung,</li> <li>• pq - Formel</li> <li>• Einsetzverfahren</li> <li>• Additionsverfahren</li> <li>• Gaußalgorithmus</li> </ul> Methoden der Abschätzung Ergebniskontrolle	Axiome des mathematischen Körpers Rechengesetze <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kommutativgesetz</li> <li>• Assoziativgesetz</li> <li>• Distributivgesetz</li> </ul> Operatoren Gauß'sche Zahlenebene
... nutzen geometrische und trigonometrische Verfahren zur Lösung geometrischer Problemstellungen u.a. im Rahmen steuerungs- und regelungstechnischer Aufgabenstellungen	Satz des Pythagoras trigonometrische Seitenverhältnisse Einheitskreis Sinus- und Kosinussatz Flächen und Volumina geometrischer Formen und Körper	Berechnung von Längen, Abständen und Winkeln Berechnung realer Flächen und Körper Approximation von Flächen und Volumina	Ähnlichkeits- und Kongruenzsätze für Dreiecke Strahlensatz euklidische Axiome

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	MATHEMATIK		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
<p>... <b>handhaben</b> mathematische Funktionen zur Modellierung und Lösung u.a. im Rahmen technischer und wirtschaftlicher Problemstellungen, auch mittels Software, wie Kennlinien von Bauelementen, Ladekurve eines Kondensators.</p>	<p>Darstellungsformen und Funktionsvorschriften</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ganzrationale Funktionen, insbesondere lineare und quadratische</li> <li>• Trigonometrische Funktionen</li> <li>• e-Funktion</li> </ul> <p>Charakteristika</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Steigung</li> <li>• Nullstellen, Abszissenabstand</li> <li>• Scheitelpunkt</li> <li>• Periodizität</li> </ul> <p>Wertebereich, Definitionsbereich</p>	<p>Berechnung der Charakteristika Wechsel der Darstellungsformen, z. B.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Normal-, Scheitelpunktform, Linearfaktor-darstellung</li> <li>• Implizite, explizite Funktionsvorschrift</li> <li>• Graph und Wertetabelle</li> </ul> <p>Funktionsermittlung Differenzenquotient Funktionsdarstellung mittels Software Konstruktion trigonometrischer Funktionen mit Hilfe des Einheitskreises</p>	<p>Trigonometrische Grundlagen Relationen und Abbildungen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• kartesisches Produkt</li> <li>• Subjektivität, Injektivität, Bijektivität</li> </ul> <p>Funktionsbegriff Mathematisches Modell vs. Realbezug</p>
<p>... beschreiben periodische Vorgänge (beispielsweise Wechselstromgrößen und der Regelungstechnik) mit Hilfe komplexer Rechnung.</p>	<p>Gauß'sche Zahlenebene Kartesische und Exponentialform komplexer Zahlen Kreisfrequenz</p>	<p>Wechsel zwischen den Darstellungsformen Addition, Subtraktion, Multiplikation und Division komplexer Zahlen Konstruktion von Zeigerdiagrammen in der Gauß'schen Zahlenebene</p>	<p>Trigonometrische Grundlagen Euler'sche Formel Potenzgesetze</p>
HINWEISE:	Wo immer möglich, sollten Anwendungsbeispiele aus dem Kontext der anderen Lernfelder der Fachrichtung / des Schwerpunktes gewählt werden.		

## 4.3.2 Projektarbeit [120h]

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	Vorbemerkung	Organisatorische Hinweise
<p>... analysieren und strukturieren eine Problemstellung und lösen sie praxisgerecht.</p> <p>... bewerten und präsentieren das Handlungsprodukt und den Arbeitsprozess.</p> <p>... berücksichtigen Aspekte wie z. B. Wirtschaftlichkeit, Energie- und Rohstoffeinsatz, Fragen der Arbeitsergonomie und Arbeitssicherheit, Haftung und Gewährleistung, Qualitätssicherung, Auswirkungen auf Mensch und Umwelt sowie Entsorgung und Recycling.</p> <p>... legen besonderen Wert auf die Förderung von Kommunikation und Kooperation.</p>	<p>Für die Projektarbeit werden fachrichtungsbezogene und lernfeldübergreifende Aufgaben bearbeitet, die sich aus den betrieblichen Einsatzbereichen von Technikerinnen und Technikern ergeben. Die Aufgabenstellung ist so offen zu formulieren, dass sie die Aktivität der Studierenden in der Gruppe herausfordert und unterschiedliche Lösungsvarianten zulässt. Durch den lernfeldübergreifenden Ansatz können Beziehungen und Zusammenhänge der einzelnen Fächer und Lernfelder hergestellt werden. Die Projektarbeit findet interdisziplinär statt. In allen Fächern und Lernfeldern soll über eine entsprechende Problem- und Aufgabenorientierung die methodische Vorbereitung für die Durchführung der Projekte geleistet werden.</p>	<p>Mit den Studierenden werden die Zielvorstellungen, die inhaltlichen Anforderungen sowie die Durchführungsmodalitäten besprochen. Die Studierenden sollen in der Regel Projekte aus der betrieblichen Praxis in Kooperation mit Betrieben bearbeiten. Die Vorschläge für Projektaufgaben sind durch einen Anforderungskatalog möglichst genau zu beschreiben.</p> <p>Alle eingebrachten Projektvorschläge werden durch die zuständige Konferenz geprüft, z. B. auf Realisierbarkeit, Finanzierbarkeit, ausgewählt und beschlossen. Jede Projektarbeit wird von einem Lehrerinnen/Lehrerteam betreut. <b>Die im LF1 „Projekte mittels systematischem Projektmanagements zum Erfolg führen“ erworbenen Kenntnisse und Fertigkeiten müssen angewendet werden.</b></p> <p>Es empfiehlt sich während der Projektphase Projekttage einzuführen, an denen nach Rücksprache die am Projekt beteiligten Lehrerinnen und Lehrer beratend zur Verfügung stehen. Während dieser Zeit können die Studierenden die Projektarbeit beim Auftraggeber im Betrieb und in den Räumlichkeiten der Schule durchführen. Da es sich um eine Schulveranstaltung handelt, besteht für die Studierenden während dieser Tätigkeit ein Versicherungsschutz gegen Unfall- und Haftpflichtschäden.</p>
HINWEISE:	Die Bewertung der Projektarbeit erfolgt auf der Grundlage bestehender Rechtsmittel. In die Bewertung gehen Projektverlauf, Dokumentation, Präsentation und Kolloquium ein.	

**4.3.3 Lernfeld 1: Projekte mittels systematischen Projektmanagements zum Erfolg führen [80h-120h]**

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF1: PROJEKTE MITTELS SYSTEMATISCHEN PROJEKTMANAGEMENTS ZUM ERFOLG FÜHREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... kommunizieren effizient und organisieren sich selbst im Projektgeschehen.	Präsentationstechniken Kommunikationssituationen Führung Motivation Konflikte und Krisen Zeitmanagement Arbeitsteilung Klassische und agile Vorgangsmodelle im Projektmanagement	Vorbereitung und Durchführung einer Präsentation Vorbereitung und Durchführen eines Projektmeetings Analyse eines Konfliktes Durchführung und Dokumentation eines Problemlösungsverfahrens Planung und Einteilung der eigenen Arbeitszeit	Kommunikationsmodelle Effektivität als Prinzip Prinzip der systematischen Kommunikation Bedeutung von Selbst- und Fremdwahrnehmung für Konfliktmanagement und Führung Hybrides Projektmanagement
... initialisieren und definieren ein Vorhaben als Projekt.	Inhalt und Bedeutung der Projektphasen Projekttypen Projekt- und Projektmanagementdefinition Kreativitätstechniken Projektziele <ul style="list-style-type: none"> <li>• Qualität</li> <li>• Kosten und Termine</li> <li>• Leistungsziele etc.</li> </ul>	Moderation kreativer Prozesse Zielfindung, –formulierung und Abgrenzung Strukturierung der Projektziele	Prinzip der Zielorientierung
... planen eine Projektdurchführung.	Meilensteine Projektaufwand und -budget sachliche und soziale Projektumfeldfaktoren Risiko, Chance, Maßnahmen zur Risikoverminderung Unternehmens- und Projektorganisationsformen, Rollen im Projekt Lasten- und Pflichtenheft, Projektauftrag,	Phasenplanung Beurteilung des Projektes auf Machbarkeit Projektumfeldanalyse Risikoanalyse Aufstellung einer Projektorganisation Erstellung des Projektauftrages Erstellung des Projektstrukturplans	Prinzip der Ergebnisorientierung Prinzip der personalisierten Verantwortungen

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF1: PROJEKTE MITTELS SYSTEMATISCHEN PROJEKTMANAGEMENTS ZUM ERFOLG FÜHREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
	Projekthandbuch Projektstrukturplan, Arbeitspakete Ablauf- und Terminplan Einsatzmittelplan, Kapazitätsplan, Kostenplan	Durchführung Ablauf- und Terminplanung Erstellung einer Einsatzmittel- und Kostenplanung	
... realisieren das Projekt.	Kosten- und Termentrendanalyse Berichtswesen Projektsteuerung	Stakeholder Management Risikomanagement Überwachung und Steuerung der Projektrealisierung Erstellung, Pflege, und Kommunikation der Projektdokumentation	PM-Regelkreis Prinzip des rechtzeitigen Handelns
... schließen ein Projekt ab.	Übergabeprotokoll Endabnahme	Abschluss der Projektdokumentation Projektübergabe und Abschlusspräsentation Projektreflexion Lessons Learned	
HINWEISE:	Die Kompetenzen in diesem Lernfeld orientieren sich an der ICB (International Competence Baseline, siehe auch <a href="https://www.gpm-ipma.de/know_how/pm_normen_und_standards/standard_icb_4.html">https://www.gpm-ipma.de/know_how/pm_normen_und_standards/standard_icb_4.html</a> ).		

**4.3.4 Lernfeld 2: Informationstechnik für Aufgaben in der Automatisierung nutzen [200 - 240h]**

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF2 INFORMATIONSTECHNIK FÜR AUFGABEN IN DER AUTOMATISIERUNG NUTZEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... nutzen Grundlagen der Digitaltechnik um Aufgaben der Automatisierungstechnik zu lösen.	Grundverknüpfungen, Operatoren Diagramme zur Vereinfachung von Schaltfunktionen (z.B. KV-Diagramm)	Entwicklung / Vereinfachung digitaler Schaltungen mit Hilfe der <b>Boole'schen</b> Algebra	<b>Boole'sche</b> Algebra Zahlensysteme
... visualisieren Abläufe und Algorithmen.	Standardisierte Diagramme (z. B. Nassi-Shneiderman, Zustandsdiagramme) Notationen, Symbolik, Normen	normgerechte Anwendung der Symbolik und der Visualisierung von Programmabläufen	Graphentheorie
... entwickeln strukturierte Programme.	Kontrollstrukturen Funktionen Programmier- / Softwareentwicklungsumgebungen	Entwicklung und Dokumentation eigener Algorithmen Erstellung und Überprüfung von Programmcode in einer Entwicklungsumgebung	Prinzipien der strukturierten Programmierung
... vernetzen verschiedene Komponenten der Automatisierungstechnik.	Netzwerktopologien, -geräte und -protokolle Echtzeitfunktionalität, Ausfallsicherheit und Skalierbarkeit Adressnutzung und Internetanbindung	industrietaugliches Netzwerkdesign Anbindung eines Automatisierungsnetzwerkes an bestehende lokale und globale Netze	Industrial Internet of Things



Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF2 INFORMATIONSTECHNIK FÜR AUFGABEN IN DER AUTOMATISIERUNG NUTZEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... schützen die Netze vor Angriffen von außen.	Firewalling Datenkonzepte für Edge-Computing Angriffsszenarien und Schutzmaßnahmen Tunneling, Authentifizierung und Verschlüsselung	Einhaltung und Weiterentwicklung von Security-Konzepten Realisierung von Virtuellen Privaten Netzen (VPN)	IT-Grundschutz
... gewährleisten Verfügbarkeit der benötigten Daten.	Ausfallsicherheit USV Backup Patch-Management	Erstellung einer Risikobewertung Entwicklung und Einhaltung von Pflegeroutinen Vereinbarung der Regeln Auswahl und Einsatz geeigneter Komponenten	informatische Hintergründe für die Pflege und Wartung von Systemen und Datenbeständen
HINWEISE:			

**4.3.5 Lernfeld 3: Elektronische Schaltungen, Baugruppen und Geräte analysieren und entwerfen [220 - 260h]**

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF3 ELEKTRONISCHE SCHALTUNGEN, BAUGRUPPEN UND GERÄTE ANALYSIEREN UND ENTWERFEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
suchen Fehler in elektronischen Schaltungen.	elektronische Bauteile logische Bauteile Spannungs- und Stromquelle mit Innenwiderstand Spannungsteiler Brückenschaltung Datenblätter	Analyse elektronischer Schaltungen technische Berechnungen Dokumentation der Fehlerursache und deren möglicher Behebung	Toleranzbetrachtung Optimierung von elektrischen Schaltungen
messen technische Größen.	Messgeräte/-systeme auch rechnergestützt Messaufbauten Messgrößen Messprotokolle Messgenauigkeit Sicherheitsvorschriften	Aufbau eines Messsystems Durchführung einer Messung Dokumentation der Messergebnisse Interpretation der Messwerte	Präzision Systemdiagnose (Signalfluss)
verwenden elektronische Bauelemente und Sensoren.	aktive und passive Bauelemente lineare und nicht lineare Bauelemente Bauelemente zum elektrischen Erfassen nichtelektrischer Größen z. B.: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufbau</li> <li>• Funktionsprinzip</li> <li>• Symbolik</li> <li>• Kennlinien</li> <li>• Bauformen</li> <li>• Bilinguale Datenblätter</li> </ul>	Planung von Schaltungen	Alterungsprozesse von Bauteilen (Burn in)

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF3 ELEKTRONISCHE SCHALTUNGEN, BAUGRUPPEN UND GERÄTE ANALYSIEREN UND ENTWERFEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
entwerfen elektronische Schaltungen, Baugruppen und Geräte.	digitale Logik analoge Schaltungen z. B.: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Operationsverstärker</li> <li>• Optoelektronik</li> <li>• Stromrichtertechnik usw.</li> </ul> komplexe Schaltungen Leistungselektronik PWM Anpassung von Sensoren und Aktoren	Nutzung von Werkzeugen und Methoden zur Simulation von Schaltungen	Diagnose Fehlerbehebung Schaltungsalternativen
beachten bei der Schaltungssynthese gängige Normen und Vorschriften (Schutz elektronischer Schaltungen).	EMV Störeinflüsse Kopplung Normen	Schutz von Schaltungen vor Störeinflüssen	Störungsdiagnostik
HINWEISE:			

**4.3.6 Lernfeld 4: Gebäudetechnische Systeme und Steuerungen planen, dimensionieren und erstellen [200 - 240h]**

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF4 GEBÄUDETECHNISCHE SYSTEME UND STEUERUNGEN PLANEN, DIMENSIONIEREN UND ERSTELLEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
planen die Elektroinstallation eines Gebäudes.	Installations- und Verteilungskomponenten Normen und Vorschriften Gefahrenmeldeanlagen	Auswahl und Dimensionierung von Installationskomponenten Erstellung technischer Berechnungen Schaltplanerstellung Planung und Dokumentation der Arbeitsschritte	funktionale und ökonomische Installationsaspekte
planen die Energieversorgung eines Gebäudes.	Netzsysteme (TN, TT, IT) Schutzmaßnahmen, Notwendigkeit und Anwendungsbereiche der Schutzsysteme Energieversorgungs-Komponenten: <ul style="list-style-type: none"> <li>• zum Schutz gegen elektrischen Schlag</li> <li>• zum Arbeitsschutz</li> <li>• zur Unfallverhütung</li> </ul> Versorgungssicherheit Normen, Vorschriften und Regeln	Dimensionierung von Energieanlagen Auswahl und Dimensionierung von Energieversorgungs-Komponenten Installation und Dokumentation von Schutzmaßnahmen in unterschiedlichen Bereichen	Energieversorgungsalternativen

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF4 GEBÄUDETECHNISCHE SYSTEME UND STEUERUNGEN PLANEN, DIMENSIONIEREN UND ERSTELLEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
dimensionieren ein äußeres Blitzschutzsystem.	Blitzschutzklassen Bauteile und Werkstoffe eines äußeren Blitzschutzsystems Auslegungsverfahren: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Blitzkugelverfahren</li> <li>• Maschenverfahren</li> <li>• Schutzwinkelverfahren</li> </ul> Ableitungen Erdungssysteme Wartung/Dokumentation	Gebäudespezifische Anwendung von Planungsmethoden und Auswahl für Fangeinrichtungen	Physik der Gewitterblitze und der Elektrostatik
dimensionieren ein inneres Blitzschutzsystem.	Potentialausgleichssysteme Überspannungsschutzgeräte und deren Funktion Überspannungsschutzsysteme für Energiesysteme Überspannungsschutzsysteme für Daten und Informationstechnik anwendungsspezifische Qualitätsmerkmale eines inneren Blitzschutzsystems, Normen und Abstände Wartung/Dokumentation	Anforderungsspezifische Planung und Auswahl von inneren Blitzschutzsystemen	Schutzebenen

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF4 GEBÄUDETECHNISCHE SYSTEME UND STEUERUNGEN PLANEN, DIMENSIONIEREN UND ERSTELLEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
erstellen Beleuchtungskonzepte.	Größen und Begriffe der Lichttechnik Gütemerkmale der Beleuchtung Lichtquellen Normen und Vorschriften Notbeleuchtung/Sicherheitsbeleuchtung Wirtschaftlichkeit	Erstellung einer Lichtplanung und eines Lichtmanagements Simulierte und reale Messung und Bewertung von erstellten Konzepten	Arbeitsplatz-Ergonomie Gesundheitsrisiken durch Lichtanteile Physik der Leuchtmittel
erstellen eine intelligente Gebäudesteuerung.	Geräte für die Gebäudeautomation und deren Kommunikationsstruktur Visualisierung Alarmsysteme Lastmanagement Überwachungstechnik Vor- und Nachteile intelligenter Gebäudesteuerungen Sicherheitsbetrachtung dezentraler Zugriff und Datensicherheit	Umsetzung eines intelligenten Gebäudekonzeptes	smarte Technologien
HINWEISE:			

**4.3.7 Lernfeld 5: Produktionssysteme planen, organisieren und optimieren [360 - 400h]**

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF5 PRODUKTIONSSYSTEME PLANEN, ORGANISIEREN UND OPTIMIEREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
entwickeln kundenspezifische Lösungen für automatisierte Anlagen.	Betrachtungsebenen: <ul style="list-style-type: none"> <li>• technisch</li> <li>• wirtschaftlich</li> <li>• ökologisch</li> <li>• sicherheitsrelevant</li> </ul> Komponenteneigenschaften <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sensoren</li> <li>• Verarbeitungsgeräte</li> <li>• Aktoren</li> </ul> Eigenschaften der Automatisierungsgeräte Fluide Antriebe	Bewertung der Betrachtungsebenen Planung und Auslegung der Prozessabläufe Auswahl von Komponenten für Steuerungen und Regelungen	Wirtschaftlichkeit
erstellen Anwendungsprogramme fachgerecht und beachten Aspekte zum Bedienen und Beobachten von Anlagen.	aktuelle Programmiersprachen auf der Basis strukturierter, objektorientierter und graphischer Programmierung, beispielhaft: <ul style="list-style-type: none"> <li>• FUP, KOP, AWL</li> <li>• SCL / Hochsprachen (z.B. C++)</li> <li>• GRAFCET</li> <li>• LabVIEW</li> </ul> Visualisierung und Kommunikation <ul style="list-style-type: none"> <li>• lokal</li> <li>• global</li> <li>• Webdienste (OPC-UA)</li> </ul>	Programmierung von Anlagen Planung der Bedienkonzepte	Laufzeitoptimierung Softwarequalität Programmoptimierung

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF5 PRODUKTIONSSYSTEME PLANEN, ORGANISIEREN UND OPTIMIEREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
vernetzen automatisierungstechnische Systeme und beachten hierbei aktuelle Standards bezüglich der IT-Sicherheit.	Eigenschaften und Komponenten der Netzwerktechnik im Themenfeld der Automation Echtzeitkommunikation in der Automatisierungsebene Eigenschaften und Besonderheiten aktueller Bus-, Feldbussysteme, zum Beispiel: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Profinet, Profibus, ASI usw.</li> </ul> IT-Sicherheit in der Automatisierung	Einsatz von Netzwerkkomponenten in Automatisierungssystemen Parametrierung, Steuerung und Wartung von Automatisierungsgeräten im Netz	Möglichkeiten und Risiken von Fernwartung und Webdiagnose in der Automatisierung
binden aktuelle Antriebs- und Handhabungssysteme ein.	professionelle Entwicklungssysteme Hardware und Softwareschnittstellen von Antriebssystemen Softwareparameter von Antriebssystemen Teachfunktion	Einbindung und Programmierung per SPS-Bustechnik Handhabung von Robotern	Prozessoptimierung Anlagensicherheit
erfassen, speichern, analysieren und werten Prozessdaten aus.	Speichermedien Daten in Cloudsystemen Datenbanken für Automationssysteme Analysesysteme	Auswahl und Nutzung geeigneter Speichermedien und Analysesysteme	Datenkonsistenz Datensicherheit
erfassen physikalische Größen mit geeigneten Sensoren und verarbeiten sowie visualisieren diese.	analoge und digitale Messwerterfassung Verarbeiten der Messwerte <ul style="list-style-type: none"> <li>• normieren</li> <li>• skalieren</li> </ul> mögliche Messdatenerfassung, z. B.: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Temperatur, Druck, Materialart, Farbe, Helligkeit, Masse, Position usw.</li> </ul>	Erfassung und Verarbeitung der Messwerte	Datenvalidität



Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF5 PRODUKTIONSSYSTEME PLANEN, ORGANISIEREN UND OPTIMIEREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
entwickeln Lösungen für komplexe steuerungs- und regelungstechnische Anlagen.	Steuerungssysteme Regler z. B. P/I/D Regelstrecke Regelkreis	Kopplung von Steuerung und Regelungssystemen. Entwicklung und Optimierung von Regelkreisen.	SCRUM-Modell heuristische Methoden Faustformelverfahren
planen und realisieren Visualisierungskonzepte.	exemplarisch: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Webserver, OPC-UA</li> <li>• VR und AR Technik</li> <li>• 3D-Simulationssoftware</li> <li>• HMI</li> <li>• Apps</li> </ul>	Auswahl und Inbetriebnahme von Simulations- und Visualisierungssystemen.	ergonomische und effiziente Schnittstellen
HINWEISE:	Sensoren und Aktoren werden immer intelligenter. Die zunehmende Vernetzung und die dadurch mögliche Verfügbarkeit aller relevanten Informationen in Echtzeit sowie die angestrebte Fähigkeit, aus den Daten die zu jedem Zeitpunkt optimale Wertschöpfung abzuleiten, löst die als „Industrie 4.0“ bezeichnete nächste industrielle Revolution aus. Diese wird jetzt noch schwer abschätzbare Folgen für die Produktionssysteme und das hier beschriebene Lernfeld haben. Daher sind die hier genannten Wissensaspekte zukünftig flexibel an den Stand der Technik anzupassen.		

**4.3.8 Lernfeld TB1: Absatzprozesse planen, steuern und kontrollieren [60h–100h]**

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF TB1: ABSATZPROZESSE PLANEN, STEUERN UND KONTROLLIEREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... werten die Positionierung eines Unternehmens im Markt aus.	strategische Geschäftsfelder Marktkennzahlen (z. B. Marktvolumen, Marktpotenzial, Marktanteil, Absatzkennzahlen)	Analysetechniken • Durchführung einer Portfolioanalyse • Identifizierung von Stärken/Schwächen • Abwägung von Chancen/Risiken	Product-Lifecycle-Management
... legen die strategische Ausrichtung fest.	Marktbearbeitungsstrategien • Wachstumsstrategien • Wettbewerbsstrategien • Segmentierungsstrategien	Entwicklung strategischer Marketingkonzeptionen	operatives vs. strategisches Management
... erkunden den Absatzmarkt und wenden Instrumente der Marktforschung an.	Erhebung von Marktdaten • Formen • Methoden • Marktfaktoren	Analyse der Konkurrenz Durchführung einer Primärerhebung Aufbereitung und Auswertung von Marktdaten	Investitionsgüter- vs. Konsumgütermarkt Märkte im In- und Ausland ökoskopische und demoskopische Marktforschung
... erstellen einen zielgruppenorientierten Marketingplan.	Marketing-Mix • Produkt- und Sortimentspolitik • Preis- und Konditionenpolitik • Kommunikationspolitik • Distributionspolitik	Analyse und Erarbeitung von Vertriebs- und Marketingkonzepten	Markformen Customer-Relationship-Management (CRM)

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF TB1: ABSATZPROZESSE PLANEN, STEUERN UND KONTROLLIEREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... beurteilen die getroffenen Marketingmaßnahmen hinsichtlich ihrer Wirksamkeit.	Marketing-Controlling Grundsätze der Werbewirksamkeit	Erhebung von Marktdaten Ermittlung von Kennzahlen	Kosten-/Nutzevaluierung
HINWEISE:	Absatzprozesse unterliegen aufgrund der Digitalisierung einem ständigen Wandel hin zur Industrie 4.0, z. B. können umfassende Datenmengen gesammelt und ausgewertet werden, die neue Möglichkeiten zur treffsicheren Zielgruppenidentifizierung und deren Kontakt eröffnen (eCommerce, Social Media etc.). Die Technikerinnen und Techniker nutzen moderne Medien zur Informationsbeschaffung und zur Ausgestaltung des Marketing-Mixes.		

**4.3.9 Lernfeld TB2: Beschaffungsprozesse planen, steuern und kontrollieren [80h–120h]**

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF TB2: BESCHAFFUNGSPROZESSE PLANEN, STEuern UND KONTROLLIEREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... ermitteln den Bedarf.	Dispositionsverfahren <ul style="list-style-type: none"> <li>• deterministische Bedarfsermittlung</li> <li>• stochastische Bedarfsermittlung</li> <li>• heuristische Bedarfsermittlung</li> </ul>	Stücklistenauswertung Prognose- und Trenderstellung	Lieferfähigkeit vs. Kostenminimierung
... wählen Lieferanten aus.	Beurteilungskriterien für Lieferanten <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bezugsquellenermittlung</li> <li>• Konditionenpolitik</li> </ul>	Analyse von Beschaffungsmärkten Angebotsvergleich	öffentliche versus privatwirtschaftliche Ausschreibungen Total Cost of Ownership (TCO)
... legen die Beschaffungsstrategien fest.	Bestellverfahren <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einzelbeschaffung</li> <li>• Vorratsbeschaffung</li> <li>• fertigungssynchrone Beschaffung</li> <li>• optimale Bestellmenge</li> </ul>	Identifizierung und Anwendung von Bestellverfahren	ABC/XYZ-Analyse
... führen vertragsrechtlich abgesicherte Bestellvorgänge durch und überwachen und evaluieren diese.	Vertragsrecht <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kaufvertragsstörungen</li> <li>• Produkthaftung</li> <li>• Liefer- und Zahlungsbedingungen inklusive Incoterms</li> </ul>	Erstellen von Anfragen und Angeboten Abschluss von Kaufverträgen Reklamieren und Umgang mit Reklamationen	Fernabsatzgesetz

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...		LF TB2: BESCHAFFUNGSPROZESSE PLANEN, STEUERN UND KONTROLLIEREN		
		Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... optimieren die Güterströme im Unternehmen.		Lagerwirtschaft <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lagerhaltung</li> <li>• Lagerorganisation</li> <li>• Lagerkosten</li> </ul>	Ermittlung und Auswertung von Lagerkennzahlen situationsgerechte Auswahl einer Lagerorganisation	betrieblicher Informations-, Material- und Wertefluss Outsourcing
HINWEISE:	Die Beziehung zu den Lieferanten ist ein wichtiger Faktor des Unternehmenserfolgs. Die Optimierung des innerbetrieblichen Materialflusses wird durch neue Konzepte (Internet der Dinge, Industrie 4.0 etc.) maßgeblich und nachhaltig beeinflusst. Die Technikerinnen und Techniker optimieren Beschaffungsprozesse unter Einbezug moderner Medien.			

**4.3.10 Lernfeld TB3: Unternehmenskultur entwickeln und organisatorisch sowie personalwirtschaftlich umsetzen [100h–140h]**

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF TB3: UNTERNEHMENSKULTUR ENTWICKELN UND ORGANISATORISCH SOWIE PERSONALWIRTSCHAFTLICH UMSETZEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... wirken an der Gestaltung der Unternehmenskultur mit.	Unternehmensziele, -strategie, -leitbild	Anwendung von Moderations-, Präsentations- und Kommunikationstechniken Erstellen von Unternehmensführungskonzepten	Kommunikationsmodelle Stakeholder/Shareholder-Value-Ansatz
... agieren als Teil der Unternehmensorganisation und gestalten diese mit.	Aufbauorganisation Ablauforganisation/Geschäftsprozesse Handelsrecht	Modellierung/Optimierung von Geschäftsprozessen (z. B. ereignisgesteuerte Prozessketten (EPK)) Erarbeitung von Organigrammen Auswahl der Unternehmensrechtsform	Prozessmanagement und -controlling
... nehmen die Personalplanung vor.	Personalbedarfsentwicklung Personalbeschaffung Personaleinsatz	Durchführung geeigneter Verfahren (z. B. eines Bewerbungsverfahrens)	demographischer Wandel soziographische Entwicklung
... nehmen personalwirtschaftliche Aufgaben wahr.	Personalverwaltung/-entlohnung Personalbeurteilung Personalentwicklung	Anwendung geeigneter Methoden zur Personalführung (z. B. von Gesprächen mit Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern)	Führungskultur

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...		LF TB3: UNTERNEHMENSKULTUR ENTWICKELN UND ORGANISATORISCH SOWIE PERSONALWIRTSCHAFTLICH UMSETZEN		
		Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... setzen arbeits- und sozialrechtliche Vorgaben um.		Arbeitsrecht Sozialrecht Tarifrecht	rechtliche Prüfung von beruflichen Handlungen	
HINWEISE:	Eine positive Unternehmenskultur schafft eine hohe Identifikation mit dem Unternehmen. Die Digitalisierung trägt dazu bei, diese Identifikation zu stärken (social networks, homeoffice etc.). Die Technikerinnen und Techniker verstehen diese und nutzen sie im Sinne einer positiven Weiterentwicklung der Unternehmenskultur.			

**4.3.11 Lernfeld TB4: Für den Leistungserstellungsprozess Investitionen tätigen und deren Finanzierung sicherstellen [80h–120h]**

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...		LF TB4: FÜR DEN LEISTUNGSERSTELLUNGSPROZESS INVESTITIONEN TÄTIGEN UND DEREN FINANZIERUNG SICHERSTELLEN		
		Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... planen, steuern und optimieren den Leistungserstellungsprozess und stellen den Investitionsbedarf fest.	Produktionsplanung und -steuerung <ul style="list-style-type: none"> <li>• Arbeits- und Zeitstudien</li> <li>• optimale Losgröße</li> <li>• Fertigungsverfahren</li> </ul> Qualitätsmanagementsysteme	Anwendung von Strategien zur Kapazitäts-, Materialsteuerung und Terminierung Anwendung von Verfahren der Arbeitsplanung und Zeitermittlung Aufbau eines Prozessmodells zur Qualitätssicherung	Qualität als Leitmaxime	
... führen Investitionsrechnungen durch.	statische Verfahren dynamische Verfahren	Vorbereitung von Investitionsentscheidungen Ermittlung des optimalen Ersatzzeitpunktes	Nutzwertanalyse Szenario-Technik	
... ermitteln den Kapitalbedarf und den zu erwartenden Gewinn.	Kapitalbedarfsplanung Gewinnplanung	Erstellung einer Rentabilitätsvorschau Ermittlung der Kapitalbindungsdauer		
... stellen die Zahlungsfähigkeit des Unternehmens sicher.	Einzahlungen/Auszahlungen Einnahmen/Ausgaben Erträge/Aufwendungen	Erstellung eines Liquiditätsplanes	Insolvenzrecht	
... stellen Finanzierungskonzepte für Investitionen auf.	Möglichkeiten der Kapitalbeschaffung <ul style="list-style-type: none"> <li>• Eigen-, Fremdfinanzierung</li> <li>• Außen-, Innenfinanzierung</li> <li>• Sonderformen der Finanzierung (z. B. Leasing, Factoring)</li> </ul>	Erstellung eines Finanzierungsplans Auswahl von Kreditsicherungen	Leverage-Effekt Unternehmensformen steuerliche Betrachtung „Goldene Bilanzregel“	
HINWEISE:	Der Leistungserstellungsprozess ist der Kernprozess eines Unternehmens. Durch die Digitalisierung der Informationen und der digitalen Identifizierung selbst kleinster Bauelemente erreicht die Produktionsplanung und -steuerung eine ungekannte Präzision (Industrie 4.0). Damit werden auch Investitions- und Finanzierungsüberlegungen genauer. Die Technikerinnen und Techniker nutzen diese neuen Möglichkeiten bei der Entscheidungsfindung.			



**4.3.12 Lernfeld TB5: Den Jahresabschluss erstellen und auswerten sowie zur Kostenkontrolle und Preisgestaltung nutzen[100h–140h]**

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF TB5: DEN JAHRESABSCHLUSS ERSTELLEN UND AUSWERTEN SOWIE ZUR KOSTENKONTROLLE UND PREISGESTALTUNG NUTZEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... erstellen den Jahresabschluss.	Bewertungsgrundsätze Inventur und Inventar Gewinn- und Verlustrechnung Bilanz	Buchung von Geschäftsfällen Ermittlung des Jahresergebnisses Erstellung der Bilanz	deutsche vs. internationale Rechnungslegung
... werten den Jahresabschluss aus.	Bilanzanalyse Ergebnisanalyse	Aufbereitung der Bilanz sowie der Gewinn- und Verlustrechnung und deren Auswertung mittels Kennzahlen	Controlling
... analysieren die betriebliche Leistungserstellung.	Kostenarten- und -stellenrechnung Vor- und Nachkalkulation Teilkostenbetrachtung Plan- und Prozesskosten	Ermittlung von Zuschlagssätzen (BAB) Berechnung von Maschinenstundensätzen Anwendung von Kalkulationsverfahren Durchführung von Verfahrensvergleichen	kalkulatorische vs. effektive Kosten
... berücksichtigen unternehmensrelevante Steuern bei betrieblichen Entscheidungen.	unternehmensbezogene Steuerarten	Bedeutung und Wirkung von Steuern	
HINWEISE:	Den Technikerinnen und Technikern stehen für die Erstellung und Auswertung des Jahresabschlusses im Rahmen von Industrie 4.0 präzise Daten zur Verfügung, so dass die Kostenkontrolle und Preisgestaltung schneller und wirtschaftlicher vorgenommen werden kann. Sie nutzen diese Möglichkeiten.		

## 5 Handhabung des Lehrplans

Die in Kapitel 3 theoretisch begründete strukturell-curriculare Rahmung impliziert einen anspruchsvollen kompetenzorientierten Unterricht. Um die darin gesetzten Vorgaben unterrichtswirksam zu machen, gilt es folgende Prämissen zu berücksichtigen:

- Moderner Fachschulunterricht ist *lernerorientiert*, d. h., dass alle zu planenden Unterrichtsprozesse sich primär an Lernprozessen ausrichten sollen, nicht an Lehrprozessen. Lernprozesse sollen einer kasuistisch-operativen Umsetzungslogik (handlungssystematisch) folgen, die von einer theoretisch-abstrakten Objektivierungslogik (fachsystematisch) ergänzt wird.
- Die Zielbildung in den Querschnitt-Lernfeldern erfolgt als Explikation der Lehrplan-Inhalte durch die *Beschreibung von Wissens- und Fertigungszielen*. Ihr Umfang und Anspruch bemisst sich aus deren jeweiliger Bedeutung für die korrespondierenden fachlich-methodischen Kompetenzen.
- Im Rahmen der beruflichen Lernfelder ist die Explikation von *beruflichen Handlungen* der curriculare Ausgangspunkt der Unterrichtsplanung. Damit wird von Anfang an geklärt, welches Wissen in welchen Handlungszusammenhängen von den Studierenden erworben werden soll. Die im Lehrplan vollzogene Beschreibung der Kompetenzen auf einem mittleren Niveau gilt es dabei in der konkreten Unterrichtskonzeption adäquat zu den jeweils vorliegenden Rahmenbedingungen und im jeweils aktuellen technisch-produktiven, gestalterischen oder betriebswirtschaftlichen Kontext zu konkretisieren.
- Die genaue Zusammenstellung eines unterrichtsrelevanten Gebildes aus Kompetenzen erfolgt über einen einschlägigen *Berufskontext*, welcher dann auch als übergreifende Lernsituation den Gesamtrahmen der jeweiligen Unterrichtseinheit bildet.
- Kompetenzerwerb setzt *Verständnisprozesse* voraus, welche durch eine *Problemorientierung* des Unterrichts ausgelöst werden. Je anspruchsvoller die Problemstellungen, desto höher das zu erreichende Kompetenz-Niveau.
- Kompetenzen im Sinne eines verstandenen Handelns erfordern einschlägiges Sach- und Prozesswissen mit entsprechendem Reflexionswissen mit unmittelbarem Bezug zu dessen *berufsspezifischer Nutzung*, daher soll sich der Kompetenzerwerb in *sinnvollen* Abschnitten zwischen kasuistisch-operativen Phasen (handlungssystematisch) und theoretisch-abstrakten Phasen (fachsystematisch) *wechselseitig ergänzen*.
- *Fachsystematische Lernprozesse* gehen von den Fachwissenschaften aus, beinhalten deren Systematiken und bilden damit ein anwendungsübergreifendes Gerüst für das berufliche Handeln. Sie sind zudem der Raum für die Auseinandersetzung mit den mathematisch-naturwissenschaftlichen bzw. gestalterischen Hintergründen. Lern-Reflexionen beziehen sich hier auf die Kategorien „Wissen“ (kognitive Reproduktion) und „Verstehen“ (kognitive Anwendung).
- *Handlungssystematische Lernprozesse* gehen von beruflichen Prozessen aus, beinhalten deren Eigenlogik und bilden damit anwendungsbezogene Ankerpunkte für das berufliche Handeln. Lernreflexionen beziehen sich hier auf die Kategorie „Können“ (operative Anwendung).
- *Lernerfolgsmessung* kann sich im Einzelnen auf „Wissen“, „Verständnis“ oder „Können“ beziehen, der Anspruch einer Kompetenzdiagnostik kann aber nur dann erfüllt werden, wenn alle drei oben genannten Komponenten *integrativ erhoben* werden, und mit den Zielkategorien *taxiert* werden.
- Der Erwerb sozial-kommunikativer Kompetenzen erfordert *kollektive Lernformen*, wird aber nicht allein durch diese gewährleistet. Entscheidend ist hier ein bewusster und re-

flektierter Kompetenzerwerb, daher sind sozial-kommunikative Kompetenz-Ziele den Studierenden zu kommunizieren, deren Erwerb zu thematisieren und zu reflektieren.

- Der Erwerb von Personalkompetenzen (bzw. Selbstkompetenzen) erfordert die Akzentuierung motivationaler, affektiver und strategisch-organisationaler Auseinandersetzungen der Studierenden mit sich und ihrem Lernen. Fachschulunterricht sollte daher das *Lernen als eigenständigen Lerngegenstand* begreifen und dies pädagogisch und methodisch angemessen umsetzen.

ENTWURF

## 6 Literaturverzeichnis

- Bader, R. (2004): Strategien zur Umsetzung des Lernfeld-Konzepts. In: bwp@ spezial 1
- BIFIE (Hrsg.). (2013). Standardisierte kompetenzorientierte Reifeprüfung. Reife- und Diplomprüfung. Grundlagen – Entwicklung – Implementierung. Unter Mitarbeit von H. Cesnik, S. Dahm, C. Dorninger, E. Dousset-Ortner, K. Eberharter, R. Fless-Klinger, M. Frebort, G. Friedl-Lucyshyn, D. Frötscher, R. Gleeson, A. Pinter, F. J., Punter, S. Reif-Breitwieser, E. Sattlberger, F. Schaffenrath, G. Sigott, H.-S. Siller, P. Simon, C. Spöttl, J. Steinfeld, E. Süß-Stepancik, I. Thelen-Schaefer & B. Zisser. Wien: Herausgeber.
- Chomsky, N. (1965). Aspects of the theory of syntax. Cambridge, Mass: M.I.T. Press.
- Erpenbeck, J. / Rosenstiel, L. / Grote S. / Sauter W. (2017): Handbuch Kompetenzmessung: Erkennen, verstehen und bewerten von Kompetenzen in der betrieblichen, pädagogischen und psychologischen Praxis. Stuttgart, Schäfer & Pöschel
- Euler, D. / Reemtsma-Theis, M. (1999): Sozialkompetenzen? Über die Klärung einer didaktischen Zielkategorie. In: Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik, Heft 2, S. 168 - 198.
- Klafki, W. (1964): Didaktische Analyse als Kern der Unterrichtsvorbereitung in: Roth, H. / Blumenthal, A. (Hrsg.): Grundlegende Aufsätze aus der Zeitschrift Die Deutsche Schule, Hannover 1964, S. 5 - 34.
- Lerch, S. (2013): Selbstkompetenz – eine neue Kategorie zur eigens gesollten Optimierung? Theoretische Analyse und empirische Befunde. In: REPORT 1/2013 (36. Jg.) S. 25 - 34.
- Mandl, H. / Friedrich H.F. (Hrsg.) (2005): Handbuch Lernstrategien. Göttingen, Hogrefe.
- Pittich, D. (2013). Diagnostik fachlich-methodischer Kompetenzen. Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag
- Siller, H.-S., Bruder, R., Hascher, T., Linnemann, T., Steinfeld, J., & Sattlberger, E. (2014). Stufung mathematischer Kompetenzen am Ende der Sekundarstufe II – eine Konkretisierung. In J. Roth & J. Ames (Hrsg.), Beiträge zum Mathematikunterricht 2014, Münster: WTM, S. 1135 - 1138.
- Tenberg, R. (2011): Vermittlung fachlicher und überfachlicher Kompetenzen in technischen Berufen. Theorie und Praxis der Technikdidaktik. Stuttgart: Steiner
- Volpert, W. (1980): Beiträge zur psychologischen Handlungstheorie. Bern: Huber.



# Lehrplan

## Zweijährige Fachschule für Technik

### FACHRICHTUNG INFORMATIONSTECHNIK

### SCHWERPUNKT COMPUTERSYSTEM- UND NETZWERKTECHNIK

ENTWURF

Impressum

Hessisches Kultusministerium  
Luisenplatz 10, 65185 Wiesbaden  
Tel.: 0611 368-0  
Fax: 0611 368-2096

E-Mail: [poststelle@hkm.hessen.de](mailto:poststelle@hkm.hessen.de)  
Internet: [www.kultusministerium.hessen.de](http://www.kultusministerium.hessen.de)

**Inhaltsverzeichnis**

1	Bedeutung der Fachschule für Technik in der Bildungslandschaft.....	4
2	Grundlegung für die Fachrichtung Informationstechnik.....	6
3	Theoretische Grundlagen des Lehrplans .....	9
3.1	Sozial-kommunikative Kompetenzen .....	9
3.2	Personale Kompetenzen .....	9
3.3	Fachlich-methodische Kompetenzen .....	10
3.4	Zielkategorien.....	11
3.4.1	Beruflich akzentuierte Zielkategorien.....	12
3.4.2	Mathematisch akzentuierte Zielkategorien .....	14
3.5	Taxierung der Kompetenzen in drei Stufen .....	14
3.5.1	Taxonomietabelle für beruflich akzentuierte Zielkategorien.....	16
3.5.2	Taxonomietabelle für mathematisch akzentuierte Zielkategorien .....	17
3.6	Zusammenfassung.....	18
4	Organisation der Kompetenzen und Kenntnisse .....	19
4.1	Lernfelder .....	19
4.2	Studentafel .....	21
4.3	Beruflicher Lernbereich .....	22
4.3.1	Mathematik (Querschnitt-Lernfeld) .....	22
4.3.2	Projektarbeit .....	24
4.3.3	Lernfeld 1: Projekte mittels systematischen Projektmanagements zum Erfolg führen .....	25
4.3.4	Lernfeld 2: Netzwerkinfrastruktur bereitstellen .....	27
4.3.5	Lernfeld 3: Anbindung an öffentliche Netze .....	29
4.3.6	Lernfeld 4: Betriebssysteme installieren und Dienste konfigurieren .....	31
4.3.7	Lernfeld 5: Sicherheit der Netze und Daten planen und gewährleisten ....	33
4.3.8	Lernfeld 6: Entwurf und Optimierung von Geschäftsprozessen mit digitalen Systemen .....	35
4.3.9	Lernfeld 7: Rechner-Konzepte planen und konfigurieren .....	37
4.3.10	Lernfeld 8: Netzwerkinfrastruktur verwalten .....	39
4.3.11	Lernfeld 9: Adaption neuer Technologien .....	41
5	Handhabung des Lehrplans .....	43
6	Literaturverzeichnis .....	45

## 1 Bedeutung der Fachschule für Technik in der Bildungslandschaft

Die Fachschulen sind Einrichtungen der beruflichen Weiterbildung und schließen an eine einschlägige berufliche Ausbildung an. Sie bieten die Möglichkeit zu beruflicher Weiterqualifizierung aus der Praxis für die Praxis und ermöglichen dabei das Erreichen der höchsten Qualifizierungsebene in der beruflichen Bildung.<sup>1</sup>

In der Rahmenvereinbarung der Kultusministerkonferenz zu Fachschulen wird zu Ausbildungsziel, Tätigkeitsbereichen und Qualifikationsprofil das Folgende festgestellt:

„Ziel der Ausbildung im Fachbereich Technik ist es, Fachkräfte mit einschlägiger Berufsausbildung und Berufserfahrung für die Lösung technisch-naturwissenschaftlicher Problemstellungen, für Führungsaufgaben im betrieblichen Management auf der mittleren Führungsebene sowie für die unternehmerische Selbstständigkeit zu qualifizieren.

Die Ausbildung orientiert sich an den Erfordernissen der beruflichen Praxis und befähigt die Absolventinnen/Absolventen, den technologischen Wandel zu bewältigen und die sich daraus ergebenden Entwicklungen der Wirtschaft mitzugestalten.

Der Umsetzung neuer Technologien – verbunden mit der Fähigkeit kostenbewusst zu handeln und Fremdsprachenkenntnisse anzuwenden – wird deshalb auf der Basis des fachrichtungsspezifischen Vertiefungswissens in der Ausbildung besonderer Wert beigemessen. Der Fähigkeit, Mitarbeiter/Mitarbeiterinnen anzuleiten, zu führen, zu motivieren und zu beurteilen – sowie der Fähigkeit zur Teamarbeit – kommen im Zusammenhang mit den speziellen fachlichen Kompetenzen große Bedeutung zu.

Die Absolventinnen/Absolventen müssen vor diesem Hintergrund in der Lage sein, im Team und selbstständig Probleme des entsprechenden Aufgabenbereiches zu erkennen, zu analysieren, zu strukturieren, zu beurteilen und Wege zur Lösung dieser Probleme in wechselnden Situationen zu finden.“<sup>2</sup>

Die Studierenden sollen in der beruflichen Aufstiegsfortbildung zum staatlich geprüften Techniker / zur staatlich geprüften Technikerin befähigt werden, betriebswirtschaftliche, technisch-naturwissenschaftliche sowie künstlerische Aufgaben zu bewältigen.

Die Fachschulen orientieren sich dabei nicht an Studiengängen, sondern am Stand der Technik sowie ihrer praktischen Anwendung und genießen dadurch einen hohen Stellenwert in der Erwachsenenbildung.

Die Studierenden erlernen und vertiefen in der Weiterbildung das selbständige Erkennen, Strukturieren, Analysieren und Beurteilen von Problemen des Berufsbereiches und deren Lösung. Sie lernen, Projekte mittels systematischen Projektmanagements zum Erfolg zu führen

Dabei liegt ein besonderes Augenmerk auf der Förderung des wirtschaftlichen Denkens und verantwortlichen Handelns in Führungspositionen und der damit verbundenen Fähigkeit zu konstruktiver Kritik und der Bewältigung von Konflikten.

---

<sup>1</sup>DQR Niveau 6

<sup>2</sup>Rahmenvereinbarung über Fachschulen; Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 07.11.2002 i.d.F. vom 02.06.2016 S.16



Nicht zuletzt vertiefen die Studierenden ihre Fähigkeiten, sprachlich sicher zu agieren, um in allen Kontexten des beruflichen Handelns bestehen zu können.

Die rasante Entwicklung digitaler Technologien und die damit einhergehenden, tiefgreifenden Veränderungen in der Wirtschaft, in Arbeitsprozessen und im Kommunikationsverhalten stellen auch neue Anforderungen an Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen. So ist auch der Tätigkeitsbereich der Techniker und Technikerinnen in vielen Bereichen durch zusätzliche Merkmale betroffen:

- Vernetzung der Infrastruktur sowie der gesamten Wertschöpfungskette,
- Erfassung, Transport, Speicherung und Auswertung großer Datenmengen,
- Echtzeitfähigkeit der Systeme,
- cyber-physische Systeme – intelligente, kommunikationsfähige und autonome Maschinen und Systeme,
- Verschmelzung von virtueller und realer Welt,
- Gewährleistung von Datensicherheit und Datenschutz.

Somit muss die klassische Trennung in prozess- und produktorientierte berufsspezifische Handlungsfelder zugunsten eines die Schnittstellen vernetzenden, stärker systemorientierten und unternehmerischen Handlungskontextes aufgelöst werden.<sup>3</sup>

Der Erwerb der dazu benötigten Kompetenzen muss, auch wenn sie in den Lernfeldmatrizen nicht explizit aufgeführt sein sollten, durch die unterrichtliche Umsetzung in den Fachschulen für Technik ermöglicht werden.

---

<sup>3</sup> Kompetenzorientiertes Qualifikationsprofil zur Integration der Thematik „Industrie 4.0“ in die Ausbildung an Fachschulen für Technik (Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 24.11.2017)

## 2 Grundlegung für die Fachrichtung Informationstechnik

Die Informationstechnik kann als Bindeglied zwischen der klassischen Elektrotechnik und der Informatik angesehen werden. Sie umfasst Mechanismen der Informationsverarbeitung und die dafür notwendige Hard- und Software. Gegenwärtige Herausforderungen der Gesellschaft, wie z. B. die Energiewende, neue Mobilitätskonzepte oder die alternde Gesellschaft können nur mit breitem Einsatz von Informationstechnik bewältigt werden. Die gesellschaftliche Akzeptanz hängt dabei in besonderem Maße von der Sicherheit der Daten und Systeme ab.

Im Zuge der zunehmenden Digitalisierung werden auch die Schnittstellen mit vielen anderen natur- und technikkissenschaftlichen Disziplinen (Physik, Mathematik, Informatik, Sensorik, Automatisierungstechnik, Antriebstechnik, Energietechnik, Steuerungs- und Regelungstechnik) immer wichtiger.

Die Curricula der Fachschule für Technik, Fachrichtung Informationstechnik gehen deshalb konsequent von den praktischen Handlungsfeldern in den beruflichen Einsatzbereichen der Informationstechnik aus. Diese können sowohl in der Business-IT, der industriellen IT, der Kommunikations- als auch der Unterhaltungs-IT oder der IT-Dienstleistung liegen. Die daraus entwickelten Lernfelder werden durch Kompetenzmatrizen abgebildet, die mit Hilfe von Wissenskategorien (siehe Kapitel 3) in möglichst kurzer Form die Inhalte strukturieren. In einer sich zunehmend beschleunigenden Entwicklung auf allen Gebieten der Technik soll die unterrichtliche Umsetzung der vorliegenden Curricula insbesondere dazu beitragen, die Studierenden zur Bewältigung und Mitgestaltung des permanenten technologischen Wandels zu befähigen.

Informationstechnische Problemstellungen im gesellschaftlichen Kontext (etwa die Frage nach den Folgen der Digitalisierung) erfordern immer auch eine lernfeld- und fächerübergreifende Bearbeitung (Deutsch, Englisch, Politik, Wirtschaft, Recht und Umwelt) denn es geht in der Fachrichtung Informationstechnik immer auch um die Befähigung zur rationalen Bewältigung von gesellschaftlich bedingten Lebenssituationen. Außer der Vermittlung von Urteils- und Handlungsfähigkeit sowie des dazu notwendigen gründlichen Fach- und Methodenwissens ist zugleich auch der Erwerb humaner und gesellschaftlich-politischer Kompetenzen erforderlich, insbesondere die Fähigkeit zur kritischen Auseinandersetzung mit den Auswirkungen der Informationstechnik auf Umwelt und Gesellschaft.

Die Weiterbildung in der Fachrichtung Informationstechnik trägt damit zu den übergeordneten Bildungszielen der Fachschule für Technik bei, da sie auf die Bewältigung zukünftiger Lebens- und Berufssituationen in einer hochgradig von informationstechnischen Systemen durchdrungenen Gesellschaft vorbereitet.

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker der Fachrichtung Informationstechnik werden mit vielfältigen technischen, organisatorischen und wirtschaftlichen Aufgaben betraut und z. B. bei der Planung, Projektierung, Auftragsabwicklung und dem Vertrieb, der Entwicklung und Produktion sowie bei der Instandhaltung und im Service informationstechnischer Geräte, Systeme, Anwendungen und Prozesse eingesetzt.

Die Breite der Verantwortung reicht von der Erledigung definierter vorgegebener Aufträge, der Mitwirkung bei der Abwicklung bis zur selbständigen Planung und Durchführung von Projekten.

Um diesen Verantwortungsrahmen auszufüllen, sollen staatlich geprüfte Technikerinnen und Techniker

- Probleme analysieren, strukturieren und lösen,
- Informationen selbständig beschaffen,
- fähig sein, im Team zu arbeiten, aber auch Führungsaufgaben zu übernehmen,
- fähig sein, sich in einer Fremdsprache berufsbezogen zu informieren und gegebenenfalls zu kommunizieren,
- fähig sein, sich weiterzubilden.

Die unterschiedlichen Einsatzbereiche der staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker der Fachrichtung Informationstechnik erfordern eine Differenzierung der Ausbildung in die Schwerpunkte:

- **Computersystem- und Netzwerktechnik**
- **Technische Betriebswirtschaft**

Schwerpunktbezogene Zielsetzung der Weiterbildung ist insbesondere die Befähigung zur Bewältigung folgender Aufgaben und Tätigkeiten:

### **Computersystem- und Netzwerktechnik**

- Projektierung und Installation von Computersystemen und Netzwerken
- Installation und Anpassung von Software
- Wartung der Systeme und Pflege der Software
- Organisation von Wartungs- und Servicearbeiten
- Kundenberatung

Im Rahmen der beruflichen Tätigkeitsbereiche führt die staatlich geprüfte Technikerin/der staatlich geprüfte Techniker des Schwerpunkts Computersystem- und Netzwerktechnik folgende typische Tätigkeiten unter Beachtung vorgegebener Regeln, Normen und Vorschriften aus:

- Führen Projekte auch mit Leitungsverantwortlichkeit durch
- Netzwerkinfrastruktur entsprechend den Bedürfnissen der Auftraggeber bereitstellen, konzipieren, entwerfen, installieren, in Betrieb nehmen und dokumentieren
- Stellen die Anbindungen an öffentliche Netze bereit, regeln die Zugangskontrolle und ermöglichen sichere Kommunikation über unsichere Verbindungswege
- Realisieren bedarfsorientiert passende Client-, Server und Speicher-Lösungen
- Installieren Betriebssysteme und konfigurieren Dienste nach Kundenanforderungen
- Verwalten das Netz, überwachen den laufenden Betrieb mit Monitoring- und Diagnose-Werkzeugen und optimieren Infrastruktur und Abläufe
- Planen Benutzer- und Ressourcen-Verwaltungskonzepte und setzen diese um
- Arbeiten zusammen mit der Geschäftsführung an der IT-Umsetzung von Aufbau- und Ablauforganisation
- Entwickeln die erforderlichen Daten- und Programmstrukturen und realisieren die entsprechenden Datenbankmodelle
- Arbeiten sich selbständig in neue Technologien ein und entwickeln Ansätze für deren Implementierung im Unternehmen

- Planen Sicherheitskonzepte mit aktiven und passiven Schutzmaßnahmen für Netze und Daten

### **Technische Betriebswirtschaft**

Der große Anteil betriebswirtschaftlicher Problemstellungen innerhalb der Arbeitswelt stellt erhöhte Anforderungen an die Beschäftigten in der Industrie. Neue Organisationsformen und Managementtechniken bestimmen den betrieblichen Alltag und die Ausgestaltung von Geschäftsprozessen. Im Zentrum steht die Kundenorientierung, die die Wettbewerbsfähigkeit nachhaltig sichert. Das Unternehmen ist bestrebt, aus dem Zielkonflikt zwischen Qualität, Kosten und Termin die Ausprägung zu finden, die den Bedürfnissen der Kunden am besten entspricht. Hierfür sind neben technischen auch betriebswirtschaftliche Kompetenzen notwendig, um langfristig einen Markterfolg zu erzielen.

Im Rahmen des Studiums werden die unternehmerischen Kompetenzen in Lernfeldern abgebildet, die sowohl technische als auch betriebswirtschaftliche berufliche Handlungen umfassen. Die Studierenden projektieren und entwickeln folglich technische Systeme und Anlagen und nehmen sie in Betrieb. Ferner planen, steuern und optimieren sie Absatz-, Beschaffungs- und Leistungserstellungsprozesse. Außerdem gestalten sie die Unternehmenskultur mit und setzen diese personalwirtschaftlich um. Darüber hinaus bereiten die Technikerinnen und Techniker Investitionen vor und stellen deren Finanzierung sicher. Sie erfassen und überwachen die daraus entstehenden Wertströme zur Kostenkontrolle und Preisgestaltung.

### 3 Theoretische Grundlagen des Lehrplans

Der vorliegende Lehrplan für Fachschulen in Hessen orientiert sich am aktuellen Anspruch beruflicher Bildung, Menschen auf Basis eines umfassenden Verständnisses handlungsfähig zu machen, also ihnen nicht alleine Wissen oder Qualifikationen, sondern Kompetenzen zu vermitteln. Eine im deutschsprachigen Raum anerkannte Grunddefinition von Kompetenz basiert auf dem US-amerikanischen Sprachwissenschaftler NOAM CHOMSKY, der diese als *Disposition zu einem eigenständigen, variablen Handeln* beschreibt (CHOMSKY, 1965). Das Kompetenzmodell von JOHN ERPENBECK und LUTZ VON ROSENSTIEL präzisiert dieses Basiskonzept, indem es sozial-kommunikative, personale und fachlich-methodische Kompetenzen unterscheidet (ERPENBECK, ROSENSTIEL, GROTE, SAUTER, 2017, S. XXI ff).

#### 3.1 Sozial-kommunikative Kompetenzen

Sozial-kommunikative Kompetenzen sind Dispositionen, kommunikativ und kooperativ selbstorganisiert zu handeln, d. h. sich mit anderen kreativ auseinander- und zusammensetzen, sich gruppen- und beziehungsorientiert zu verhalten, und neue Pläne, Aufgaben und Ziele zu entwickeln.

Diese werden im Kontext beruflichen Handelns nach EULER & REEMTSMA-THEIS (1999) konkretisiert und differenziert in einen (a) agentiven Schwerpunkt, einen (b) reflexiven Schwerpunkt und (c) deren Integration:

Zu (a): Fähigkeit zur Artikulation und Interpretation von verbalen und nonverbalen Äußerungen auf der Sach-, Beziehungs-, Selbstkundgabe- und Absichtsebene und Fähigkeit zur Artikulation und Interpretation von verbalen und nonverbalen Äußerungen im Rahmen einer Meta-Kommunikation auf der Sach-, Beziehungs-, Selbstkundgabe- und Absichtsebene.

Zu (b): Fähigkeit zur Klärung der Bedeutung und Ausprägung der situativen Bedingungen, insbesondere von zeitlichen und räumlichen Rahmenbedingungen der Kommunikation, 'Nachwirkungen' aus vorangegangenen Ereignissen, der sozialen Erwartungen an die Gesprächspartner, der Wirkungen aus der Gruppenzusammensetzung (jeweils im Hinblick auf die eigene Person sowie die Kommunikationspartner), Fähigkeit zur Klärung der Bedeutung und Ausprägung der personalen Bedingungen, insbesondere der emotionalen Befindlichkeit (Gefühle) der normativen Ausrichtung (Werte), der Handlungsprioritäten (Ziele), der fachlichen Grundlagen (Wissen), des Selbstkonzepts ('Bild' von der Person), (jeweils im Hinblick auf die eigene Person sowie die Kommunikationspartner), Fähigkeit zur Klärung der Übereinstimmung zwischen den äußeren Erwartungen an ein situationsgerechtes Handeln und den inneren Ansprüchen an ein authentisches Handeln.

Zu (c): Fähigkeit und Sensibilität, Kommunikationsstörungen zu identifizieren, und die Bereitschaft, sich mit ihnen (auch reflexiv) auseinanderzusetzen. Fähigkeit, reflexiv gewonnene Einsichten und Vorhaben in die Kommunikationsgestaltung einbringen und (ggf. unter Zuhilfenahme von Strategien der Handlungskontrolle) umsetzen zu können.

#### 3.2 Personale Kompetenzen

Personale Kompetenzen sind Dispositionen, sich selbst einzuschätzen, produktive Einstellungen, Werthaltungen, Motive und Selbstbilder zu entwickeln, eigene Begabungen, Moti-

vationen, Leistungsvorsätze zu entfalten und sich im Rahmen der Arbeit und außerhalb kreativ zu entwickeln und zu lernen.

LERCH (2013) bezeichnet personale Kompetenzen in Orientierung an aktuellen bildungswissenschaftlichen Konzepten auch als Selbstkompetenzen und unterscheidet dabei motivational-affektive Komponenten wie Selbstmotivation, Lern- und Leistungsbereitschaft, Sorgfalt, Flexibilität, Entscheidungsfähigkeit, Eigeninitiative, Verantwortungsfähigkeit, Zielstrebigkeit, Selbstvertrauen, Selbstständigkeit, Hilfsbereitschaft, Selbstkontrolle und Anstrengungsbereitschaft und strategisch-organisatorische Komponenten wie Selbstmanagement, Selbstorganisation, Zeitmanagement sowie Reflexionsfähigkeit. Hier sind auch sogenannte Lernkompetenzen (MANDL & FRIEDRICH, 2005) als jene personalen Kompetenzen einzuordnen, welche auf die eigenständige Organisation und Regulation des Lernens ausgerichtet sind.

### 3.3 Fachlich-methodische Kompetenzen

Fachlich-methodische Kompetenzen sind Dispositionen einer Person, bei der Lösung von sachlich-gegenständlichen Problemen geistig und physisch selbstorganisiert zu handeln, d. h. mit fachlichen und instrumentellen Kenntnissen, Fertigkeiten und Fähigkeiten kreativ Probleme zu lösen, Wissen sinnorientiert einzuordnen und zu bewerten; das schließt Dispositionen ein, Tätigkeiten, Aufgaben und Lösungen methodisch selbstorganisiert zu gestalten, sowie die Methoden selbst kreativ weiterzuentwickeln.

Fachlich-methodische Kompetenzen sind – im Sinne von ERPENBECK, ROSENSTIEL, GROTE, UND SAUTER (2017, S.XXI ff) – durch die Korrespondenz konkreter Handlungen und spezifischem Wissen beschreibbar. Wenn bekannt ist, was ein Mensch als Folge eines Lernprozesses können soll und auf welcher Wissensbasis dieses Können abgestützt sein soll, um ein eigenständiges und variables Handeln zu ermöglichen, kann sehr gezielt ein Unterricht geplant und gestaltet werden, der solche Kompetenzen integrativ vermittelt und eine Diagnostik entwickelt, mit welcher diese überprüft werden können. Im vorliegenden Lehrplan werden somit fachlich-methodische Kompetenzen als geschlossene Sinneinheiten aus Können und Wissen konkretisiert. Das Können wird dabei in Form einer beruflichen Handlung beschrieben, das Wissen in drei eigenständigen Kategorien auf mittlerem Konkretisierungsniveau spezifiziert: (a) Sachwissen, (b) Prozesswissen und (c) Reflexionswissen (PITTICH, 2013).

Zu (a): Sachwissen umfasst ein *anwendungs- und umsetzungsunabhängiges Wissen* über Dinge, Gegenstände, Geräte, Abläufe, Systeme etc. Es ist Teil fachlicher Systematiken und daher sachlogisch-hierarchisch strukturiert, wird durch assoziierendes Wahrnehmen, Verstehen und Merken erworben und ist damit die *gegenständliche Voraussetzung für ein eigenständiges, selbstreguliertes Handeln*. Beispiele: Aufbau eines Temperatursensors, Bauteile eines Kompaktreglers, Funktion eines Kompaktreglers, Aufbau einer Speicherprogrammierbaren Steuerung, Programmiersprache einer Speicherprogrammierbaren Steuerung, Struktur des Risikomanagement-Prozesses, EFQM-Modell.

Zu (b): Prozesswissen umfasst ein *anwendungs- und umsetzungsabhängiges Wissen* über berufliche Handlungssequenzen. Prozesse können auf drei verschiedenen Ebenen stattfinden, daher hat Prozesswissen entweder eine Produktdimension (Handhabung von Werkzeug, Material etc.), eine Aufgabendimension (Aufgaben-Typus, -Abfolgen etc.) oder eine Organisationsdimension (Geschäftsprozesse, Kreisläufe etc.). Prozesswissen ist immer Teil handlungsbezogener Systematiken und daher prozesslogisch-multizyklisch struk-

turiert, wird durch zielgerichtetes und feedback-gesteuertes Tun erworben und ist damit *funktionale Voraussetzung für ein eigenständiges, selbstreguliertes Handeln*. Beispiele: Kalibrierung eines Temperatursensors, Bedienung eines Kompaktreglers, Umgang mit der Programmierumgebung einer speicherprogrammierbaren Steuerung, Umsetzung des Risikomanagements, Handhabung einer EFQM-Zertifizierung.

Zu (c): Reflexionswissen umfasst ein *anwendungs- und umsetzungsunabhängiges Wissen*, welches hinter dem zugeordneten Sach- und Prozesswissen steht. Als konzeptuelles Wissen bildet es die theoretische Basis für das vorgeordnete Sach- und Prozesswissen und steht damit diesen gegenüber auf einer Meta-Ebene. Mit dem Reflexionswissen steht und fällt der Anspruch einer Kompetenz (und deren Erwerb). Seine Bestimmung erfolgt im Hinblick auf a) das unmittelbare Verständnis des Sach- und Prozesswissens (Erklärungsfunktion), b) die breitere wissenschaftliche Abstützung des Sach- und Prozesswissens (Fundierungsfunktion), c) die Relativierung des Sach- und Prozesswissens im Hinblick auf dessen berufliche Flexibilisierung und Dynamisierung (Transferfunktion). Umfang und Tiefe des Reflexionswissens werden ausschließlich so bestimmt, dass diesen drei Funktionen Rechnung getragen wird.

In der Trias dieser drei Wissenskategorien besteht ein bedeutsamer Zusammenhang: Das Sachwissen muss am Prozesswissen anschließen und umgekehrt, das Reflexionswissen muss sich auf die Hintergründe des Sach- und Prozesswissens eingrenzen. D. h., dass die hier anzuführenden Wissensbestandteile nur dann kompetenzrelevant sind, wenn sie innerhalb des hier eingrenzenden Handlungsrahmens liegen. Eine Teilkompetenz ist somit das Aggregat aus einer beruflichen Handlung und dem damit korrespondierenden Wissen:

Teilkompetenz			
Berufliche Handlung	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen

Innerhalb der einzelnen Lernfelder sind die einbezogenen Teilkompetenzen nicht zufällig angeordnet, gegenteilig folgen sie einem generativen Ansatz. D. h., dass die jeweils nachfolgende Teilkompetenz den Erwerb der vorausgehenden voraussetzt. Somit gelten innerhalb eines Lernfeldes alle Wissensaspekte, die in den vorausgehenden Teilkompetenzen konkretisiert wurden. Damit wird der Tatsache Rechnung getragen, dass Kompetenzen in einer sachlogischen Abfolge aufgebaut werden, dabei aber vermieden, dass innerhalb der Wissenszuordnungen der Teilkompetenzen nach unten zunehmend Redundanzen dargestellt werden.

### 3.4 Zielkategorien

Alle im Lehrplan aufgeführten Ziele lassen sich den folgenden Kategorien zuordnen:

1. Beruflich akzentuierte Zielkategorien: Kommunizieren & Kooperieren, Darstellen & Visualisieren, Informieren & Strukturieren, Planen & Projektieren, Entwerfen & Entwickeln, Realisieren & Betreiben und Evaluieren & Optimieren.
2. Mathematisch akzentuierte Zielkategorien: Operieren, Modellieren und Argumentieren.

Diese Kategorisierung soll in beruflicher Ausrichtung den Lehrplan mit dem Konzept der vollständigen Handlung (VOLPERT, 1980) hinterlegen, in mathematischer Ausrichtung mit dem O-M-A-Konzept (SILLER ET AL. 2014). Damit wird zum einen eine theoretisch abgestützte Differenzierung der vielfältigen Ziele beruflicher Lehrpläne erreicht, zum anderen die strukturelle Basis für eine nachvollziehbare und handhabbare Taxierung hergestellt.

### 3.4.1 Beruflich akzentuierte Zielkategorien

#### **Kommunizieren und Kooperieren**

Zum Kommunizieren gehören die schriftliche und mündliche Darlegung technischer, gestalterischer und betriebswirtschaftlicher Sachverhalte sowie die Führung einer Diskussion oder eines Diskurses über Problemstellungen unter Nutzung der erforderlichen Fachsprache. Das Spektrum der Zielkategorie reicht von einfachen Erläuterungen über fachlich fundierte Argumentation bis hin zur fachlichen Bewertung und Begründung technischer bzw. gestalterischer Zusammenhänge und Entscheidungen. Dabei sind die Sachverhalte und Problemstellungen inhaltlich klar, logisch strukturiert und anschaulich aufzubereiten. Der sachgemäße Gebrauch von Kommunikationsmedien und Kommunikationsplattformen sowie die Kenntnis der Kommunikationswege ermöglichen effektive Teamarbeit. Nicht zuletzt sind in diesem Zusammenhang der angemessene Umgang mit interkulturellen Aspekten sowie fremdsprachliche Kenntnisse erforderlich.

Kooperation ist eine wesentliche Voraussetzung zur Lösung komplexer Problemstellungen. Notwendig für erfolgreiche Kooperation ist Klarheit über die Gesamtzielsetzung, über die Teilziele, über die Schnittstellen und Randbedingungen sowie über die Arbeitsteilung und die Stärken und Schwächen aller Kooperationspartner. Um erfolgreich zu kooperieren, ist es erforderlich, die eigene Person und Leistung als Teil eines Ganzen zu sehen und einem gemeinsamen Ziel unterzuordnen. Auftretende Konflikte müssen respektvoll und sachbezogen gelöst werden.

#### **Darstellen und Visualisieren**

Diese Zielkategorie umfasst das Darstellen und Illustrieren technischer, gestalterischer und betriebswirtschaftlicher Sachverhalte, insbesondere das 'Übersetzen' abstrakter Daten und dynamischer Prozesse in fachgerechte Tabellen, Zeichnungen, Skizzen, Diagramme und weitere grafische Formen sowie beschreibende und erläuternde Texte. Dazu gehört es, geeignete Medien zur Visualisierung zu wählen, Sachverhalte, Problemstellungen und Lösungsvarianten in Dokumenten und Präsentationen darzustellen und zu erläutern. Ferner sind bei der Erstellung von Dokumenten die geltenden Normen und Konventionen zu beachten.

#### **Informieren und Strukturieren**

Das Internet bietet Information in großer Fülle zu vielen technischen, gestalterischen und betriebswirtschaftlichen Sachverhalten. Weitere Informationsquellen sind die wissenschaftliche Literatur und Dokumente aus den Betrieben und der Industrie sowie Experten und Kollegen. Sich umfassend und objektiv zu informieren stellt unter dieser Vielfalt eine grundsätzliche und wichtige Kompetenz dar. Die Studierenden sollen die Fähigkeit erwerben, zu Sachverhalten und Problemstellungen wichtige Informationsquellen zu benennen, sowie die Glaubwürdigkeit und Seriosität dieser Quellen anhand belastbarer Kriterien zu bewerten. Das Spektrum dieser Zielkategorie beinhaltet ferner die korrekte und sachgerechte Verwendung von Zitaten und die Beachtung von Persönlichkeitsrechten. Mit dem Informationserwerb geht die Strukturierung der Informationen durch zielgerechtes Auswählen, Zusammenfassen und Aufbereiten einher.

#### **Planen und Projektieren**

Diese Zielkategorie beinhaltet die wesentlichen Fertigkeiten und Kenntnisse, um komplexere und umfangreichere Aufgaben- oder Problemstellungen inhaltlich wie auch zeitlich zu



strukturieren, mit Qualitätssicherungsmaßnahmen zu belegen und die Kosten und Ressourcen zu kalkulieren und zu bewerten. Im Detail gehören dazu die Fähigkeiten, überprüfbare Kriterien und Planungsziele zu definieren und deren Umsetzung zu planen und zu kontrollieren. Die zeitliche und inhaltliche Gliederung der Aufgaben ist zu Zwecken der Kontrolle und Steuerung, der Kooperation und Visualisierung durch eine begründete Wahl von Projektmethoden und Werkzeugen sicherzustellen.

### **Entwerfen und Entwickeln**

Das Entwerfen ist die zielgerichtete geistige und kreative Vorbereitung eines später zu realisierenden Produktes. Dieses Produkt kann beispielsweise ein Modell, eine Kollektion, eine Vorrichtung, eine Schaltung, eine Baugruppe, ein Steuerungsprogramm oder auch ein Regelkreis sein. Das Ergebnis dieses Prozesses – der Entwurf – wird in Form von Texten, Zeichnungen, Grafiken, (Näh-) Proben, Schnittmustern, Schaltplänen, Modellen oder Berechnungen dokumentiert.

Entwickeln ist die zielgerichtete Konkretisierung eines Entwurfs oder Verbesserung eines bestehenden Produktes oder technischen Systems. Dabei bilden die Studierenden in Schritten stufenweise Detaillösungen zu den Problemstellungen ab. Die Kenntnis über Kreativitätstechniken, Analyse- und Berechnungsmethoden sowie deren fachspezifischen Anwendungen spielen in diesem Entwicklungsprozess eine zentrale Rolle.

### **Realisieren und Betreiben**

Neben dem eigentlichen Umsetzen des Entwurfs (z. B. Prototyp, Nullserie, Testanlage) geht es hier um die Inbetriebnahme, das Einbinden des Produktes in die Produktumgebung, das Messen und Prüfen der realisierten Komponenten und Modelle, die konkrete Fertigung, auch in Form einer Serie, die Integration einer Software in ein System, die Integration von Software und Hardware oder das Testen einer implementierten Software oder eines Verfahrens möglichst unter Realbedingungen. Dabei können auch geeignete Simulationsverfahren zum Einsatz kommen. Gewonnene Erkenntnisse können auf neue Problemstellungen transferiert werden. Damit ein technisches System dauerhaft funktioniert, sind ggf. Instandhaltungsmaßnahmen rechtzeitig, bedarfsgerecht und geplant unter Berücksichtigung der Wirtschaftlichkeit des gesamten Systems durchzuführen.

### **Evaluieren und Optimieren**

Im Interesse der Qualitätssicherung ist ein stetiges Reflektieren, Evaluieren und Optimieren erforderlich. Sowohl bei überschaubaren Arbeitspaketen als auch bei ganzen Projekten ist hinsichtlich der eingesetzten Methoden, Ressourcen, Kosten und erbrachten Ergebnisse zu klären: Was hat sich bewährt, was sollte bei der nächsten Gelegenheit wie verbessert werden (Lessons Learned)?

Die Kenntnis und Anwendung spezieller Methoden der Reflektion und Evaluation mit der dazugehörigen Datenerfassung und Auswertung sind in dieser Zielkategorie essenziell.

Jeder Prozess oder jede Anlage bedarf eines kontinuierlichen Verbesserungsprozesses (KVP). Dafür sind spezielle Kompetenzen notwendig, die die Datenerfassung, die Datenauswertung zur Identifikation von Verbesserungspotential und die Entscheidung für Maßnahmen unter Berücksichtigung von Effektivität und Effizienz ermöglichen.

Zur Bewältigung zukünftiger Herausforderungen im Privaten wie Beruflichen ist es wichtig, sich selbstbestimmt und selbstverantwortlich neuen Lerninhalten und Lernzielen zu stellen. Die Studierenden sollen deshalb unterschiedliche Lerntechniken kennen und anwen-

den sowie über das Reflektieren des eigenen Lernverhaltens in die Lage versetzt werden, ihren Lernprozess aus der Perspektive des lebenslangen Lernens bewusst und selbstständig zu gestalten und zu fördern.

### 3.4.2 Mathematisch akzentuierte Zielkategorien

Den mathematisch akzentuierten Zielkategorien werden die Handlungsdimensionen „Operieren“, „Modellieren“ und „Argumentieren“ (kurz: O-M-A) zu Grunde gelegt, welche sich nach SILLER ET. AL (2014) zum einen an grundlegenden mathematischen Tätigkeiten und zum anderen an den fundamentalen Ideen der Mathematik orientieren.

Die Dimension *Operieren* bezieht sich auf „die Planung sowie die korrekte, sinnvolle und effiziente Durchführung von Rechen- oder Konstruktionsabläufen und schließt z. B. geometrisches Konstruieren oder (...) das Arbeiten mit bzw. in Tabellen und Grafiken mit ein“ (BIFIE, 2013, S. 21).

Die Dimension *Modellieren* ist darauf ausgerichtet „in einem gegebenen Sachverhalt die relevanten mathematischen Beziehungen zu erkennen (...), allenfalls Annahmen zu treffen, Vereinfachungen bzw. Idealisierungen vorzunehmen und Ähnliches“ (BIFIE, 2013, S. 21).

Die Dimension *Argumentieren* fokussiert „eine korrekte und adäquate Verwendung mathematischer Eigenschaften, Beziehungen und Regeln sowie der mathematischen Fachsprache“ (BIFIE, 2013, S. 22).

### 3.5 Taxierung der Kompetenzen in drei Stufen

Die Qualität einer fachlich-methodischen Kompetenz kann nicht anhand einzelner Wissenskomponenten bemessen werden. Entscheidend ist hier vielmehr der Freiheitsgrad des Handlungsraums, in dem sie eingebettet ist. Nicht diejenigen, die hier in einzelnen Facetten das breiteste Wissen nachweisen können, sind die Kompetentesten, sondern diejenigen, deren Handlungsfähigkeit im einschlägigen Kontext am weitesten reicht. Hier lassen sich theoriebasiert drei Handlungsqualitäten unterscheiden:

Qualität 1 (linear-serielle Struktur):

Start und Ziel eindeutig, Umsetzung durch „reflektiertes Abarbeiten“ (Abfolgen).

Qualität 2 (zyklisch-verzweigte Struktur):

Start und Ziel eindeutig, Umsetzung durch das koordinierte Abarbeiten mehrerer Abfolgen und damit zusammenhängenden Auswahlentscheidungen (Algorithmen).

Qualität 3 (mehrschichtige Struktur):

Ziel und Start müssen definiert werden, Umsetzung durch Antizipieren tragfähiger Algorithmen bzw. deren Erprobung und reflektierter Kombination (Heuristiken).

Es ist erkennbar, dass die jeweils höhere Qualität die der vorausgehenden integriert. Handeln auf Ebene des Algorithmus bedingt die Beherrschung der darin zu vollziehenden Abfolgen, Handeln auf Heuristik-Ebene bedingt die Beherrschung der darin zu vollziehenden Algorithmen. Für die Qualität 1 ist daher Reflexionswissen funktional nicht erforderlich, trotzdem ist es für Lernende bedeutsam, da ein Verständnislernen immer interessanter und motivierender ist als ein rein funktionalistisches Lernen. Für Qualität 2 ist moderates Reflexionswissen erforderlich, da hier schon Entscheidungen eigenständig getroffen werden müssen. Mit dem Anspruchsniveau der erforderlichen Entscheidungen steigt der Bedarf an Reflexionswissen. Qualität 3 kann nur umgesetzt werden, wenn über das Reflexi-

onswissen der Stufe 2 hinaus weiteres Reflexionswissen verfügbar ist, welche neben, hinter oder über diesem steht. Um komplexe Probleme zu lösen, sind kognitive Freiheitsgrade erforderlich, die nur mit einem entsprechend tiefen Verständnis der jeweiligen Zusammenhänge erreicht werden können.

Diese Handlungsqualitäten können für den Lehrplan als Kompetenzstufen genutzt werden, denn sie repräsentieren Kompetenz-Unterschiede, welche nicht auf einem Kontinuum darstellbar sind, sondern sich in diskreten Qualitäten ausdrücken. Um die in den Lernfeldern aufgelisteten Kompetenz-Beschreibungen nicht zu überladen, wird im vorliegenden Lehrplan nicht jede einzelne Kompetenz in den drei Niveaustufen konkretisiert. Vielmehr erfolgt dies entlang der beruflichen und mathematischen Zielkategorien.

ENTWURF

## 3.5.1 Taxonomietabelle für beruflich akzentuierte Zielkategorien

Zielkategorien	Stufe I (Abfolge)	Stufe II (Algorithmus)	Stufe III (Heuristik)
<b>Kommunizieren &amp; Kooperieren</b>	Mitteilen und Annehmen von Informationen, koagierend zusammenarbeiten	an konstruktiven, adaptiven Gesprächen teilnehmen, kooperierend zusammenarbeiten	komplexe bzw. konfliktäre Gespräche führen, Kooperationen gestalten und steuern, Konflikte lösen
<b>Darstellen &amp; Visualisieren</b>	Präsentieren von klaren Gegenständlichkeiten, Fakten, Strukturen, Details	Präsentieren von eindeutigen Zusammenhängen und Funktionen mittels geeignet ausgewählter Darstellungsformen	Präsentieren und Dokumentieren komplexer Zusammenhänge und offener Sachverhalte mittels geeigneter Werkzeuge und Methoden
<b>Informieren &amp; Strukturieren</b>	Handhaben von Informationsmaterialien, Finden und Ordnen von Informationen	Finden einschlägiger Informationsmaterialien, Verifizieren, Selektieren und Ordnen von Informationen	Umsetzen offener Informationsbedarfe, von der Quellensuche bis zur strukturierten Information
<b>Planen &amp; Projektieren</b>	Problemstellungen inhaltlich strukturieren und zeitlich gliedern	routinenaher Projekte inhaltlich strukturieren und zeitlich gliedern	komplexe Projekte inhaltlich strukturieren und zeitlich gliedern unter Beachtung verfügbarer Ressourcen
<b>Entwerfen &amp; Entwickeln</b>	Umsetzen einfacher Ideen in Skizzen, Plänen oder konkreten Lösungen	Abgleichen konkurrierender Ideen, Umsetzen in Skizzen, Plänen oder konkreten Lösungen	Integration einzelner Ideen zu einer Gesamtlösung, Umsetzen in Skizzen, Plänen oder konkreten Lösungen
<b>Realisieren &amp; Betreiben</b>	Aktivieren und Kontrollieren serieller Prozesse	Aktivieren und Regulieren zyklischer Prozesse	Abstimmen, Aktivieren und Modulieren mehrschichtiger Prozesse
<b>Evaluieren &amp; Optimieren</b>	Bewerten entlang eines standardisierten Rasters, Umsetzen unmittelbarer Konsequenzen	Bewerten entlang eines offenen Rasters, Herleiten und Umsetzen von adäquaten Konsequenzen	Bewerten in Anwendung eigenständiger Kategorien, Herleiten und Umsetzen von adäquaten Konsequenzen

## 3.5.2 Taxonomietabelle für mathematisch akzentuierte Zielkategorien

Zielkategorien	Stufe I (Abfolge)	Stufe II (Algorithmus)	Stufe III (Heuristik)
<b>mathematisches Operieren</b>	Anwenden eines gegebenen bzw. vertrauten Verfahrens im Sinne eines Abarbeitens bzw. Ausführens	Abarbeiten und Ausführen mehrschrittiger Verfahren ggf. durch Rechneinsatz und Nutzung von Kontrollmöglichkeiten	Erkennen, ob ein bestimmtes Verfahren auf eine gegebene Situation passt, das Verfahren anpassen und ggf. weiterentwickeln
<b>mathematisches Modellieren</b>	Durchführen eines Darstellungswechsels zwischen Kontext und mathematischer Repräsentation Verwenden vertrauter und direkt erkennbarer Standardmodelle zur Beschreibung einer vorgegebenen (mathematisierter) Situation	Beschreiben vorgegebener (mathematisierter) Situation durch mathematische Standardmodelle bzw. mathematische Zusammenhänge Erkennen und Setzen von Rahmenbedingungen zum Einsatz von mathematischen Standardmodellen Anwenden von Standardmodellen auf neuartige Situationen Finden einer Passung zwischen geeigneten mathematischen Modellen und realen Situationen	komplexe Modellierung einer vorgegebenen Situation Reflektieren der Lösungsvarianten bzw. der Modellwahl Beurteilen der zugrunde gelegten Lösungsverfahren
<b>mathematisches Argumentieren</b>	einfache fachsprachliche Begründungen ausführen; das Zutreffen eines Zusammenhangs oder Verfahrens bzw. die Passung eines Begriffes auf eine gegebene Situation prüfen	mehrschrittige mathematische Standard-Argumentationen durchführen und beschreiben Nachvollziehen und Erläutern von mathematischen Begriffen, Sätzen, Verfahren, Darstellungen, Argumentationsketten und Kontexten fachlich und fachsprachlich korrekte Erklärung von einfachen mathematischen Sachverhalten, Resultaten und Entscheidungen	mathematische Argumentationen prüfen bzw. vervollständigen eigenständige Argumentationsketten aufbauen

### 3.6 Zusammenfassung

Das hier zugrundeliegende Kompetenzmodell schließt drei Kompetenzklassen nach ER-PENBECK, ROSENSTIEL, GROTE, SAUTER (2017, XXI ff.) ein: Sozial-kommunikative Kompetenzen, personale Kompetenzen (bzw. Selbstkompetenzen) und fachlich-methodische Kompetenzen.

Sozial-kommunikative Kompetenzen werden nach EULER & REEMTSMA-THEIS (1999) in einen agentiven Schwerpunkt, einen reflexiven Schwerpunkt und deren Integration unterteilt. Personale Kompetenzen (bzw. Selbstkompetenzen) werden nach LERCH (2013) in motivational-affektive und strategisch-organisatorische Komponenten unterschieden. Für diese beiden Kompetenzklassen sieht der Lehrplan keine weitere Detaillierung vor, da die Entwicklung überfachlicher Kompetenzen – durch deren enge Verschränkung mit der persönlichen Entwicklung des Individuums – deutlich anderen Gesetzmäßigkeiten unterliegt als die Entwicklung fachlich-methodischer Kompetenzen. Eine Anregung und Unterstützung in der Entwicklung überfachlicher Kompetenzen durch den Fachschulunterricht kann daher auch nicht entlang einer jahresplanmäßigen Umsetzung einzelner, thematisch determinierter Lernstrecken erfolgen, sondern muss vielmehr fortlaufend produktiv und dabei aber auch reflexiv in die Vermittlung fachlich-methodischer Kompetenzen eingebettet werden.

Im Zentrum dieses Lehrplankonzepts stehen die fachlich-methodischen Kompetenzen und deren differenzierte und taxiierte curriculare Dokumentation. Teilkompetenzen sind hierbei Aggregate aus spezifischen beruflichen Handlungen und dem diesen jeweils zugeordneten Wissen. Dabei unterscheidet man zwischen Sach-, Prozess- und Reflexionswissen. Als Basis für einen kompetenzorientierten Unterricht konkretisiert dieser Lehrplan zusammenhängende Komplexe aus Handlungskomponenten und Wissenskomponenten auf einem mittleren Konkretisierungsniveau. Der Fachschulunterricht wird dann erstens durch die Explikation und Konkretisierung der Handlungs- und Wissenskomponenten inhaltlich ausgestaltet und zweitens durch die Umsetzung der Taxonomietabellen (Tabellen in Abschnitt 3.5.1 und 3.5.2) in seinem Anspruch dimensioniert. Damit besteht einerseits eine curriculare Rahmung, die dem Anspruch eines Kompetenzstufenmodells gerecht wird, zum anderen liegen die für Fachschulen erforderlichen Freiheitsgrade vor, um der Heterogenität der Adressatengruppen gerecht werden und dem technologischen Wandel folgen zu können.

## 4 Organisation der Kompetenzen und Kenntnisse

### 4.1 Lernfelder

Wie der vorausgehende Lehrplan ist auch dieser in Lernfelder segmentiert. Als Novität ist hier nun zwischen berufsbezogenen Lernfeldern und Querschnitt-Lernfeldern zu unterscheiden (Abbildung 1).

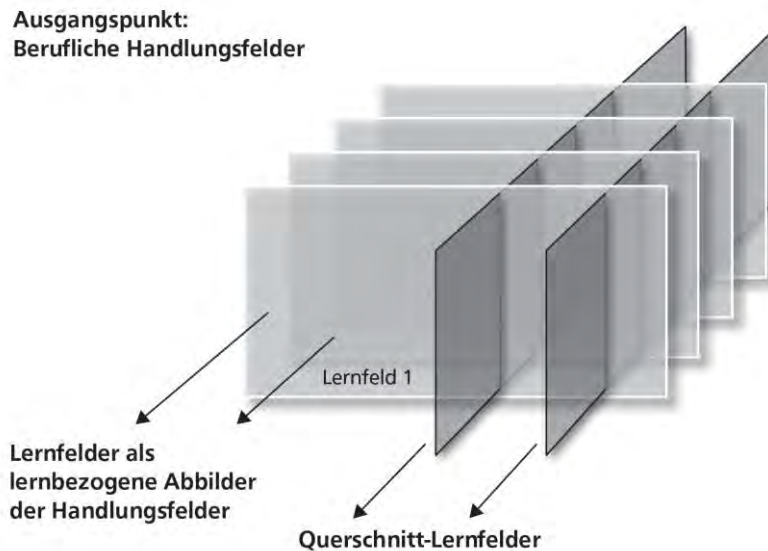


Abbildung 1: Beziehung von berufsbezogenen Lernfeldern als lernbezogene Abbilder beruflicher Handlungsfelder und Querschnitt-Lernfeldern.

**Berufsbezogene Lernfelder** sind curriculare Teilsegmente, welche sich aus einer spezifischen didaktischen Transformation beruflicher Handlungsfelder ergeben (BADER, 2004, S. 1). Wesentlich ist hierbei, dass die für das jeweilige Berufssegment wesentlichen Tätigkeitsbereiche adressiert werden. Relevante berufliche Handlungsfelder haben Gegenwarts- und Zukunftsbedeutung, ihre didaktische Reduktion in das Format eines Lernfeldes folgt dem Prinzip der Exemplarität (KLAFKI, 1964). Somit steht jedes einzelne Lernfeld des Lehrplans für einen gegenwarts- und zukunftsrelevanten Ausschnitt des dazugehörigen Berufssegments, als Gesamtheit repräsentieren sie dieses als exemplarisches Gesamtgefüge.

**Querschnitt-Lernfelder** integrieren übergreifende Aspekte der berufsbezogenen Lernfelder und adressieren entsprechend primär Grundlagenthemen, welche innerhalb der berufsbezogenen Lernfelder bedeutsam sind, jedoch diesbezüglich vorbereitend oder ergänzend vermittelt werden müssen. Insbesondere handelt es sich hier um mathematische, naturwissenschaftliche, informatische, volks- und betriebswirtschaftliche, gestalterische und ästhetische Kenntnisse bzw. Fertigkeiten, welche sich im Hinblick auf die Berufskompetenzen als Basis- oder Bezugskategorien darstellen. Zu den Querschnitt-Lernfeldern gehört die fachrichtungsbezogene Mathematik.

Innerhalb jeden Lernfeldes werden dessen Nummer, Bezeichnung sowie Zeit-Horizont dargestellt und insbesondere die darin adressierten Lernziele. Die Abfolge der Lernfelder im Lehrplan ist nicht beliebig, impliziert jedoch keine Reihenfolge der Vermittlung. In den *berufsbezogenen* Lernfeldern werden die Lernziele durch (weitgehend fachlich-methodische) Kompetenzen beschrieben (TENBERG, 2011, S. 61 ff). Dies erfolgt in Aggre-

gaten aus beruflichen Handlungen und zugeordnetem Wissen. Diese Lehrplaninhalte sind angesichts der Streuung und Unschärfe beruflicher Tätigkeitsspektren in den jeweiligen Segmenten sowie der Dynamik des technisch-produktiven Wandels auf einem mittleren Konkretisierungsniveau angelegt. Zur Taxierung dieser Lernziele liegt eine eigenständige Tabelle (siehe Abschnitt 3.5.1) vor, welche geordnet nach Zielkategorien die jeweils erforderlichen Handlungsqualitäten für die Stufen 1 (Minimalanspruch), 2 (Regelanspruch) und 3 (hoher Anspruch) konkretisiert. Zur Taxierung der Lernziele in der Mathematik (beruflicher Lernbereich) liegt eine gesonderte Tabelle (siehe Abschnitt 3.5.2) mit gleichem Aufbau vor. In den übrigen *Querschnitt*-Lernfeldern werden die Lernziele entweder durch Kenntnisse oder durch Fertigkeiten beschrieben. Sie werden dabei weder taxiert noch zeitlich näher präzisiert, da dieses nur im Rahmen der schulspezifischen Umsetzung möglich und sinnvoll erscheint. Als Orientierung dient hier jeweils der in den berufsbezogenen Lernfeldern konkret feststellbare Anspruch an übergreifende Aspekte.



## 4.2 Stundentafel

Die Stundentafel ist nach den zwei Ausbildungsabschnitten gegliedert und gibt für jedes Lernfeld Zeitrichtwerte als Korridor an. Die Lernfelder können durch die Schulen frei auf die beiden Ausbildungsabschnitte verteilt werden. Die Summe der Wochenstunden im beruflichen Lernbereich muss immer 2000 Stunden betragen.

		Unterrichtsstunden	
		1. Ausbildungsabschnitt	2. Ausbildungsabschnitt
<b>Beruflicher Lernbereich</b>			
	Mathematik	200	
	Projektarbeit		200
<b>Lernfelder</b>			
LF 1	Projekte mittels systematischem Projektmanagement zum Erfolg führen	80 - 120	
LF 2	Netzwerkinfrastruktur bereitstellen	200 - 240	
LF 3	Anbindung an öffentliche Netze	160 - 240	
LF 4	Betriebssysteme installieren und Dienste konfigurieren	200 - 240	
LF 5	Sicherheit der Netze und Daten planen und gewährleisten	160 - 200	
LF 6	Entwurf und Optimierung von Geschäftsprozessen mit digitalen Systemen	280 - 320	
LF 7	Rechner-Konzepte planen und konfigurieren	200 - 240	
LF 8	Netzinfrastruktur verwalten	120 - 160	
LF 9	Adaption neuer Technologien	80 - 120	

## 4.3 Beruflicher Lernbereich

## 4.3.1 Mathematik (Querschnitt-Lernfeld) [200 h]

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	MATHEMATIK		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
handhaben algebraische Verfahren, beispielsweise zur Auslegung elektrischer Netze und zur Planung und Auswertung betriebswirtschaftlicher Prozesse.	Zahlenmengen bis einschließlich komplexer Zahlen Algebraische Gleichungen <ul style="list-style-type: none"> <li>• linear</li> <li>• quadratisch</li> <li>• exponentiell</li> <li>• gemischt</li> </ul> Lineare Gleichungssysteme Potenz- und Logarithmenregeln	Standardlösungsverfahren <ul style="list-style-type: none"> <li>• Äquivalenzumformung,</li> <li>• pq - Formel</li> <li>• Einsetzverfahren</li> <li>• Additionsverfahren</li> <li>• Gaußalgorithmus</li> </ul> Methoden der Abschätzung Ergebniskontrolle	Axiome des mathematischen Körpers Rechengesetze <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kommutativgesetz</li> <li>• Assoziativgesetz</li> <li>• Distributivgesetz</li> </ul> Operatoren Gauß'sche Zahlenebene Euler'sche Schreibweise
nutzen geometrische und trigonometrische Verfahren zur Lösung geometrischer Problemstellungen u.a. im Rahmen planungstechnischer Aufgaben	Satz des Pythagoras trigonometrische Seitenverhältnisse Einheitskreis Sinus- und Kosinussatz Flächen und Volumina von geometrischen Formen und Körper	Berechnung von Längen, Abstände und Winkel Berechnung realer Flächen und Körper Approximation von Flächen und Volumina	Ähnlichkeits- und Kongruenzsätze für Dreiecke Strahlensatz euklidische Axiome
handhaben mathematische Funktionen zur Modellierung und Lösung u.a. im Rahmen technischer und wirtschaftlicher Problemstellungen, auch mittels Software, wie Kennlinien von Bauelementen,	Darstellungsformen und Funktionsvorschriften <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ganzrationale Funktionen, insbesondere lineare und quadratische</li> <li>• Trigonometrische Funktionen</li> </ul>	Berechnung der Charakteristika Wechsel der Darstellungsformen <ul style="list-style-type: none"> <li>• Normal-, Scheitelpunktform, Linearfaktor-darstellung</li> <li>• Implizite, explizite Funktionsvorschrift</li> </ul>	trigonometrische Grundlagen Relationen und Abbildungen <ul style="list-style-type: none"> <li>• kartesisches Produkt</li> <li>• Subjektivität, Injektivität, Bijektivität</li> </ul> Funktionsbegriff

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	MATHEMATIK		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
Abschätzung technischer Entwicklungen, Komplexität von Algorithmen und Systemen.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Exponentialfunktionen</li> </ul> Charakteristika <ul style="list-style-type: none"> <li>• Steigung linearer Funktionen</li> <li>• Nullstellen, Abszissenabstand</li> <li>• Schnittpunkt</li> <li>• Scheitelpunkt</li> <li>• Periodizität</li> </ul> Wertebereich, Definitionsbereich	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Graph und Wertetabelle</li> </ul> Funktionsermittlung Differenzenquotient Funktionsdarstellung mittels Software Konstruktion trigonometrischer Funktionen mit Hilfe des Einheitskreises	Mathematisches Modell vs. Realbezug
verwenden Verfahren der analytischen Geometrie und linearen Algebra, beispielsweise im CAD.	Vektoren <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vektorkomponenten</li> <li>• Schreibweisen</li> </ul> Vektoroperationen <ul style="list-style-type: none"> <li>• Skalierung</li> <li>• Vektoraddition</li> </ul>	Addition und Subtraktion von Vektoren Beschreibung geometrischer Körper im Raum mittels Vektoren	Vektor als Parallelverschiebung bzw. Translation im Raum Zusammenhang mit komplexen Zahlen
setzen statistische Methoden, beispielsweise im Rahmen der Qualitätssicherung und zur Modellierung von Gefährdungsszenarien ein.	statistische Kenngrößen <ul style="list-style-type: none"> <li>• arithmetisches Mittel</li> <li>• Median</li> <li>• Varianz</li> <li>• Standardabweichung</li> </ul> Fehlerfortpflanzung	Datenerfassung und -darstellung Berechnung statistischer Kenngrößen (auch mit Hilfe von Software) Berechnung von Fehlern indirekt gemessener Größen	deskriptive Statistik empirische Verfahren Verfügbarkeiten und Ausfallwahrscheinlichkeiten
HINWEISE:	Wo immer möglich, sollten Anwendungsbeispiele aus dem Kontext der anderen Lernfelder der Fachrichtung / des Schwerpunktes gewählt werden.		

4.3.2 Projektarbeit [200h]

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	Vorbemerkung	Organisatorische Hinweise
<p>... analysieren und strukturieren eine Problemstellung und lösen sie praxisgerecht</p> <p>... bewerten und präsentieren das Handlungsprodukt und den Arbeitsprozess</p> <p>... berücksichtigen Aspekte wie z. B. Wirtschaftlichkeit, Energie- und Rohstoffeinsatz, Fragen der Arbeitsergonomie und Arbeitssicherheit, Haftung und Gewährleistung, Qualitätssicherung, Auswirkungen auf Mensch und Umwelt sowie Entsorgung und Recycling</p> <p>... legen besonderen Wert auf die Förderung von Kommunikation und Kooperation</p>	<p>Für die Projektarbeit werden fachrichtungsbezogene und lernfeldübergreifende Aufgaben bearbeitet, die sich aus den betrieblichen Einsatzbereichen von Technikerinnen und Technikern ergeben. Die Aufgabenstellung ist so offen zu formulieren, dass sie die Aktivität der Studierenden in der Gruppe herausfordert und unterschiedliche Lösungsvarianten zulässt. Durch den lernfeldübergreifenden Ansatz können Beziehungen und Zusammenhänge der einzelnen Fächer und Lernfelder hergestellt werden. Die Projektarbeit findet interdisziplinär statt. In allen Fächern und Lernfeldern soll über eine entsprechende Problem- und Aufgabenorientierung die methodische Vorbereitung für die Durchführung der Projekte geleistet werden.</p>	<p>Mit den Studierenden werden die Zielvorstellungen, die inhaltlichen Anforderungen sowie die Durchführungsmodalitäten besprochen. Die Studierenden sollen in der Regel Projekte aus der betrieblichen Praxis in Kooperation mit Betrieben bearbeiten. Die Vorschläge für Projektaufgaben sind durch einen Anforderungskatalog möglichst genau zu beschreiben.</p> <p>Alle eingebrachten Projektvorschläge werden durch die zuständige Konferenz geprüft, z. B. auf Realisierbarkeit, Finanzierbarkeit, ausgewählt und beschlossen. Jede Projektarbeit wird von einem Lehrerinnen/Lehrerteam betreut. Die <b>im LF1 „Projekte mittels systematischen Projektmanagements zum Erfolg führen“ erworbenen Kenntnisse und Fertigkeiten müssen angewendet werden.</b></p> <p>Es empfiehlt sich während der Projektphase Projekttage einzuführen, an denen nach Rücksprache die am Projekt beteiligten Lehrerinnen und Lehrer beratend zur Verfügung stehen. Während dieser Zeit können die Studierenden die Projektarbeit beim Auftraggeber im Betrieb und in den Räumlichkeiten der Schule durchführen. Da es sich um eine Schulveranstaltung handelt, besteht für die Studierenden während dieser Tätigkeit ein Versicherungsschutz gegen Unfall- und Haftpflichtschäden.</p>
HINWEISE:	Die Bewertung der Projektarbeit erfolgt auf der Grundlage bestehender Rechtsmittel. In die Bewertung gehen Projektverlauf, Dokumentation, Präsentation und Kolloquium ein.	

**4.3.3 Lernfeld 1: Projekte mittels systematischen Projektmanagements zum Erfolg führen [80h-120h]**

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF1: PROJEKTE MITTELS SYSTEMATISCHEN PROJEKTMANAGEMENTS ZUM ERFOLG FÜHREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... kommunizieren effizient und organisieren sich selbst im Projektgeschehen.	Präsentationstechniken Kommunikationssituationen Führung Motivation Konflikte und Krisen Zeitmanagement Arbeitsteilung Klassische und agile Vorgangsmodelle im Projektmanagement	Vorbereitung und Durchführung einer Präsentation Vorbereitung und Durchführen eines Projektmeetings Analyse eines Konfliktes Durchführung und Dokumentation eines Problemlösungsverfahrens Planung und Einteilung der eigenen Arbeitszeit	Kommunikationsmodelle Effektivität als Prinzip Prinzip der systematischen Kommunikation Bedeutung von Selbst- und Fremdwahrnehmung für Konfliktmanagement und Führung Hybrides Projektmanagement
... initialisieren und definieren ein Vorhaben als Projekt.	Inhalt und Bedeutung der Projektphasen Projekttypen Projekt- und Projektmanagementdefinition Kreativitätstechniken Projektziele <ul style="list-style-type: none"> <li>• Qualität</li> <li>• Kosten und Termine</li> <li>• Leistungsziele etc.</li> </ul>	Moderation kreativer Prozesse Zielfindung, –formulierung und Abgrenzung Strukturierung der Projektziele	Prinzip der Zielorientierung
... planen eine Projektdurchführung.	Meilensteine Projektaufwand und -budget sachliche und soziale Projektumfeldfaktoren Risiko, Chance, Maßnahmen zur Risikoverminderung Unternehmens- und Projektorganisations-	Phasenplanung Beurteilung des Projektes auf Machbarkeit Projektumfeldanalyse Risikoanalyse Aufstellung einer Projektorganisation Erstellung des Projektauftrages	Prinzip der Ergebnisorientierung Prinzip der personalisierten Verantwortungen

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF1: PROJEKTE MITTELS SYSTEMATISCHEN PROJEKTMANAGEMENTS ZUM ERFOLG FÜHREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
	formen, Rollen im Projekt Lasten- und Pflichtenheft, Projektauftrag, Projekthandbuch Projektstrukturplan, Arbeitspakete Ablauf- und Terminplan Einsatzmittelplan, Kapazitätsplan, Kostenplan	Erstellung des Projektstrukturplans Durchführung Ablauf- und Terminplanung Erstellung einer Einsatzmittel- und Kostenplanung	
... realisieren das Projekt.	Kosten- und Termentrendanalyse Berichtswesen Projektsteuerung	Stakeholder Management Risikomanagement Überwachung und Steuerung der Projektrealisierung Erstellung, Pflege, und Kommunikation der Projektdokumentation	PM-Regelkreis Prinzip des rechtzeitigen Handelns
... schließen ein Projekt ab.	Übergabeprotokoll Endabnahme	Abschluss der Projektdokumentation Projektübergabe und Abschlusspräsentation Projektreflexion Lessons Learned	
HINWEISE:	Die Kompetenzen in diesem Lernfeld orientieren sich an der ICB (International Competence Baseline, siehe auch <a href="https://www.gpm-ipma.de/know_how/pm_normen_und_standards/standard_icb_4.html">https://www.gpm-ipma.de/know_how/pm_normen_und_standards/standard_icb_4.html</a> ).		

## 4.3.4 Lernfeld 2: Netzwerkinfrastruktur bereitstellen [200-240h]

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF2 NETZWERKINFRASTRUKTUR BEREITSTELLEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
bestimmen in Absprache mit dem Auftraggeber die Ziele und Wünsche für ein IT-Netz.	Lasten- und Pflichtenheft Organisationspläne Gebäudepläne	Projektmanagement im IT-Bereich Handhabung von Plänen	Quality of Service-Konzept betriebswirtschaftliches Verständnis
konzipieren ein Netz auf logischer Ebene.	Adressierung Protokolle Symbole logischer Netzpläne	Erstellung eines Adressierungsschemas Darstellung von Protokollabläufen Erarbeitung logischer Netzpläne	OSI-Modell Protokollfamilien
entwerfen und installieren das physikalische Netz im Hinblick auf die örtlichen Gegebenheiten und die zu erwarteten Datenvolumina.	Übertragungsverfahren Übertragungsmedien Topologien und Netzwerkkomponenten	Planung der Netzauslastung Erstellung physikalischer Netzpläne Realisierung von Ausfallsicherheit	Redundanz, Skalierbarkeit und Kosten Konvergenz EMV

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...		LF2 NETZWERKINFRASTRUKTUR BEREITSTELLEN		
		Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
nehmen das IT-Netz in Betrieb.		Routing-Protokolle Konfigurationsmodi, z. B.: <ul style="list-style-type: none"> <li>• CLI</li> <li>• Webinterface</li> <li>• manuell</li> <li>• skriptbasiert</li> </ul> VLAN Spanning Tree	Inbetriebnahme von IT-Netzen und Komponenten Konfiguration aktiver Koppellelemente	
überprüfen und testen die gesamte Infrastruktur und dokumentieren die Ergebnisse.		Messtechnik Testkriterien Format einer Dokumentation	Durchführung von <ul style="list-style-type: none"> <li>• Abnahmemessungen</li> <li>• Site-Surveys</li> <li>• Protokollanalysen</li> <li>• Funktionstests</li> <li>• Konnektivitätstests</li> <li>• Fehlersuche</li> </ul> Erstellung techn. Dokumentationen	Logarithmische Zusammenhänge Qualitätsmanagement
HINWEISE:	Das Lernfeld 2 „Computersystem- und Netzwerktechnik“ ist mit Lernfeld 2 „Informations- und Kommunikationstechnik“ identisch. Schwerpunktübergreifender Unterricht soll ermöglicht werden.			



4.3.5 Lernfeld 3: Anbindung an öffentliche Netze [160-240h]

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF3 ANBINDUNG AN ÖFFENTLICHE NETZE		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
stellen verschiedene Dienste zur Kommunikation über öffentliche Netze bereit bzw. nutzen externe Angebote.	DNS, DDNS NAT/PAT Proxy Load Balancing, Bündelung Web-Dienste E-Mail VoIP	Einrichtung von Services <ul style="list-style-type: none"> <li>• GUI</li> <li>• Konfigurationsdatei</li> </ul> Erfassung und Auswertung der Protokollabläufe	Bewertung von lokalen versus öffentlichen Diensten
wählen geeignete Methoden zur Zugangskontrolle sowie zum Schutz vor Angriffen aus und nutzen diese.	Firewall-Varianten, z. B.: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Paketfilter</li> <li>• Stateful-Packet-Inspection</li> <li>• Application-Layer</li> </ul> DMZ (Sicherheitszonen)	tabellarischer Filterentwurf Filter einrichten <ul style="list-style-type: none"> <li>• GUI</li> <li>• Konfigurationsdatei</li> </ul>	Angriffsszenarien
ermöglichen sichere Kommunikation über unsichere Verbindungswege.	Authentifizierung Verschlüsselung <ul style="list-style-type: none"> <li>• Symmetrisch/asymmetrisch/hybrid</li> <li>• Diffie-Hellmann-Verfahren</li> </ul> Zertifikate Tunneling VPN-Protokolle und -varianten	Einrichtung und Betrieb von VPNs systemübergreifende Konfiguration	Vertraulichkeit, Integrität, Authentizität Sicherheit von Schlüsseln und Verschlüsselungsverfahren

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF3 ANBINDUNG AN ÖFFENTLICHE NETZE		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
wählen den optimalen WAN-Zugang aus.	Technologie-Varianten: <ul style="list-style-type: none"> <li>• nach Medium</li> <li>• nach Generationen</li> <li>• nach Diensten</li> </ul> Anbieter-Auswahl: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verfügbarkeit</li> <li>• Übertragungsraten</li> <li>• Ausfallsicherheit</li> </ul>	Abschätzung der Kanalkapazitäten Optimierung der Endgeräteeinstellungen Anschlusswechsel Vertragsgestaltung	maximale Symbolrate bandbegrenzter Systeme effiziente Codierung verrauschter Systeme Verfahren zur Vorwärts-Fehlerkorrektur (FEC)
HINWEISE:	Das Lernfeld 3 „Computersystem- und Netzwerktechnik“ ist mit Lernfeld 3 „Informations- und Kommunikationstechnik“ identisch. Schwerpunktübergreifender Unterricht soll ermöglicht werden.		

**4.3.6 Lernfeld 4: Betriebssysteme installieren und Dienste konfigurieren [200-240h]**

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF4 BETRIEBSSYSTEME INSTALLIEREN UND DIENSTE KONFIGURIEREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
analysieren die Kundenanforderungen und wählen geeignete Betriebssysteme aus.	Lasten- und Pflichtenheft Eigenschaften und Typen von Betriebssystemen Lizenzmodelle Methoden zur Auswahl/ Entscheidungsfindung	Durchführung einer IST-Analyse Auswahl von Systemen Erstellung eines SOLL-Konzeptes	Spannungsfeld Open Source versus proprietäre Software
installieren und konfigurieren die Betriebssysteme und testen die Funktionen.	Boot-Vorgang von Systemen Installationsquellen Hardware-Unterstützung	Vorbereitung von Installationsmedien Auswahl von Treibern Vorbereitung des Zielsystems (z. B. Partitionierung) und Installation des Systems Optimieren der Systemeinstellungen	Zusammenspiel des Software-Stacks (Firmware/Treiber/OS/Applikation)
konzipieren die Benutzer- und Ressourcenverwaltung.	Informationssicherheit (Vertraulichkeit, Integrität, Verfügbarkeit) Access Control Systeme Richtlinien (z. B. GPO) Verwaltungseinheiten Geschäfts- und Prozessabläufe	Analyse und Darstellung von Organisationsstrukturen Analyse und Darstellung von internen Abläufen einer Organisation Modellierung der Organisation im Betriebssystem	Zugriffskontrollstrategien Organisationsstrukturen

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF4 BETRIEBSSYSTEME INSTALLIEREN UND DIENSTE KONFIGURIEREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
setzen das Benutzer- und Ressourcenkonzept um.	lokale und zentrale Benutzerverwaltung lokale und zentrale Datenspeicherung	Verwaltung von Benutzern und Gruppen Vergabe von Rechten und Berechtigungen Überwachung der Informationssicherheit	Unternehmensrichtlinien (Policy)
installieren und konfigurieren die Dienste und testen die Funktionen im Netzwerk.	Basisdienste, z. B.: <ul style="list-style-type: none"> <li>• DNS</li> <li>• DHCP</li> <li>• NTP</li> </ul> Verzeichnisdienste, z. B.: <ul style="list-style-type: none"> <li>• LDAP</li> </ul> Nutzerdienste, z. B.: <ul style="list-style-type: none"> <li>• HTTP</li> <li>• SMTP</li> </ul>	Konfiguration der Netzwerkeinstellungen Festlegung einschlägiger Dienste Durchführung von Tests zur Erreichbarkeit und Funktion von Diensten mit Tools	Netzwerkprotokolle OSI-Modell RFCs
betreuen den laufenden Netzwerkbetrieb und planen notwendige Änderungen und führen sie durch.	IT-Service-Management Helpdesk-Systeme Aktualisierungsmethoden	Überwachung der Funktionsfähigkeit und Sicherheit der Dienste ausfallsichere Aktualisierung der Systeme Planung von Service und Support	Skalierbarkeit von Systemen Change-Management
HINWEISE:	Das Lernfeld 4 „Computersystem- und Netzwerktechnik“ ist mit Lernfeld 4 „Informations- und Kommunikationstechnik“ identisch. Schwerpunktübergreifender Unterricht soll ermöglicht werden.		

**4.3.7 Lernfeld 5: Sicherheit der Netze und Daten planen und gewährleisten [160-200h]**

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF5 SICHERHEIT DER NETZE UND DATEN PLANEN UND GEWÄHRLEISTEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
beachten den Schutz personenbezogener Daten.	Datenschutzgesetze, z. B. <ul style="list-style-type: none"> <li>• EU-DSGVO</li> <li>• BDSG</li> <li>• §202 StGB</li> </ul> 10 Gebote des Datenschutzes Datenschutzbeauftragung	Umsetzung der Datenschutzgesetze in der Praxis	Notwendigkeit des Schutzes personenbezogener Daten informationelle Selbstbestimmung
berücksichtigen alle Aspekte der Datensicherung und –verfügbarkeit.	Backup Archivierung Ausfallsicherheit (organisatorisch) redundante Energieversorgung redundante Klimatisierung	Erstellung einer Gefährdungsanalyse Erstellung und Umsetzung einer Risikomaßnahmenplanung und eines Datensicherungskonzeptes	betriebliche Abhängigkeit von Daten gesetzliche Regelungen zur Aufbewahrung

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF5 SICHERHEIT DER NETZE UND DATEN PLANEN UND GEWÄHRLEISTEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
halten sich aktuell über Entwicklungen der Bedrohungen und Angriffsszenarien.	Angriffsszenarien und Tools, z. B. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Portscan</li> <li>• Phishing</li> <li>• Visual Hacking</li> <li>• Keylogger</li> <li>• Cross-Site-Scripting</li> <li>• Man-in-the-middle-Attacken</li> <li>• DoS-Attacken und Botnetze</li> <li>• Ransomware</li> </ul>	Recherchieren und Analysieren von aktuellen Vulnerabilitäten (z. B. aus CERT, Metasploit, Security-Boards...) Abwehr passiver und aktiver Angriffe Durchführung von Penetrationstests	Vorgehensweisen der Cyber-Kriminalität Sicherheitsanforderungen an <ul style="list-style-type: none"> <li>• Authentizität</li> <li>• Vertraulichkeit</li> <li>• Verbindlichkeit</li> <li>• Integrität</li> <li>• Verfügbarkeit</li> </ul>
planen aktive und passive Schutzmaßnahmen.	Virenschutz Schlüsselverwaltung in Unternehmens-Netzwerken (PKI) Zertifikate Datenspeicher-Verschlüsselung Zugangssicherung z. B.: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Captcha</li> <li>• Passwortschutz</li> </ul>	Einführung eines ISMS (Information Security Management Systems) Einrichtung von sicheren Fernzugriffen (remote login mit secure shell (SSH)) Nutzung der SSL-(Secure Socket Layer) Techniken Entwurf und Einrichtung von Alarmierungskonzepten Einrichtung von Intrusion-Detection Systemen	Grundschriftbuch des BSI ISO/IEC 27001
HINWEISE:	Das Lernfeld 5 „Computersystem- und Netzwerktechnik“ ist mit Lernfeld 5 „Informations- und Kommunikationstechnik“ identisch. Schwerpunktübergreifender Unterricht soll ermöglicht werden.		

**4.3.8 Lernfeld 6: Entwurf und Optimierung von Geschäftsprozessen mit digitalen Systemen [280-320h]**

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF6 ENTWURF UND OPTIMIERUNG VON GESCHÄFTSPROZESSEN MIT DIGITALEN SYSTEMEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
arbeiten mit der Geschäftsleitung und/oder Organisationsentwicklung an der IT-Unterstützung der Aufbau- und Ablauforganisation.	ereignisgesteuerte Prozessketten von Ablauforganisationen Organisationsstrukturen im Unternehmen agiles Projektmanagement	Geschäftsprozesse abbilden Erstellen und Anwenden eines Prozessworkflows	Organisationsentwicklung
entwickeln die erforderlichen Daten- und Programmstrukturen sowie die entsprechenden Datenbankmodelle.	Datenmodelle DBMS strukturierte Programmierung objektorientierte Programmierung funktionale Programmierung Notationen und Symbolik (z. B. UML, NSD, PAP, EBNF, Pseudocode...) Entwurfsmuster	Komplexität von Problemstellungen reduzieren Normalisieren von Tabellen Darstellen von Algorithmen Visualisierung der Softwarekomponenten	Notwendigkeit von normgerechter Symbolik Sinn der Veranschaulichung von Programmabläufen

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF6 ENTWURF UND OPTIMIERUNG VON GESCHÄFTSPROZESSEN MIT DIGITALEN SYSTEMEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
stellen geeignete Software bereit und ergänzen diese durch eigene Programme / Skripte zur Deckung unternehmensspezifischer Bedürfnisse.	Programmiersprachen Skriptsprachen Entwicklungsumgebungen Testverfahren für Software	Erstellen, Testen und Dokumentieren von Programmcode in einer Entwicklungsumgebung für Desktop- bzw. Web-Anwendungen Prozessautomatisierung und Datenkonvertierung mittels Skriptsprachen Auswählen und Einbinden von Softwarekomponenten Versionsmanagement planen und umsetzen	Qualität der Programmentwicklung: Korrektheit, Robustheit, Wartbarkeit und Effizienz
stellen Datenbanken bereit und den Zugriff sicher.	Userinterface Funktionen eines DBMS Datenbanksichten Rollen Datenbanksprachen	Erstellen von Nutzeroberflächen für Datenbankzugriff Installation, Konfiguration, Wartung, Backup von Datenbanken Verwalten von Benutzerrechten	Angriffsszenarien gegen Datenbanken (z. B. SQL-Injection) Software-Ergonomie Datenbankmodelle Big Data
HINWEISE:			



4.3.9 Lernfeld 7: Rechner-Konzepte planen und konfigurieren [200-240h]

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF7 RECHNER-KONZEPTE PLANEN UND KONFIGURIEREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
stellen den Einsatz unterschiedlicher Client-Varianten im IT-Netz bedarfsgerecht sicher.	<p>Aufbau von Client-Rechnern:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hardwareschnittstellen</li> <li>• Speichertechnologien</li> <li>• Komponenten</li> </ul> <p>Client-Management, z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufbau und Betrieb einer virtuellen Desktop-Infrastruktur</li> <li>• Einbindung privater Geräte in die IT-Infrastruktur</li> <li>• Einzelplatz- oder zentrale Administration</li> </ul>	<p>Analyse der Client-Anforderungen und Erstellen von Ausschreibungsunterlagen</p> <p>Angebotsanalyse und -bewertung</p> <p>Durchführung von Systemtests</p> <p>Installation von Betriebssystemen und Anwendungsprogrammen</p> <p>Einrichtung und Administration eines Client-Managements</p>	<p>Fat- und Thin-Client-Konzepte</p> <p>TCO – Total Cost of Ownership</p>
sind in der Lage unterschiedlichste Server-Varianten anwendungsgerecht im IT-Netz einzubinden.	<p>HPC – High Performance Computing, z. B.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• RHEL</li> <li>• SLES</li> <li>• Microsoft HPC</li> </ul> <p>Mainframes (IBM Z-Series)</p> <p>App-Server für Dienste, z. B.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Transaktionsserver für Datenbanksysteme</li> <li>• Verzeichnisdienste</li> <li>• Authentifizierung</li> <li>• Webservices</li> </ul>	<p>Planung von Servern im IT-Netz</p> <p>Installation und Einbindung neuer Server ins IT-Netz</p>	

Die staatlich geprüften Technikerinnen <b>und Techniker</b> ...	LF7 RECHNER-KONZEPTE PLANEN UND KONFIGURIEREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
optimieren den Server-Einsatz hinsichtlich Auslastung, Skalierbarkeit, Verfügbarkeit und Kosten.	Clustering Virtualisierung HW-Redundanz Hot-Swap-Lösungen	Aufbau redundanter, skalierbarer und hochverfügbarer Server-Netzwerke mit Load-Balancing und Kostenkontrolle Durchführung von Server-Konsolidierung Optimieren des PUE (Power Usage Effectiveness)	RASUM – Reliability Availability Scalability Usability Manageability bei Servern Green-IT
optimieren die Speicherressourcen hinsichtlich Auslastung, Skalierbarkeit, Verfügbarkeit und Kosten.	DAS – Direct Attached Storage NAS – Network Attached Storage SAN – Storage Area Network Fibre-Channel Cloud-Systeme Datensicherungssysteme RAID-Systeme	Entwurf eines bedarfsorientierten Speicherkonzepts kostenbewusste Auswahl und Aufbau geeigneter Speicherlösungen	Datenspeichermodelle Wirtschaftlichkeit Redundanz Skalierbarkeit Hochverfügbarkeit
HINWEISE:			

**4.3.10 Lernfeld 8: Netzwerkinfrastruktur verwalten [120-160h]**

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF8 NETZWERKINFRASTRUKTUR VERWALTEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
nutzen Netzwerk-Monitoring zur Überwachung, Verwaltung und Dokumentation des IT-Netzes.	Auswertung von Logfiles Monitoringprotokolle Monitoringsoftware	Aufsetzen und Nutzen von Monitoringtools Inventarisierung Überwachung des Netzzustands mit Kennzahlen und Statistiken	Qualitätssicherung
gewährleisten den fehlerfreien Netzbetrieb durch Einsatz verschiedener Diagnosewerkzeuge und greifen bei Fehlern im Netz ein, um diese zu beheben.	Policy für Störungsfälle Ende-zu-Ende Tests Protokollanalyse Tools Bitfehlerstest	proaktives Netzwerkmanagement Troubleshooting Fehlersuchmethoden	Verfügbarkeit Single point of failure

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF8 NETZWERKINFRASTRUKTUR VERWALTEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
optimieren das IT-Netz bzgl. Ausfallsicherheit, Datendurchsatz, Skalierbarkeit und Kosten.	Optimierungs- und Redundanzkonzepte, z. B.: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Link-Aggregation</li> <li>• Trunking</li> </ul> Spanning Tree	angepasste Konfiguration von Netzwerkkomponenten Optimierung des Netzzustands	Skalierbarkeit Fehlertoleranz
HINWEISE:			

**4.3.11 Lernfeld 9: Adaption neuer Technologien [80-120h]**

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF9 ADAPTION NEUER TECHNOLOGIEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
nutzen Fortbildungsangebote zur selbständigen beruflichen Weiterbildung.	Industriezertifikate Messen und Lehrgänge der Hersteller Industriestandards	Qualifizierungsportfolio pflegen (z. B. ePortfolio Mahara) Wissenslücken und Qualifizierungsbedarfe beheben CBT (Computer Based Training)	selbstorganisiertes Lernen
überprüfen das Potenzial neuer Technologien für ein Unternehmen.	Dynamik technologischer Entwicklung Chancen und Risiken für Unternehmen Technologiebewertung	Durchführung und Auswertung von SWOT-Analysen	strategische Unternehmensführung Technikfolgenabschätzung Diffusionsverlauf neuer Technologien
arbeiten sich in neue Technologien ein und entwickeln Ansätze für deren Implementierung im Unternehmen.	Aufbau- und Ablauforganisation Wertschöpfungsprozesse in Produktion und Dienstleistung Organisationsentwicklung	Anwendung von Recherche- und Analysetechniken Anwendung von Kreativitätstechniken Visualisierung von Arbeitsergebnissen	Technologie- und Beziehungsmodelle Timing des Technologieübergangs

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF9 ADAPTION NEUER TECHNOLOGIEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
arbeiten mit der Geschäftsleitung und betroffenen Abteilungen an der Umsetzung in Produkte(n) und Prozessen.	Change-Architektur Präsentationstechniken	Handhabung eines Change-Plans zielgruppengerechte Aufbereitung von Innovationen entlang eines Change-Plans Durchführung von zielgruppengerechten Präsentationen für Technologie-Implementierungen Change-Monitoring	Veränderungsmanagement Innovations- und Technologiemanagement Zusammenhang von Präsentationsqualität und Entscheidungsfindungsprozessen nachhaltiger Technologietransfer
bereiten Entscheidungen über die Nutzung extern angebotener Dienstleistungen vor.	Entscheidungsmatrix, z. B. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kosten</li> <li>• Sicherheit</li> <li>• Verfügbarkeit</li> <li>• Kompatibilität</li> </ul>	nach systematischen Kriterien entscheiden die gefundene Lösung umsetzen und integrieren	Managed Service-Providing, z. B. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hosting</li> <li>• VoIP</li> <li>• Backup-Services</li> </ul>
HINWEISE:	Das Lernfeld 9 beinhaltet Tätigkeiten, die zu Führungsaufgaben befähigen. Gleichzeitig ermöglicht es den Schulen eine Profilbildung und die Integration von <b>digitalisierten Lernumgebungen in den Lernprozess. Die Inhalte der „neuen“ Technologien werden hier absichtlich nicht genannt</b> , da sie einem ständigen Wandel unterliegen. Zurzeit können beispielhaft aufgeführt werden: Netzwerktechnik Lernplattformen, (z. B. der Networking Academy (Cisco): CCNA1-4, Cybersecurity Essentials“, Cyber-Ops, Big Data & Analytics). Identifikation und Einführung von sog. disruptive technologies. Tätigkeiten könnten z. B. sein: VPN-Anbindung mit Geräte-Mix, Administration in BYOD-Umgebungen, Datenmanagement und -analyse, Big Data, Anbindung von IoT-Netzen an WANS		

## 5 Handhabung des Lehrplans

Die in Kapitel 3 theoretisch begründete strukturell-curriculare Rahmung impliziert einen anspruchsvollen kompetenzorientierten Unterricht. Um die darin gesetzten Vorgaben unterrichtswirksam zu machen, gilt es folgende Prämissen zu berücksichtigen:

- Moderner Fachschulunterricht ist *lernerorientiert*, d. h., dass alle zu planenden Unterrichtsprozesse sich primär an Lernprozessen ausrichten sollen, nicht an Lehrprozessen. Lernprozesse sollen einer kasuistisch-operativen Umsetzungslogik (handlungssystematisch) folgen, die von einer theoretisch-abstrakten Objektivierungslogik (fachsystematisch) ergänzt wird.
- Die Zielbildung in den Querschnitt-Lernfeldern erfolgt als Explikation der Lehrplan-Inhalte durch die *Beschreibung von Wissens- und Fertigungszielen*. Ihr Umfang und Anspruch bemisst sich aus deren jeweiliger Bedeutung für die korrespondierenden fachlich-methodischen Kompetenzen.
- Im Rahmen der beruflichen Lernfelder ist die Explikation von *beruflichen Handlungen* der curriculare Ausgangspunkt der Unterrichtsplanung. Damit wird von Anfang an geklärt, welches Wissen in welchen Handlungszusammenhängen von den Studierenden erworben werden soll. Die im Lehrplan vollzogene Beschreibung der Kompetenzen auf einem mittleren Niveau gilt es dabei in der konkreten Unterrichtskonzeption adäquat zu den jeweils vorliegenden Rahmenbedingungen und im jeweils aktuellen technisch-produktiven, gestalterischen oder betriebswirtschaftlichen Kontext zu konkretisieren.
- Die genaue Zusammenstellung eines unterrichtsrelevanten Gebildes aus Kompetenzen erfolgt über einen einschlägigen *Berufskontext*, welcher dann auch als übergreifende Lernsituation den Gesamtrahmen der jeweiligen Unterrichtseinheit bildet.
- Kompetenzerwerb setzt *Verständnisprozesse* voraus, welche durch eine *Problemorientierung* des Unterrichts ausgelöst werden. Je anspruchsvoller die Problemstellungen, desto höher das zu erreichende Kompetenz-Niveau.
- Kompetenzen im Sinne eines verstandenen Handelns erfordern einschlägiges Sach- und Prozesswissen mit entsprechendem Reflexionswissen mit unmittelbarem Bezug zu dessen *berufsspezifischer Nutzung*, daher soll sich der Kompetenzerwerb in *sinnvollen* Abschnitten zwischen kasuistisch-operativen Phasen (handlungssystematisch) und theoretisch-abstrakten Phasen (fachsystematisch) *wechselseitig ergänzen*.
- *Fachsystematische Lernprozesse* gehen von den Fachwissenschaften aus, beinhalten deren Systematiken und bilden damit ein anwendungsübergreifendes Gerüst für das berufliche Handeln. Sie sind zudem der Raum für die Auseinandersetzung mit den mathematisch-naturwissenschaftlichen bzw. gestalterischen Hintergründen. Lern-Reflexionen beziehen sich hier auf die Kategorien „Wissen“ (kognitive Reproduktion) und „Verstehen“ (kognitive Anwendung).
- *Handlungssystematische Lernprozesse* gehen von beruflichen Prozessen aus, beinhalten deren Eigenlogik und bilden damit anwendungsbezogene Ankerpunkte für das berufliche Handeln. Lernreflexionen beziehen sich hier auf die Kategorie „Können“ (operative Anwendung).
- *Lernerfolgsmessung* kann sich im Einzelnen auf „Wissen“, „Verständnis“ oder „Können“ beziehen, der Anspruch einer Kompetenzdiagnostik kann aber nur dann erfüllt werden, wenn alle drei oben genannten Komponenten *integrativ erhoben* werden, und mit den Zielkategorien *taxiert* werden.
- Der Erwerb sozial-kommunikativer Kompetenzen erfordert *kollektive Lernformen*, wird aber nicht allein durch diese gewährleistet. Entscheidend ist hier ein bewusster und re-

flektierter Kompetenzerwerb, daher sind sozial-kommunikative Kompetenz-Ziele den Studierenden zu kommunizieren, deren Erwerb zu thematisieren und zu reflektieren.

- Der Erwerb von Personalkompetenzen (bzw. Selbstkompetenzen) erfordert die Akzentuierung motivationaler, affektiver und strategisch-organisationaler Auseinandersetzungen der Studierenden mit sich und ihrem Lernen. Fachschulunterricht sollte daher das *Lernen als eigenständigen Lerngegenstand* begreifen und dies pädagogisch und methodisch angemessen umsetzen.

ENTWURF



## 6 Literaturverzeichnis

- Bader, R. (2004): Strategien zur Umsetzung des Lernfeld-Konzepts. In: bwp@ spezial 1
- BIFIE (Hrsg.). (2013). Standardisierte kompetenzorientierte Reifeprüfung. Reife- und Diplomprüfung. Grundlagen – Entwicklung – Implementierung. Unter Mitarbeit von H. Cesnik, S. Dahm, C. Dorninger, E. Dousset-Ortner, K. Eberharter, R. Fless-Klinger, M. Frebort, G. Friedl-Lucyshyn, D. Frötscher, R. Gleeson, A. Pinter, F. J., Punter, S. Reif-Breitwieser, E. Sattlberger, F. Schaffenrath, G. Sigott, H.-S. Siller, P. Simon, C. Spöttl, J. Steinfeld, E. Süß-Stepancik, I. Thelen-Schaefer & B. Zisser. Wien: Herausgeber.
- Chomsky, N. (1965). Aspects of the theory of syntax. Cambridge, Mass: M.I.T. Press.
- Erpenbeck, J. / Rosenstiel, L. / Grote S. / Sauter W. (2017): Handbuch Kompetenzmessung: Erkennen, verstehen und bewerten von Kompetenzen in der betrieblichen, pädagogischen und psychologischen Praxis. Stuttgart, Schäfer & Pöschel
- Euler, D. / Reemtsma-Theis, M. (1999): Sozialkompetenzen? Über die Klärung einer didaktischen Zielkategorie. In: Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik, Heft 2, S. 168 - 198.
- Klafki, W. (1964): Didaktische Analyse als Kern der Unterrichtsvorbereitung in: Roth, H. / Blumenthal, A. (Hrsg.): Grundlegende Aufsätze aus der Zeitschrift Die Deutsche Schule, Hannover 1964, S. 5 - 34.
- Lerch, S. (2013): Selbstkompetenz – eine neue Kategorie zur eigens gesollten Optimierung? Theoretische Analyse und empirische Befunde. In: REPORT 1/2013 (36. Jg.) S. 25 - 34.
- Mandl, H. / Friedrich H.F. (Hrsg.) (2005): Handbuch Lernstrategien. Göttingen, Hogrefe.
- Pittich, D. (2013). Diagnostik fachlich-methodischer Kompetenzen. Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag
- Siller, H.-S., Bruder, R., Hascher, T., Linnemann, T., Steinfeld, J., & Sattlberger, E. (2014). Stufung mathematischer Kompetenzen am Ende der Sekundarstufe II – eine Konkretisierung. In J. Roth & J. Ames (Hrsg.), Beiträge zum Mathematikunterricht 2014, Münster: WTM, S. 1135 - 1138.
- Tenberg, R. (2011): Vermittlung fachlicher und überfachlicher Kompetenzen in technischen Berufen. Theorie und Praxis der Technikdidaktik. Stuttgart: Steiner
- Volpert, W. (1980): Beiträge zur psychologischen Handlungstheorie. Bern: Huber.



# Lehrplan

## Zweijährige Fachschule für Technik

### FACHRICHTUNG INFORMATIONSTECHNIK

### SCHWERPUNKT TECHNISCHE BETRIEBSWIRTSCHAFT

ENTWURF

Impressum

Hessisches Kultusministerium  
Luisenplatz 10, 65185 Wiesbaden  
Tel.: 0611 368-0  
Fax: 0611 368-2096

E-Mail: [poststelle@hkm.hessen.de](mailto:poststelle@hkm.hessen.de)  
Internet: [www.kultusministerium.hessen.de](http://www.kultusministerium.hessen.de)

**Inhaltsverzeichnis**

1	Bedeutung der Fachschule für Technik in der Bildungslandschaft.....	4
2	Grundlegung für die Fachrichtung Informationstechnik.....	6
3	Theoretische Grundlagen des Lehrplans .....	9
3.1	Sozial-kommunikative Kompetenzen .....	9
3.2	Personale Kompetenzen .....	9
3.3	Fachlich-methodische Kompetenzen .....	10
3.4	Zielkategorien.....	11
3.4.1	Beruflich akzentuierte Zielkategorien.....	12
3.4.2	Mathematisch akzentuierte Zielkategorien .....	14
3.5	Taxierung der Kompetenzen in drei Stufen .....	14
3.5.1	Taxonomietabelle für beruflich akzentuierte Zielkategorien.....	16
3.5.2	Taxonomietabelle für mathematisch akzentuierte Zielkategorien .....	17
3.6	Zusammenfassung.....	18
4	Organisation der Kompetenzen und Kenntnisse .....	19
4.1	Lernfelder .....	19
4.2	Studentafel .....	21
4.3	Beruflicher Lernbereich .....	22
4.3.1	Mathematik (Querschnitt-Lernfeld) .....	22
4.3.2	Projektarbeit .....	24
4.3.3	Lernfeld 1: Projekte mittels systematischen Projektmanagements zum Erfolg führen .....	25
4.3.4	Lernfeld 2: Entwurf und Optimierung von Geschäftsprozessen mit digitalen Systemen .....	27
4.3.5	Lernfeld 3: Netzwerkinfrastruktur bereitstellen .....	29
4.3.6	Lernfeld 4: Betriebssysteme installieren und Dienste konfigurieren .....	31
4.3.7	Lernfeld 5: Sicherheit der Netze und Daten planen und gewährleisten ....	33
4.3.8	Lernfeld TB1: Absatzprozesse planen, steuern und kontrollieren .....	35
4.3.9	Lernfeld TB2: Beschaffungsprozesse planen, steuern und kontrollieren ..	37
4.3.10	Lernfeld TB3: Unternehmenskultur entwickeln und organisatorisch sowie personalwirtschaftlich umsetzen.....	39
4.3.11	Lernfeld TB4: Für den Leistungserstellungsprozess Investitionen tätigen und deren Finanzierung sicherstellen.....	41
4.3.12	Lernfeld TB5: Den Jahresabschluss erstellen und auswerten sowie zur Kostenkontrolle und Preisgestaltung nutzen .....	42
5	Handhabung des Lehrplans .....	43
6	Literaturverzeichnis .....	45

## 1 Bedeutung der Fachschule für Technik in der Bildungslandschaft

Die Fachschulen sind Einrichtungen der beruflichen Weiterbildung und schließen an eine einschlägige berufliche Ausbildung an. Sie bieten die Möglichkeit zu beruflicher Weiterqualifizierung aus der Praxis für die Praxis und ermöglichen dabei das Erreichen der höchsten Qualifizierungsebene in der beruflichen Bildung.<sup>1</sup>

In der Rahmenvereinbarung der Kultusministerkonferenz zu Fachschulen wird zu Ausbildungsziel, Tätigkeitsbereichen und Qualifikationsprofil das Folgende festgelegt:

„Ziel der Ausbildung im Fachbereich Technik ist es, Fachkräfte mit einschlägiger Berufsausbildung und Berufserfahrung für die Lösung technisch-naturwissenschaftlicher Problemstellungen, für Führungsaufgaben im betrieblichen Management auf der mittleren Führungsebene sowie für die unternehmerische Selbstständigkeit zu qualifizieren.

Die Ausbildung orientiert sich an den Erfordernissen der beruflichen Praxis und befähigt die Absolventinnen/Absolventen, den technologischen Wandel zu bewältigen und die sich daraus ergebenden Entwicklungen der Wirtschaft mitzugestalten.

Der Umsetzung neuer Technologien – verbunden mit der Fähigkeit kostenbewusst zu handeln und Fremdsprachenkenntnisse anzuwenden – wird deshalb auf der Basis des fachrichtungsspezifischen Vertiefungswissens in der Ausbildung besonderer Wert beigemessen. Der Fähigkeit, Mitarbeiter/Mitarbeiterinnen anzuleiten, zu führen, zu motivieren und zu beurteilen – sowie der Fähigkeit zur Teamarbeit – kommen im Zusammenhang mit den speziellen fachlichen Kompetenzen große Bedeutung zu.

Die Absolventinnen/Absolventen müssen vor diesem Hintergrund in der Lage sein, im Team und selbstständig Probleme des entsprechenden Aufgabenbereiches zu erkennen, zu analysieren, zu strukturieren, zu beurteilen und Wege zur Lösung dieser Probleme in wechselnden Situationen zu finden.“<sup>2</sup>

Die Studierenden sollen in der beruflichen Aufstiegsfortbildung zum staatlich geprüften Techniker / zur staatlich geprüften Technikerin befähigt werden, betriebswirtschaftliche, technisch-naturwissenschaftliche sowie künstlerische Aufgaben zu bewältigen.

Die Fachschulen orientieren sich dabei nicht an Studiengängen, sondern am Stand der Technik sowie ihrer praktischen Anwendung und genießen dadurch einen hohen Stellenwert in der Erwachsenenbildung.

Die Studierenden erlernen und vertiefen in der Weiterbildung das selbständige Erkennen, Strukturieren, Analysieren und Beurteilen von Problemen des Berufsbereiches und deren Lösung. Sie lernen, Projekte mittels systematischen Projektmanagements zum Erfolg zu führen

Dabei liegt ein besonderes Augenmerk auf der Förderung des wirtschaftlichen Denkens und verantwortlichen Handelns in Führungspositionen und der damit verbundenen Fähigkeit zu konstruktiver Kritik und der Bewältigung von Konflikten.

---

<sup>1</sup>DQR Niveau 6

<sup>2</sup>Rahmenvereinbarung über Fachschulen; Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 07.11.2002 i.d.F. vom 02.06.2016 S.16

Nicht zuletzt vertiefen die Studierenden ihre Fähigkeiten, sprachlich sicher zu agieren, um in allen Kontexten des beruflichen Handelns bestehen zu können.

Die rasante Entwicklung digitaler Technologien und die damit einhergehenden, tiefgreifenden Veränderungen in der Wirtschaft, in Arbeitsprozessen und im Kommunikationsverhalten stellen auch neue Anforderungen an Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen. So ist auch der Tätigkeitsbereich der Techniker und Technikerinnen in vielen Bereichen durch zusätzliche Merkmale betroffen:

- Vernetzung der Infrastruktur sowie der gesamten Wertschöpfungskette,
- Erfassung, Transport, Speicherung und Auswertung großer Datenmengen,
- Echtzeitfähigkeit der Systeme,
- cyber-physische Systeme – intelligente, kommunikationsfähige und autonome Maschinen und Systeme,
- Verschmelzung von virtueller und realer Welt,
- Gewährleistung von Datensicherheit und Datenschutz.

Somit muss die klassische Trennung in prozess- und produktorientierte berufsspezifische Handlungsfelder zugunsten eines die Schnittstellen vernetzenden, stärker systemorientierten und unternehmerischen Handlungskontextes aufgelöst werden.<sup>3</sup>

Der Erwerb der dazu benötigten Kompetenzen muss, auch wenn sie in den Lernfeldmatrizen nicht explizit aufgeführt sein sollten, durch die unterrichtliche Umsetzung in den Fachschulen für Technik ermöglicht werden.

---

<sup>3</sup> Kompetenzorientiertes Qualifikationsprofil zur Integration der Thematik „Industrie 4.0“ in die Ausbildung an Fachschulen für Technik (Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 24.11.2017)

## 2 Grundlegung für die Fachrichtung Informationstechnik

Die Informationstechnik kann als Bindeglied zwischen der klassischen Elektrotechnik und der Informatik angesehen werden. Sie umfasst Mechanismen der Informationsverarbeitung und die dafür notwendige Hard- und Software. Gegenwärtige Herausforderungen der Gesellschaft, wie z. B. die Energiewende, neue Mobilitätskonzepte oder die alternde Gesellschaft können nur mit breitem Einsatz von Informationstechnik bewältigt werden. Die gesellschaftliche Akzeptanz hängt dabei in besonderem Maße von der Sicherheit der Daten und Systeme ab.

Im Zuge der zunehmenden Digitalisierung werden auch die Schnittstellen mit vielen anderen natur- und technikkissenschaftlichen Disziplinen (Physik, Mathematik, Informatik, Sensorik, Automatisierungstechnik, Antriebstechnik, Energietechnik, Steuerungs- und Regelungstechnik) immer wichtiger.

Die Curricula der Fachschule für Technik, Fachrichtung Informationstechnik gehen deshalb konsequent von den praktischen Handlungsfeldern in den beruflichen Einsatzbereichen der Informationstechnik aus. Diese können sowohl in der Business-IT, der industriellen IT, der Kommunikations- als auch der Unterhaltungs-IT oder der IT-Dienstleistung liegen. Die daraus entwickelten Lernfelder werden durch Kompetenzmatrizen abgebildet, die mit Hilfe von Wissenskategorien (siehe Kapitel 3) in möglichst kurzer Form die Inhalte strukturieren. In einer sich zunehmend beschleunigenden Entwicklung auf allen Gebieten der Technik soll die unterrichtliche Umsetzung der vorliegenden Curricula insbesondere dazu beitragen, die Studierenden zur Bewältigung und Mitgestaltung des permanenten technologischen Wandels zu befähigen.

Informationstechnische Problemstellungen im gesellschaftlichen Kontext (etwa die Frage nach den Folgen der Digitalisierung) erfordern immer auch eine lernfeld- und fächerübergreifende Bearbeitung (Deutsch, Englisch, Politik, Wirtschaft, Recht und Umwelt) denn es geht in der Fachrichtung Informationstechnik immer auch um die Befähigung zur rationalen Bewältigung von gesellschaftlich bedingten Lebenssituationen. Außer der Vermittlung von Urteils- und Handlungsfähigkeit sowie des dazu notwendigen gründlichen Fach- und Methodenwissens ist zugleich auch der Erwerb humaner und gesellschaftlich-politischer Kompetenzen erforderlich, insbesondere die Fähigkeit zur kritischen Auseinandersetzung mit den Auswirkungen der Informationstechnik auf Umwelt und Gesellschaft.

Die Weiterbildung in der Fachrichtung Informationstechnik trägt damit zu den übergeordneten Bildungszielen der Fachschule für Technik bei, da sie auf die Bewältigung zukünftiger Lebens- und Berufssituationen in einer hochgradig von informationstechnischen Systemen durchdrungenen Gesellschaft vorbereitet.

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker der Fachrichtung Informationstechnik werden mit vielfältigen technischen, organisatorischen und wirtschaftlichen Aufgaben betraut und z. B. bei der Planung, Projektierung, Auftragsabwicklung und dem Vertrieb, der Entwicklung und Produktion sowie bei der Instandhaltung und im Service informationstechnischer Geräte, Systeme, Anwendungen und Prozesse eingesetzt.

Die Breite der Verantwortung reicht von der Erledigung definierter vorgegebener Aufträge, der Mitwirkung bei der Abwicklung bis zur selbständigen Planung und Durchführung von Projekten.

Um diesen Verantwortungsrahmen auszufüllen, sollen staatlich geprüfte Technikerinnen und Techniker

- Probleme analysieren, strukturieren und lösen,
- Informationen selbständig beschaffen,
- fähig sein, im Team zu arbeiten, aber auch Führungsaufgaben zu übernehmen,
- fähig sein, sich in einer Fremdsprache berufsbezogen zu informieren und gegebenenfalls zu kommunizieren,
- fähig sein, sich weiterzubilden.

Die unterschiedlichen Einsatzbereiche der staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker der Fachrichtung Informationstechnik erfordern eine Differenzierung der Ausbildung in die Schwerpunkte:

- **Computersystem- und Netzwerktechnik**
- **Technische Betriebswirtschaft**

Schwerpunktbezogene Zielsetzung der Weiterbildung ist insbesondere die Befähigung zur Bewältigung folgender Aufgaben und Tätigkeiten:

### **Computersystem- und Netzwerktechnik**

- Projektierung und Installation von Computersystemen und Netzwerken
- Installation und Anpassung von Software
- Wartung der Systeme und Pflege der Software
- Organisation von Wartungs- und Servicearbeiten
- Kundenberatung

Im Rahmen der beruflichen Tätigkeitsbereiche führt die staatlich geprüfte Technikerin/der staatlich geprüfte Techniker des Schwerpunkts Computersystem- und Netzwerktechnik folgende typische Tätigkeiten unter Beachtung vorgegebener Regeln, Normen und Vorschriften aus:

- Führen Projekte auch mit Leitungsverantwortlichkeit durch
- Netzwerkinfrastruktur entsprechend den Bedürfnissen der Auftraggeber bereitstellen, konzipieren, entwerfen, installieren, in Betrieb nehmen und dokumentieren
- Stellen die Anbindungen an öffentliche Netze bereit, regeln die Zugangskontrolle und ermöglichen sichere Kommunikation über unsichere Verbindungswege
- Realisieren bedarfsorientiert passende Client-, Server und Speicher-Lösungen
- Installieren Betriebssysteme und konfigurieren Dienste nach Kundenanforderungen
- Verwalten das Netz, überwachen den laufenden Betrieb mit Monitoring- und Diagnose-Werkzeugen und optimieren Infrastruktur und Abläufe
- Planen Benutzer- und Ressourcen-Verwaltungskonzepte und setzen diese um
- Arbeiten zusammen mit der Geschäftsführung an der IT-Umsetzung von Aufbau- und Ablauforganisation
- Entwickeln die erforderlichen Daten- und Programmstrukturen und realisieren die entsprechenden Datenbankmodelle
- Arbeiten sich selbständig in neue Technologien ein und entwickeln Ansätze für deren Implementierung im Unternehmen



- Planen Sicherheitskonzepte mit aktiven und passiven Schutzmaßnahmen für Netze und Daten

### Technische Betriebswirtschaft

Der große Anteil betriebswirtschaftlicher Problemstellungen innerhalb der Arbeitswelt stellt erhöhte Anforderungen an die Beschäftigten in der Industrie. Neue Organisationsformen und Managementtechniken bestimmen den betrieblichen Alltag und die Ausgestaltung von Geschäftsprozessen. Im Zentrum steht die Kundenorientierung, die die Wettbewerbsfähigkeit nachhaltig sichert. Das Unternehmen ist bestrebt, aus dem Zielkonflikt zwischen Qualität, Kosten und Termin die Ausprägung zu finden, die den Bedürfnissen der Kunden am besten entspricht. Hierfür sind neben technischen auch betriebswirtschaftliche Kompetenzen notwendig, um langfristig einen Markterfolg zu erzielen.

Im Rahmen des Studiums werden die unternehmerischen Kompetenzen in Lernfeldern abgebildet, die sowohl technische als auch betriebswirtschaftliche berufliche Handlungen umfassen. Die Studierenden projektieren und entwickeln folglich technische Systeme und Anlagen und nehmen sie in Betrieb. Ferner planen, steuern und optimieren sie Absatz-, Beschaffungs- und Leistungserstellungsprozesse. Außerdem gestalten sie die Unternehmenskultur mit und setzen diese personalwirtschaftlich um. Darüber hinaus bereiten die Technikerinnen und Techniker Investitionen vor und stellen deren Finanzierung sicher. Sie erfassen und überwachen die daraus entstehenden Wertströme zur Kostenkontrolle und Preisgestaltung.

### 3 Theoretische Grundlagen des Lehrplans

Der vorliegende Lehrplan für Fachschulen in Hessen orientiert sich am aktuellen Anspruch beruflicher Bildung, Menschen auf Basis eines umfassenden Verständnisses handlungsfähig zu machen, also ihnen nicht alleine Wissen oder Qualifikationen, sondern Kompetenzen zu vermitteln. Eine im deutschsprachigen Raum anerkannte Grunddefinition von Kompetenz basiert auf dem US-amerikanischen Sprachwissenschaftler NOAM CHOMSKY, der diese als *Disposition zu einem eigenständigen, variablen Handeln* beschreibt (CHOMSKY, 1965). Das Kompetenzmodell von JOHN ERPENBECK und LUTZ VON ROSENSTIEL präzisiert dieses Basiskonzept, indem es sozial-kommunikative, personale und fachlich-methodische Kompetenzen unterscheidet (ERPENBECK, ROSENSTIEL, GROTE, SAUTER, 2017, S. XXI ff).

#### 3.1 Sozial-kommunikative Kompetenzen

Sozial-kommunikative Kompetenzen sind Dispositionen, kommunikativ und kooperativ selbstorganisiert zu handeln, d. h. sich mit anderen kreativ auseinander- und zusammensetzen, sich gruppen- und beziehungsorientiert zu verhalten, und neue Pläne, Aufgaben und Ziele zu entwickeln.

Diese werden im Kontext beruflichen Handelns nach EULER & REEMTSMA-THEIS (1999) konkretisiert und differenziert in einen (a) agentiven Schwerpunkt, einen (b) reflexiven Schwerpunkt und (c) deren Integration:

Zu (a): Fähigkeit zur Artikulation und Interpretation von verbalen und nonverbalen Äußerungen auf der Sach-, Beziehungs-, Selbstkundgabe- und Absichtsebene und Fähigkeit zur Artikulation und Interpretation von verbalen und nonverbalen Äußerungen im Rahmen einer Meta-Kommunikation auf der Sach-, Beziehungs-, Selbstkundgabe- und Absichtsebene.

Zu (b): Fähigkeit zur Klärung der Bedeutung und Ausprägung der situativen Bedingungen, insbesondere von zeitlichen und räumlichen Rahmenbedingungen der Kommunikation, 'Nachwirkungen' aus vorangegangenen Ereignissen, der sozialen Erwartungen an die Gesprächspartner, der Wirkungen aus der Gruppenzusammensetzung (jeweils im Hinblick auf die eigene Person sowie die Kommunikationspartner), Fähigkeit zur Klärung der Bedeutung und Ausprägung der personalen Bedingungen, insbesondere der emotionalen Befindlichkeit (Gefühle) der normativen Ausrichtung (Werte), der Handlungsprioritäten (Ziele), der fachlichen Grundlagen (Wissen), des Selbstkonzepts ('Bild' von der Person), (jeweils im Hinblick auf die eigene Person sowie die Kommunikationspartner), Fähigkeit zur Klärung der Übereinstimmung zwischen den äußeren Erwartungen an ein situationsgerechtes Handeln und den inneren Ansprüchen an ein authentisches Handeln.

Zu (c): Fähigkeit und Sensibilität, Kommunikationsstörungen zu identifizieren, und die Bereitschaft, sich mit ihnen (auch reflexiv) auseinanderzusetzen. Fähigkeit, reflexiv gewonnene Einsichten und Vorhaben in die Kommunikationsgestaltung einbringen und (ggf. unter Zuhilfenahme von Strategien der Handlungskontrolle) umsetzen zu können.

#### 3.2 Personale Kompetenzen

Personale Kompetenzen sind Dispositionen, sich selbst einzuschätzen, produktive Einstellungen, Werthaltungen, Motive und Selbstbilder zu entwickeln, eigene Begabungen, Moti-

vationen, Leistungsvorsätze zu entfalten und sich im Rahmen der Arbeit und außerhalb kreativ zu entwickeln und zu lernen.

LERCH (2013) bezeichnet personale Kompetenzen in Orientierung an aktuellen bildungswissenschaftlichen Konzepten auch als Selbstkompetenzen und unterscheidet dabei motivational-affektive Komponenten wie Selbstmotivation, Lern- und Leistungsbereitschaft, Sorgfalt, Flexibilität, Entscheidungsfähigkeit, Eigeninitiative, Verantwortungsfähigkeit, Zielstrebigkeit, Selbstvertrauen, Selbstständigkeit, Hilfsbereitschaft, Selbstkontrolle und Anstrengungsbereitschaft und strategisch-organisatorische Komponenten wie Selbstmanagement, Selbstorganisation, Zeitmanagement sowie Reflexionsfähigkeit. Hier sind auch sogenannte Lernkompetenzen (MANDL & FRIEDRICH, 2005) als jene personalen Kompetenzen einzuordnen, welche auf die eigenständige Organisation und Regulation des Lernens ausgerichtet sind.

### 3.3 Fachlich-methodische Kompetenzen

Fachlich-methodische Kompetenzen sind Dispositionen einer Person, bei der Lösung von sachlich-gegenständlichen Problemen geistig und physisch selbstorganisiert zu handeln, d. h. mit fachlichen und instrumentellen Kenntnissen, Fertigkeiten und Fähigkeiten kreativ Probleme zu lösen, Wissen sinnorientiert einzuordnen und zu bewerten; das schließt Dispositionen ein, Tätigkeiten, Aufgaben und Lösungen methodisch selbstorganisiert zu gestalten, sowie die Methoden selbst kreativ weiterzuentwickeln.

Fachlich-methodische Kompetenzen sind – im Sinne von ERPENBECK, ROSENSTIEL, GROTE, UND SAUTER (2017, S.XXI ff) – durch die Korrespondenz konkreter Handlungen und spezifischem Wissen beschreibbar. Wenn bekannt ist, was ein Mensch als Folge eines Lernprozesses können soll und auf welcher Wissensbasis dieses Können abgestützt sein soll, um ein eigenständiges und variables Handeln zu ermöglichen, kann sehr gezielt ein Unterricht geplant und gestaltet werden, der solche Kompetenzen integrativ vermittelt und eine Diagnostik entwickelt, mit welcher diese überprüft werden können. Im vorliegenden Lehrplan werden somit fachlich-methodische Kompetenzen als geschlossene Sinneinheiten aus Können und Wissen konkretisiert. Das Können wird dabei in Form einer beruflichen Handlung beschrieben, das Wissen in drei eigenständigen Kategorien auf mittlerem Konkretisierungsniveau spezifiziert: (a) Sachwissen, (b) Prozesswissen und (c) Reflexionswissen (PITTICH, 2013).

Zu (a): Sachwissen umfasst ein *anwendungs- und umsetzungsunabhängiges Wissen* über Dinge, Gegenstände, Geräte, Abläufe, Systeme etc. Es ist Teil fachlicher Systematiken und daher sachlogisch-hierarchisch strukturiert, wird durch assoziierendes Wahrnehmen, Verstehen und Merken erworben und ist damit die *gegenständliche Voraussetzung für ein eigenständiges, selbstreguliertes Handeln*. Beispiele: Aufbau eines Temperatursensors, Bauteile eines Kompaktreglers, Funktion eines Kompaktreglers, Aufbau einer Speicherprogrammierbaren Steuerung, Programmiersprache einer Speicherprogrammierbaren Steuerung, Struktur des Risikomanagement-Prozesses, EFQM-Modell.

Zu (b): Prozesswissen umfasst ein *anwendungs- und umsetzungsabhängiges Wissen* über berufliche Handlungssequenzen. Prozesse können auf drei verschiedenen Ebenen stattfinden, daher hat Prozesswissen entweder eine Produktdimension (Handhabung von Werkzeug, Material etc.), eine Aufgabendimension (Aufgaben-Typus, -Abfolgen etc.) oder eine Organisationsdimension (Geschäftsprozesse, Kreisläufe etc.). Prozesswissen ist immer Teil handlungsbezogener Systematiken und daher prozesslogisch-multizyklisch struk-

turiert, wird durch zielgerichtetes und feedback-gesteuertes Tun erworben und ist damit *funktionale Voraussetzung für ein eigenständiges, selbstreguliertes Handeln*. Beispiele: Kalibrierung eines Temperatursensors, Bedienung eines Kompaktreglers, Umgang mit der Programmierumgebung einer speicherprogrammierbaren Steuerung, Umsetzung des Risikomanagements, Handhabung einer EFQM-Zertifizierung.

Zu (c): Reflexionswissen umfasst ein *anwendungs- und umsetzungsunabhängiges Wissen*, welches hinter dem zugeordneten Sach- und Prozesswissen steht. Als konzeptuelles Wissen bildet es die theoretische Basis für das vorgeordnete Sach- und Prozesswissen und steht damit diesen gegenüber auf einer Meta-Ebene. Mit dem Reflexionswissen steht und fällt der Anspruch einer Kompetenz (und deren Erwerb). Seine Bestimmung erfolgt im Hinblick auf a) das unmittelbare Verständnis des Sach- und Prozesswissens (Erklärungsfunktion), b) die breitere wissenschaftliche Abstützung des Sach- und Prozesswissens (Fundierungsfunktion), c) die Relativierung des Sach- und Prozesswissens im Hinblick auf dessen berufliche Flexibilisierung und Dynamisierung (Transferfunktion). Umfang und Tiefe des Reflexionswissens werden ausschließlich so bestimmt, dass diesen drei Funktionen Rechnung getragen wird.

In der Trias dieser drei Wissenskategorien besteht ein bedeutsamer Zusammenhang: Das Sachwissen muss am Prozesswissen anschließen und umgekehrt, das Reflexionswissen muss sich auf die Hintergründe des Sach- und Prozesswissens eingrenzen. D. h., dass die hier anzuführenden Wissensbestandteile nur dann kompetenzrelevant sind, wenn sie innerhalb des hier eingrenzenden Handlungsrahmens liegen. Eine Teilkompetenz ist somit das Aggregat aus einer beruflichen Handlung und dem damit korrespondierenden Wissen:

Teilkompetenz			
Berufliche Handlung	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen

Innerhalb der einzelnen Lernfelder sind die einbezogenen Teilkompetenzen nicht zufällig angeordnet, gegenteilig folgen sie einem generativen Ansatz. D. h., dass die jeweils nachfolgende Teilkompetenz den Erwerb der vorausgehenden voraussetzt. Somit gelten innerhalb eines Lernfeldes alle Wissensaspekte, die in den vorausgehenden Teilkompetenzen konkretisiert wurden. Damit wird der Tatsache Rechnung getragen, dass Kompetenzen in einer sachlogischen Abfolge aufgebaut werden, dabei aber vermieden, dass innerhalb der Wissenszuordnungen der Teilkompetenzen nach unten zunehmend Redundanzen dargestellt werden.

### 3.4 Zielkategorien

Alle im Lehrplan aufgeführten Ziele lassen sich den folgenden Kategorien zuordnen:

1. Beruflich akzentuierte Zielkategorien: Kommunizieren & Kooperieren, Darstellen & Visualisieren, Informieren & Strukturieren, Planen & Projektieren, Entwerfen & Entwickeln, Realisieren & Betreiben und Evaluieren & Optimieren.
2. Mathematisch akzentuierte Zielkategorien: Operieren, Modellieren und Argumentieren.

Diese Kategorisierung soll in beruflicher Ausrichtung den Lehrplan mit dem Konzept der vollständigen Handlung (VOLPERT, 1980) hinterlegen, in mathematischer Ausrichtung mit dem O-M-A-Konzept (SILLER ET AL. 2014). Damit wird zum einen eine theoretisch abgestützte Differenzierung der vielfältigen Ziele beruflicher Lehrpläne erreicht, zum anderen die strukturelle Basis für eine nachvollziehbare und handhabbare Taxierung hergestellt.

### 3.4.1 Beruflich akzentuierte Zielkategorien

#### **Kommunizieren und Kooperieren**

Zum Kommunizieren gehören die schriftliche und mündliche Darlegung technischer, gestalterischer und betriebswirtschaftlicher Sachverhalte sowie die Führung einer Diskussion oder eines Diskurses über Problemstellungen unter Nutzung der erforderlichen Fachsprache. Das Spektrum der Zielkategorie reicht von einfachen Erläuterungen über fachlich fundierte Argumentation bis hin zur fachlichen Bewertung und Begründung technischer bzw. gestalterischer Zusammenhänge und Entscheidungen. Dabei sind die Sachverhalte und Problemstellungen inhaltlich klar, logisch strukturiert und anschaulich aufzubereiten. Der sachgemäße Gebrauch von Kommunikationsmedien und Kommunikationsplattformen sowie die Kenntnis der Kommunikationswege ermöglichen effektive Teamarbeit. Nicht zuletzt sind in diesem Zusammenhang der angemessene Umgang mit interkulturellen Aspekten sowie fremdsprachliche Kenntnisse erforderlich.

Kooperation ist eine wesentliche Voraussetzung zur Lösung komplexer Problemstellungen. Notwendig für erfolgreiche Kooperation ist Klarheit über die Gesamtzielsetzung, über die Teilziele, über die Schnittstellen und Randbedingungen sowie über die Arbeitsteilung und die Stärken und Schwächen aller Kooperationspartner. Um erfolgreich zu kooperieren, ist es erforderlich, die eigene Person und Leistung als Teil eines Ganzen zu sehen und einem gemeinsamen Ziel unterzuordnen. Auftretende Konflikte müssen respektvoll und sachbezogen gelöst werden.

#### **Darstellen und Visualisieren**

Diese Zielkategorie umfasst das Darstellen und Illustrieren technischer, gestalterischer und betriebswirtschaftlicher Sachverhalte, insbesondere das 'Übersetzen' abstrakter Daten und dynamischer Prozesse in fachgerechte Tabellen, Zeichnungen, Skizzen, Diagramme und weitere grafische Formen sowie beschreibende und erläuternde Texte. Dazu gehört es, geeignete Medien zur Visualisierung zu wählen, Sachverhalte, Problemstellungen und Lösungsvarianten in Dokumenten und Präsentationen darzustellen und zu erläutern. Ferner sind bei der Erstellung von Dokumenten die geltenden Normen und Konventionen zu beachten.

#### **Informieren und Strukturieren**

Das Internet bietet Information in großer Fülle zu vielen technischen, gestalterischen und betriebswirtschaftlichen Sachverhalten. Weitere Informationsquellen sind die wissenschaftliche Literatur und Dokumente aus den Betrieben und der Industrie sowie Experten und Kollegen. Sich umfassend und objektiv zu informieren stellt unter dieser Vielfalt eine grundsätzliche und wichtige Kompetenz dar. Die Studierenden sollen die Fähigkeit erwerben, zu Sachverhalten und Problemstellungen wichtige Informationsquellen zu benennen, sowie die Glaubwürdigkeit und Seriosität dieser Quellen anhand belastbarer Kriterien zu bewerten. Das Spektrum dieser Zielkategorie beinhaltet ferner die korrekte und sachgerechte Verwendung von Zitaten und die Beachtung von Persönlichkeitsrechten. Mit dem Informationserwerb geht die Strukturierung der Informationen durch zielgerechtes Auswählen, Zusammenfassen und Aufbereiten einher.

#### **Planen und Projektieren**

Diese Zielkategorie beinhaltet die wesentlichen Fertigkeiten und Kenntnisse, um komplexere und umfangreichere Aufgaben- oder Problemstellungen inhaltlich wie auch zeitlich zu

strukturieren, mit Qualitätssicherungsmaßnahmen zu belegen und die Kosten und Ressourcen zu kalkulieren und zu bewerten. Im Detail gehören dazu die Fähigkeiten, überprüfbare Kriterien und Planungsziele zu definieren und deren Umsetzung zu planen und zu kontrollieren. Die zeitliche und inhaltliche Gliederung der Aufgaben ist zu Zwecken der Kontrolle und Steuerung, der Kooperation und Visualisierung durch eine begründete Wahl von Projektmethoden und Werkzeugen sicherzustellen.

### **Entwerfen und Entwickeln**

Das Entwerfen ist die zielgerichtete geistige und kreative Vorbereitung eines später zu realisierenden Produktes. Dieses Produkt kann beispielsweise ein Modell, eine Kollektion, eine Vorrichtung, eine Schaltung, eine Baugruppe, ein Steuerungsprogramm oder auch ein Regelkreis sein. Das Ergebnis dieses Prozesses – der Entwurf – wird in Form von Texten, Zeichnungen, Grafiken, (Näh-) Proben, Schnittmustern, Schaltplänen, Modellen oder Berechnungen dokumentiert.

Entwickeln ist die zielgerichtete Konkretisierung eines Entwurfs oder Verbesserung eines bestehenden Produktes oder technischen Systems. Dabei bilden die Studierenden in Schritten stufenweise Detaillösungen zu den Problemstellungen ab. Die Kenntnis über Kreativitätstechniken, Analyse- und Berechnungsmethoden sowie deren fachspezifischen Anwendungen spielen in diesem Entwicklungsprozess eine zentrale Rolle.

### **Realisieren und Betreiben**

Neben dem eigentlichen Umsetzen des Entwurfs (z. B. Prototyp, Nullserie, Testanlage) geht es hier um die Inbetriebnahme, das Einbinden des Produktes in die Produktumgebung, das Messen und Prüfen der realisierten Komponenten und Modelle, die konkrete Fertigung, auch in Form einer Serie, die Integration einer Software in ein System, die Integration von Software und Hardware oder das Testen einer implementierten Software oder eines Verfahrens möglichst unter Realbedingungen. Dabei können auch geeignete Simulationsverfahren zum Einsatz kommen. Gewonnene Erkenntnisse können auf neue Problemstellungen transferiert werden. Damit ein technisches System dauerhaft funktioniert, sind ggf. Instandhaltungsmaßnahmen rechtzeitig, bedarfsgerecht und geplant unter Berücksichtigung der Wirtschaftlichkeit des gesamten Systems durchzuführen.

### **Evaluieren und Optimieren**

Im Interesse der Qualitätssicherung ist ein stetiges Reflektieren, Evaluieren und Optimieren erforderlich. Sowohl bei überschaubaren Arbeitspaketen als auch bei ganzen Projekten ist hinsichtlich der eingesetzten Methoden, Ressourcen, Kosten und erbrachten Ergebnisse zu klären: Was hat sich bewährt, was sollte bei der nächsten Gelegenheit wie verbessert werden (Lessons Learned)?

Die Kenntnis und Anwendung spezieller Methoden der Reflektion und Evaluation mit der dazugehörigen Datenerfassung und Auswertung sind in dieser Zielkategorie essenziell.

Jeder Prozess oder jede Anlage bedarf eines kontinuierlichen Verbesserungsprozesses (KVP). Dafür sind spezielle Kompetenzen notwendig, die die Datenerfassung, die Datenauswertung zur Identifikation von Verbesserungspotential und die Entscheidung für Maßnahmen unter Berücksichtigung von Effektivität und Effizienz ermöglichen.

Zur Bewältigung zukünftiger Herausforderungen im Privaten wie Beruflichen ist es wichtig, sich selbstbestimmt und selbstverantwortlich neuen Lerninhalten und Lernzielen zu stellen. Die Studierenden sollen deshalb unterschiedliche Lerntechniken kennen und anwen-

den sowie über das Reflektieren des eigenen Lernverhaltens in die Lage versetzt werden, ihren Lernprozess aus der Perspektive des lebenslangen Lernens bewusst und selbstständig zu gestalten und zu fördern.

### 3.4.2 Mathematisch akzentuierte Zielkategorien

Den mathematisch akzentuierten Zielkategorien werden die Handlungsdimensionen „Operieren“, „Modellieren“ und „Argumentieren“ (kurz: O-M-A) zu Grunde gelegt, welche sich nach SILLER ET. AL (2014) zum einen an grundlegenden mathematischen Tätigkeiten und zum anderen an den fundamentalen Ideen der Mathematik orientieren.

Die Dimension *Operieren* bezieht sich auf „die Planung sowie die korrekte, sinnvolle und effiziente Durchführung von Rechen- oder Konstruktionsabläufen und schließt z. B. geometrisches Konstruieren oder (...) das Arbeiten mit bzw. in Tabellen und Grafiken mit ein“ (BIFIE, 2013, S. 21).

Die Dimension *Modellieren* ist darauf ausgerichtet „in einem gegebenen Sachverhalt die relevanten mathematischen Beziehungen zu erkennen (...), allenfalls Annahmen zu treffen, Vereinfachungen bzw. Idealisierungen vorzunehmen und Ähnliches“ (BIFIE, 2013, S. 21).

Die Dimension *Argumentieren* fokussiert „eine korrekte und adäquate Verwendung mathematischer Eigenschaften, Beziehungen und Regeln sowie der mathematischen Fachsprache“ (BIFIE, 2013, S. 22).

### 3.5 Taxierung der Kompetenzen in drei Stufen

Die Qualität einer fachlich-methodischen Kompetenz kann nicht anhand einzelner Wissenskomponenten bemessen werden. Entscheidend ist hier vielmehr der Freiheitsgrad des Handlungsraums, in dem sie eingebettet ist. Nicht diejenigen, die hier in einzelnen Facetten das breiteste Wissen nachweisen können, sind die Kompetentesten, sondern diejenigen, deren Handlungsfähigkeit im einschlägigen Kontext am weitesten reicht. Hier lassen sich theoriebasiert drei Handlungsqualitäten unterscheiden:

Qualität 1 (linear-serielle Struktur):

Start und Ziel eindeutig, Umsetzung durch „reflektiertes Abarbeiten“ (Abfolgen).

Qualität 2 (zyklisch-verzweigte Struktur):

Start und Ziel eindeutig, Umsetzung durch das koordinierte Abarbeiten mehrerer Abfolgen und damit zusammenhängenden Auswahlentscheidungen (Algorithmen).

Qualität 3 (mehrschichtige Struktur):

Ziel und Start müssen definiert werden, Umsetzung durch Antizipieren tragfähiger Algorithmen bzw. deren Erprobung und reflektierter Kombination (Heuristiken).

Es ist erkennbar, dass die jeweils höhere Qualität die der vorausgehenden integriert. Handeln auf Ebene des Algorithmus bedingt die Beherrschung der darin zu vollziehenden Abfolgen, Handeln auf Heuristik-Ebene bedingt die Beherrschung der darin zu vollziehenden Algorithmen. Für die Qualität 1 ist daher Reflexionswissen funktional nicht erforderlich, trotzdem ist es für Lernende bedeutsam, da ein Verständnislernen immer interessanter und motivierender ist als ein rein funktionalistisches Lernen. Für Qualität 2 ist moderates Reflexionswissen erforderlich, da hier schon Entscheidungen eigenständig getroffen werden müssen. Mit dem Anspruchsniveau der erforderlichen Entscheidungen steigt der Bedarf an Reflexionswissen. Qualität 3 kann nur umgesetzt werden, wenn über das Reflexi-

onswissen der Stufe 2 hinaus weiteres Reflexionswissen verfügbar ist, welche neben, hinter oder über diesem steht. Um komplexe Probleme zu lösen, sind kognitive Freiheitsgrade erforderlich, die nur mit einem entsprechend tiefen Verständnis der jeweiligen Zusammenhänge erreicht werden können.

Diese Handlungsqualitäten können für den Lehrplan als Kompetenzstufen genutzt werden, denn sie repräsentieren Kompetenz-Unterschiede, welche nicht auf einem Kontinuum darstellbar sind, sondern sich in diskreten Qualitäten ausdrücken. Um die in den Lernfeldern aufgelisteten Kompetenz-Beschreibungen nicht zu überladen, wird im vorliegenden Lehrplan nicht jede einzelne Kompetenz in den drei Niveaustufen konkretisiert. Vielmehr erfolgt dies entlang der beruflichen und mathematischen Zielkategorien.

ENTWURF



## 3.5.1 Taxonomietabelle für beruflich akzentuierte Zielkategorien

Zielkategorien	Stufe I (Abfolge)	Stufe II (Algorithmus)	Stufe III (Heuristik)
<b>Kommunizieren &amp; Kooperieren</b>	Mitteilen und Annehmen von Informationen, koagierend zusammenarbeiten	an konstruktiven, adaptiven Gesprächen teilnehmen, kooperierend zusammenarbeiten	komplexe bzw. konfliktäre Gespräche führen, Kooperationen gestalten und steuern, Konflikte lösen
<b>Darstellen &amp; Visualisieren</b>	Präsentieren von klaren Gegenständlichkeiten, Fakten, Strukturen, Details	Präsentieren von eindeutigen Zusammenhängen und Funktionen mittels geeignet ausgewählter Darstellungsformen	Präsentieren und Dokumentieren komplexer Zusammenhänge und offener Sachverhalte mittels geeigneter Werkzeuge und Methoden
<b>Informieren &amp; Strukturieren</b>	Handhaben von Informationsmaterialien, Finden und Ordnen von Informationen	Finden einschlägiger Informationsmaterialien, Verifizieren, Selektieren und Ordnen von Informationen	Umsetzen offener Informationsbedarfe, von der Quellensuche bis zur strukturierten Information
<b>Planen &amp; Projektieren</b>	Problemstellungen inhaltlich strukturieren und zeitlich gliedern	routinenaher Projekte inhaltlich strukturieren und zeitlich gliedern	komplexe Projekte inhaltlich strukturieren und zeitlich gliedern unter Beachtung verfügbarer Ressourcen
<b>Entwerfen &amp; Entwickeln</b>	Umsetzen einfacher Ideen in Skizzen, Plänen oder konkreten Lösungen	Abgleichen konkurrierender Ideen, Umsetzen in Skizzen, Plänen oder konkreten Lösungen	Integration einzelner Ideen zu einer Gesamtlösung, Umsetzen in Skizzen, Plänen oder konkreten Lösungen
<b>Realisieren &amp; Betreiben</b>	Aktivieren und Kontrollieren serieller Prozesse	Aktivieren und Regulieren zyklischer Prozesse	Abstimmen, Aktivieren und Modulieren mehrschichtiger Prozesse
<b>Evaluieren &amp; Optimieren</b>	Bewerten entlang eines standardisierten Rasters, Umsetzen unmittelbarer Konsequenzen	Bewerten entlang eines offenen Rasters, Herleiten und Umsetzen von adäquaten Konsequenzen	Bewerten in Anwendung eigenständiger Kategorien, Herleiten und Umsetzen von adäquaten Konsequenzen

## 3.5.2 Taxonomietabelle für mathematisch akzentuierte Zielkategorien

Zielkategorien	Stufe I (Abfolge)	Stufe II (Algorithmus)	Stufe III (Heuristik)
<b>mathematisches Operieren</b>	Anwenden eines gegebenen bzw. vertrauten Verfahrens im Sinne eines Abarbeitens bzw. Ausführens	Abarbeiten und Ausführen mehrschrittiger Verfahren ggf. durch Rechneinsatz und Nutzung von Kontrollmöglichkeiten	Erkennen, ob ein bestimmtes Verfahren auf eine gegebene Situation passt, das Verfahren anpassen und ggf. weiterentwickeln
<b>mathematisches Modellieren</b>	Durchführen eines Darstellungswechsels zwischen Kontext und mathematischer Repräsentation Verwenden vertrauter und direkt erkennbarer Standardmodelle zur Beschreibung einer vorgegebenen (mathematisierter) Situation	Beschreiben vorgegebener (mathematisierter) Situation durch mathematische Standardmodelle bzw. mathematische Zusammenhänge Erkennen und Setzen von Rahmenbedingungen zum Einsatz von mathematischen Standardmodellen Anwenden von Standardmodellen auf neuartige Situationen Finden einer Passung zwischen geeigneten mathematischen Modellen und realen Situationen	komplexe Modellierung einer vorgegebenen Situation Reflektieren der Lösungsvarianten bzw. der Modellwahl Beurteilen der zugrunde gelegten Lösungsverfahren
<b>mathematisches Argumentieren</b>	einfache fachsprachliche Begründungen ausführen; das Zutreffen eines Zusammenhangs oder Verfahrens bzw. die Passung eines Begriffes auf eine gegebene Situation prüfen	mehrschrittige mathematische Standard-Argumentationen durchführen und beschreiben Nachvollziehen und Erläutern von mathematischen Begriffen, Sätzen, Verfahren, Darstellungen, Argumentationsketten und Kontexten fachlich und fachsprachlich korrekte Erklärung von einfachen mathematischen Sachverhalten, Resultaten und Entscheidungen	mathematische Argumentationen prüfen bzw. vervollständigen eigenständige Argumentationsketten aufbauen

### 3.6 Zusammenfassung

Das hier zugrundeliegende Kompetenzmodell schließt drei Kompetenzklassen nach ER-PENBECK, ROSENSTIEL, GROTE, SAUTER (2017, XXI ff.) ein: Sozial-kommunikative Kompetenzen, personale Kompetenzen (bzw. Selbstkompetenzen) und fachlich-methodische Kompetenzen.

Sozial-kommunikative Kompetenzen werden nach EULER & REEMTSMA-THEIS (1999) in einen agentiven Schwerpunkt, einen reflexiven Schwerpunkt und deren Integration unterteilt. Personale Kompetenzen (bzw. Selbstkompetenzen) werden nach LERCH (2013) in motivational-affektive und strategisch-organisatorische Komponenten unterschieden. Für diese beiden Kompetenzklassen sieht der Lehrplan keine weitere Detaillierung vor, da die Entwicklung überfachlicher Kompetenzen – durch deren enge Verschränkung mit der persönlichen Entwicklung des Individuums – deutlich anderen Gesetzmäßigkeiten unterliegt als die Entwicklung fachlich-methodischer Kompetenzen. Eine Anregung und Unterstützung in der Entwicklung überfachlicher Kompetenzen durch den Fachschulunterricht kann daher auch nicht entlang einer jahresplanmäßigen Umsetzung einzelner, thematisch determinierter Lernstrecken erfolgen, sondern muss vielmehr fortlaufend produktiv und dabei aber auch reflexiv in die Vermittlung fachlich-methodischer Kompetenzen eingebettet werden.

Im Zentrum dieses Lehrplankonzepts stehen die fachlich-methodischen Kompetenzen und deren differenzierte und taxiierte curriculare Dokumentation. Teilkompetenzen sind hierbei Aggregate aus spezifischen beruflichen Handlungen und dem diesen jeweils zugeordneten Wissen. Dabei unterscheidet man zwischen Sach-, Prozess- und Reflexionswissen. Als Basis für einen kompetenzorientierten Unterricht konkretisiert dieser Lehrplan zusammenhängende Komplexe aus Handlungskomponenten und Wissenskomponenten auf einem mittleren Konkretisierungsniveau. Der Fachschulunterricht wird dann erstens durch die Explikation und Konkretisierung der Handlungs- und Wissenskomponenten inhaltlich ausgestaltet und zweitens durch die Umsetzung der Taxonomietabellen (Tabellen in Abschnitt 3.5.1 und 3.5.2) in seinem Anspruch dimensioniert. Damit besteht einerseits eine curriculare Rahmung, die dem Anspruch eines Kompetenzstufenmodells gerecht wird, zum anderen liegen die für Fachschulen erforderlichen Freiheitsgrade vor, um der Heterogenität der Adressatengruppen gerecht werden und dem technologischen Wandel folgen zu können.

## 4 Organisation der Kompetenzen und Kenntnisse

### 4.1 Lernfelder

Wie der vorausgehende Lehrplan ist auch dieser in Lernfelder segmentiert. Als Novität ist hier nun zwischen berufsbezogenen Lernfeldern und Querschnitt-Lernfeldern zu unterscheiden (Abbildung 1).

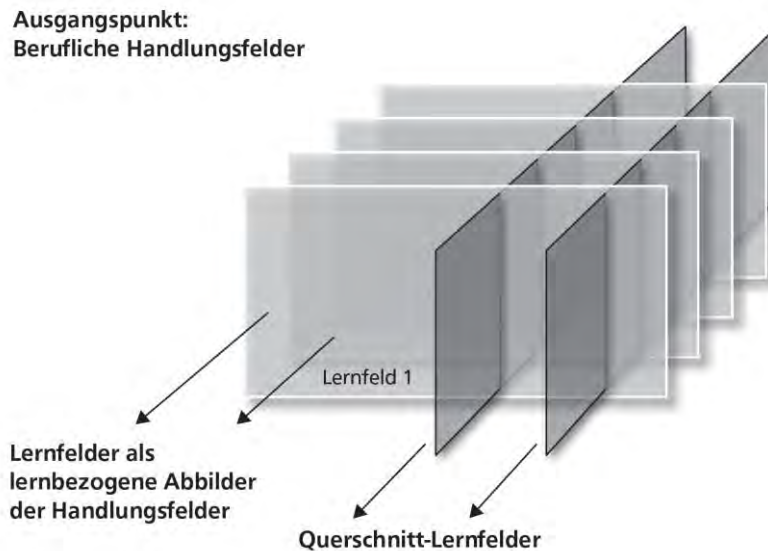


Abbildung 1: Beziehung von berufsbezogenen Lernfeldern als lernbezogene Abbilder beruflicher Handlungsfelder und Querschnitt-Lernfeldern.

**Berufsbezogene Lernfelder** sind curriculare Teilsegmente, welche sich aus einer spezifischen didaktischen Transformation beruflicher Handlungsfelder ergeben (BADER, 2004, S. 1). Wesentlich ist hierbei, dass die für das jeweilige Berufssegment wesentlichen Tätigkeitsbereiche adressiert werden. Relevante berufliche Handlungsfelder haben Gegenwarts- und Zukunftsbedeutung, ihre didaktische Reduktion in das Format eines Lernfeldes folgt dem Prinzip der Exemplarität (KLAFKI, 1964). Somit steht jedes einzelne Lernfeld des Lehrplans für einen gegenwarts- und zukunftsrelevanten Ausschnitt des dazugehörigen Berufssegments, als Gesamtheit repräsentieren sie dieses als exemplarisches Gesamtgefüge.

**Querschnitt-Lernfelder** integrieren übergreifende Aspekte der berufsbezogenen Lernfelder und adressieren entsprechend primär Grundlagenthemen, welche innerhalb der berufsbezogenen Lernfelder bedeutsam sind, jedoch diesbezüglich vorbereitend oder ergänzend vermittelt werden müssen. Insbesondere handelt es sich hier um mathematische, naturwissenschaftliche, informatische, volks- und betriebswirtschaftliche, gestalterische und ästhetische Kenntnisse bzw. Fertigkeiten, welche sich im Hinblick auf die Berufskompetenzen als Basis- oder Bezugskategorien darstellen. Zu den Querschnitt-Lernfeldern gehört die fachrichtungsbezogene Mathematik.

Innerhalb jeden Lernfeldes werden dessen Nummer, Bezeichnung sowie Zeit-Horizont dargestellt und insbesondere die darin adressierten Lernziele. Die Abfolge der Lernfelder im Lehrplan ist nicht beliebig, impliziert jedoch keine Reihenfolge der Vermittlung. In den *berufsbezogenen* Lernfeldern werden die Lernziele durch (weitgehend fachlich-methodische) Kompetenzen beschrieben (TENBERG, 2011, S. 61 ff). Dies erfolgt in Aggre-

gaten aus beruflichen Handlungen und zugeordnetem Wissen. Diese Lehrplaninhalte sind angesichts der Streuung und Unschärfe beruflicher Tätigkeitsspektren in den jeweiligen Segmenten sowie der Dynamik des technisch-produktiven Wandels auf einem mittleren Konkretisierungsniveau angelegt. Zur Taxierung dieser Lernziele liegt eine eigenständige Tabelle (siehe Abschnitt 3.5.1) vor, welche geordnet nach Zielkategorien die jeweils erforderlichen Handlungsqualitäten für die Stufen 1 (Minimalanspruch), 2 (Regelanspruch) und 3 (hoher Anspruch) konkretisiert. Zur Taxierung der Lernziele in der Mathematik (beruflicher Lernbereich) liegt eine gesonderte Tabelle (siehe Abschnitt 3.5.2) mit gleichem Aufbau vor. In den übrigen *Querschnitt*-Lernfeldern werden die Lernziele entweder durch Kenntnisse oder durch Fertigkeiten beschrieben. Sie werden dabei weder taxiert noch zeitlich näher präzisiert, da dieses nur im Rahmen der schulspezifischen Umsetzung möglich und sinnvoll erscheint. Als Orientierung dient hier jeweils der in den berufsbezogenen Lernfeldern konkret feststellbare Anspruch an übergreifende Aspekte.

## 4.2 Stundentafel

Die Stundentafel ist nach den zwei Ausbildungsabschnitten gegliedert und gibt für jedes Lernfeld Zeitrichtwerte als Korridor an. Die Lernfelder können durch die Schulen frei auf die beiden Ausbildungsabschnitte verteilt werden. Die Summe der Wochenstunden im beruflichen Lernbereich muss immer 2000 Stunden betragen.

		Unterrichtsstunden	
		1. Ausbildungsabschnitt	2. Ausbildungsabschnitt
<b>Beruflicher Lernbereich</b>			
Mathematik		200	
Projektarbeit			120
<b>Lernfelder</b>			
LF 1	Projekte mittels systematischen Projektmanagements zum Erfolg führen	80 – 120	
LF 2	Entwurf und Optimierung von Geschäftsprozessen mit digitalen Systemen	280 - 320	
LF 3	Netzwerkinfrastruktur bereitstellen	280 - 320	
LF 4	Betriebssysteme installieren und Dienste konfigurieren	220 – 260	
LF 5	Sicherheit der Netze und Daten planen und gewährleisten	200 – 240	
TB 1	Absatzprozesse planen, steuern und kontrollieren	60 – 100	
TB 2	Beschaffungsprozesse planen, steuern und kontrollieren	80 – 120	
TB 3	Unternehmenskultur entwickeln und organisatorisch sowie personalwirtschaftlich umsetzen	100 – 140	
TB 4	Für den Leistungserstellungsprozess Investitionen tätigen und deren Finanzierung sicherstellen	80 – 120	
TB 5	Den Jahresabschluss erstellen und auswerten sowie zur Kostenkontrolle und Preisgestaltung nutzen	100 – 140	

## 4.3 Beruflicher Lernbereich

## 4.3.1 Mathematik (Querschnitt-Lernfeld) [200 h]

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	MATHEMATIK		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
handhaben algebraische Verfahren, beispielsweise zur Auslegung elektrischer Netze und zur Planung und Auswertung betriebswirtschaftlicher Prozesse.	Zahlenmengen bis einschließlich komplexer Zahlen Algebraische Gleichungen <ul style="list-style-type: none"> <li>• linear</li> <li>• quadratisch</li> <li>• exponentiell</li> <li>• gemischt</li> </ul> Lineare Gleichungssysteme Potenz- und Logarithmenregeln	Standardlösungsverfahren <ul style="list-style-type: none"> <li>• Äquivalenzumformung,</li> <li>• pq - Formel</li> <li>• Einsetzverfahren</li> <li>• Additionsverfahren</li> <li>• Gaußalgorithmus</li> </ul> Methoden der Abschätzung Ergebniskontrolle	Axiome des mathematischen Körpers Rechengesetze <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kommutativgesetz</li> <li>• Assoziativgesetz</li> <li>• Distributivgesetz</li> </ul> Operatoren Gauß'sche Zahlenebene Euler'sche Schreibweise
nutzen geometrische und trigonometrische Verfahren zur Lösung geometrischer Problemstellungen u.a. im Rahmen planungstechnischer Aufgaben	Satz des Pythagoras trigonometrische Seitenverhältnisse Einheitskreis Sinus- und Kosinussatz Flächen und Volumina von geometrischen Formen und Körper	Berechnung von Längen, Abstände und Winkel Berechnung realer Flächen und Körper Approximation von Flächen und Volumina	Ähnlichkeits- und Kongruenzsätze für Dreiecke Strahlensatz euklidische Axiome
handhaben mathematische Funktionen zur Modellierung und Lösung u.a. im Rahmen technischer und wirtschaftlicher Problemstellungen, auch mittels Software, wie Kennlinien von Bauelementen,	Darstellungsformen und Funktionsvorschriften <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ganzrationale Funktionen, insbesondere lineare und quadratische</li> <li>• Trigonometrische Funktionen</li> </ul>	Berechnung der Charakteristika Wechsel der Darstellungsformen <ul style="list-style-type: none"> <li>• Normal-, Scheitelpunktform, Linearfaktordarstellung</li> <li>• Implizite, explizite Funktionsvorschrift</li> </ul>	trigonometrische Grundlagen Relationen und Abbildungen <ul style="list-style-type: none"> <li>• kartesisches Produkt</li> <li>• Subjektivität, Injektivität, Bijektivität</li> </ul> Funktionsbegriff

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	MATHEMATIK		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
Abschätzung technischer Entwicklungen, Komplexität von Algorithmen und Systemen.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Exponentialfunktionen</li> <li>Charakteristika</li> <li>Steigung linearer Funktionen</li> <li>Nullstellen, Abszissenabstand</li> <li>Schnittpunkt</li> <li>Scheitelpunkt</li> <li>Periodizität</li> <li>Wertebereich, Definitionsbereich</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Graph und Wertetabelle</li> <li>Funktionsermittlung</li> <li>Differenzenquotient</li> <li>Funktionsdarstellung mittels Software</li> <li>Konstruktion trigonometrischer Funktionen mit Hilfe des Einheitskreises</li> </ul>	Mathematisches Modell vs. Realbezug
verwenden Verfahren der analytischen Geometrie und linearen Algebra, beispielsweise im CAD.	<p>Vektoren</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Vektorkomponenten</li> <li>Schreibweisen</li> </ul> <p>Vektoroperationen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Skalierung</li> <li>Vektoraddition</li> </ul>	<p>Addition und Subtraktion von Vektoren</p> <p>Beschreibung geometrischer Körper im Raum mittels Vektoren</p>	<p>Vektor als Parallelverschiebung bzw. Translation im Raum</p> <p>Zusammenhang mit komplexen Zahlen</p>
setzen statistische Methoden, beispielsweise im Rahmen der Qualitätssicherung und zur Modellierung von Gefährdungsszenarien ein.	<p>statistische Kenngrößen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>arithmetisches Mittel</li> <li>Median</li> <li>Varianz</li> <li>Standardabweichung</li> </ul> <p>Fehlerfortpflanzung</p>	<p>Datenerfassung und -darstellung</p> <p>Berechnung statistischer Kenngrößen (auch mit Hilfe von Software)</p> <p>Berechnung von Fehlern indirekt gemessener Größen</p>	<p>deskriptive Statistik</p> <p>empirische Verfahren</p> <p>Verfügbarkeiten und Ausfallwahrscheinlichkeiten</p>
HINWEISE:	Wo immer möglich, sollten Anwendungsbeispiele aus dem Kontext der anderen Lernfelder der Fachrichtung / des Schwerpunktes gewählt werden.		



## 4.3.2 Projektarbeit [120h]

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	Vorbemerkung	Organisatorische Hinweise
<p>... analysieren und strukturieren eine Problemstellung und lösen sie praxisgerecht.</p> <p>... bewerten und präsentieren das Handlungsprodukt und den Arbeitsprozess.</p> <p>... berücksichtigen Aspekte wie z. B. Wirtschaftlichkeit, Energie- und Rohstoffeinsatz, Fragen der Arbeitsergonomie und Arbeitssicherheit, Haftung und Gewährleistung, Qualitätssicherung, Auswirkungen auf Mensch und Umwelt sowie Entsorgung und Recycling.</p> <p>... legen besonderen Wert auf die Förderung von Kommunikation und Kooperation.</p>	<p>Für die Projektarbeit werden fachrichtungsbezogene und lernfeldübergreifende Aufgaben bearbeitet, die sich aus den betrieblichen Einsatzbereichen von Technikerinnen und Technikern ergeben. Die Aufgabenstellung ist so offen zu formulieren, dass sie die Aktivität der Studierenden in der Gruppe herausfordert und unterschiedliche Lösungsvarianten zulässt. Durch den lernfeldübergreifenden Ansatz können Beziehungen und Zusammenhänge der einzelnen Fächer und Lernfelder hergestellt werden. Die Projektarbeit findet interdisziplinär statt. In allen Fächern und Lernfeldern soll über eine entsprechende Problem- und Aufgabenorientierung die methodische Vorbereitung für die Durchführung der Projekte geleistet werden.</p>	<p>Mit den Studierenden werden die Zielvorstellungen, die inhaltlichen Anforderungen sowie die Durchführungsmodalitäten besprochen. Die Studierenden sollen in der Regel Projekte aus der betrieblichen Praxis in Kooperation mit Betrieben bearbeiten. Die Vorschläge für Projektaufgaben sind durch einen Anforderungskatalog möglichst genau zu beschreiben.</p> <p>Alle eingebrachten Projektvorschläge werden durch die zuständige Konferenz geprüft, z. B. auf Realisierbarkeit, Finanzierbarkeit, ausgewählt und beschlossen. Jede Projektarbeit wird von einem Lehrerinnen/Lehrerteam betreut. <b>Die im LF1 „Projekte mittels systematischem Projektmanagements zum Erfolg führen“ erworbenen Kenntnisse und Fertigkeiten müssen angewendet werden.</b></p> <p>Es empfiehlt sich während der Projektphase Projekttage einzuführen, an denen nach Rücksprache die am Projekt beteiligten Lehrerinnen und Lehrer beratend zur Verfügung stehen. Während dieser Zeit können die Studierenden die Projektarbeit beim Auftraggeber im Betrieb und in den Räumlichkeiten der Schule durchführen. Da es sich um eine Schulveranstaltung handelt, besteht für die Studierenden während dieser Tätigkeit ein Versicherungsschutz gegen Unfall- und Haftpflichtschäden.</p>
HINWEISE:	Die Bewertung der Projektarbeit erfolgt auf der Grundlage bestehender Rechtsmittel. In die Bewertung gehen Projektverlauf, Dokumentation, Präsentation und Kolloquium ein.	

**4.3.3 Lernfeld 1: Projekte mittels systematischen Projektmanagements zum Erfolg führen [80h-120h]**

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF1: PROJEKTE MITTELS SYSTEMATISCHEN PROJEKTMANAGEMENTS ZUM ERFOLG FÜHREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... kommunizieren effizient und organisieren sich selbst im Projektgeschehen.	Präsentationstechniken Kommunikationssituationen Führung Motivation Konflikte und Krisen Zeitmanagement Arbeitsteilung Klassische und agile Vorgangsmodelle im Projektmanagement	Vorbereitung und Durchführung einer Präsentation Vorbereitung und Durchführen eines Projektmeetings Analyse eines Konfliktes Durchführung und Dokumentation eines Problemlösungsverfahrens Planung und Einteilung der eigenen Arbeitszeit	Kommunikationsmodelle Effektivität als Prinzip Prinzip der systematischen Kommunikation Bedeutung von Selbst- und Fremdwahrnehmung für Konfliktmanagement und Führung Hybrides Projektmanagement
... initialisieren und definieren ein Vorhaben als Projekt.	Inhalt und Bedeutung der Projektphasen Projekttypen Projekt- und Projektmanagementdefinition Kreativitätstechniken Projektziele <ul style="list-style-type: none"> <li>• Qualität</li> <li>• Kosten und Termine</li> <li>• Leistungsziele etc.</li> </ul>	Moderation kreativer Prozesse Zielfindung, –formulierung und Abgrenzung Strukturierung der Projektziele	Prinzip der Zielorientierung
... planen eine Projektdurchführung.	Meilensteine Projektaufwand und -budget sachliche und soziale Projektumfeldfaktoren Risiko, Chance, Maßnahmen zur Risikoverminderung Unternehmens- und Projektorganisationsformen, Rollen im Projekt Lasten- und Pflichtenheft, Projektauftrag,	Phasenplanung Beurteilung des Projektes auf Machbarkeit Projektumfeldanalyse Risikoanalyse Aufstellung einer Projektorganisation Erstellung des Projektauftrages Erstellung des Projektstrukturplans	Prinzip der Ergebnisorientierung Prinzip der personalisierten Verantwortungen

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF1: PROJEKTE MITTELS SYSTEMATISCHEN PROJEKTMANAGEMENTS ZUM ERFOLG FÜHREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
	Projekthandbuch Projektstrukturplan, Arbeitspakete Ablauf- und Terminplan Einsatzmittelplan, Kapazitätsplan, Kostenplan	Durchführung Ablauf- und Terminplanung Erstellung einer Einsatzmittel- und Kostenplanung	
... realisieren das Projekt.	Kosten- und Termentrendanalyse Berichtswesen Projektsteuerung	Stakeholder Management Risikomanagement Überwachung und Steuerung der Projektrealisierung Erstellung, Pflege, und Kommunikation der Projektdokumentation	PM-Regelkreis Prinzip des rechtzeitigen Handelns
... schließen ein Projekt ab.	Übergabeprotokoll Endabnahme	Abschluss der Projektdokumentation Projektübergabe und Abschlusspräsentation Projektreflexion Lessons Learned	
HINWEISE:	Die Kompetenzen in diesem Lernfeld orientieren sich an der ICB (International Competence Baseline, siehe auch <a href="https://www.gpm-ipma.de/know_how/pm_normen_und_standards/standard_icb_4.html">https://www.gpm-ipma.de/know_how/pm_normen_und_standards/standard_icb_4.html</a> ).		

**4.3.4 Lernfeld 2: Entwurf und Optimierung von Geschäftsprozessen mit digitalen Systemen [280-320h]**

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF2 ENTWURF UND OPTIMIERUNG VON GESCHÄFTSPROZESSEN MIT DIGITALEN SYSTEMEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
arbeiten mit der Geschäftsleitung und/oder Organisationsentwicklung an der IT-Unterstützung der Aufbau- und Ablauforganisation.	ereignisgesteuerte Prozessketten von Ablauforganisationen Organisationsstrukturen im Unternehmen agiles Projektmanagement	Geschäftsprozesse abbilden Erstellen und Anwenden eines Prozessworkflows	Organisationsentwicklung
entwickeln die erforderlichen Daten- und Programmstrukturen sowie die entsprechenden Datenbankmodelle.	Datenmodelle DBMS strukturierte Programmierung objektorientierte Programmierung funktionale Programmierung Notationen und Symbolik (z. B. UML, NSD, <b>PAP, EBNF, Pseudocode...</b> ) Entwurfsmuster	Komplexität von Problemstellungen reduzieren Normalisieren von Tabellen Darstellen von Algorithmen Visualisierung der Softwarekomponenten	Notwendigkeit von normgerechter Symbolik Sinn der Veranschaulichung von Programmabläufen

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF2 ENTWURF UND OPTIMIERUNG VON GESCHÄFTSPROZESSEN MIT DIGITALEN SYSTEMEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
stellen geeignete Software bereit und ergänzen diese durch eigene Programme / Skripte zur Deckung unternehmensspezifischer Bedürfnisse.	Programmiersprachen Skriptsprachen Entwicklungsumgebungen Testverfahren für Software	Erstellen, Testen und Dokumentieren von Programmcode in einer Entwicklungsumgebung für Desktop- bzw. Web-Anwendungen Prozessautomatisierung und Datenkonvertierung mittels Skriptsprachen Auswählen und Einbinden von Softwarekomponenten Versionsmanagement planen und umsetzen	Qualitätskriterien der Programmentwicklung: Korrektheit, Robustheit, Wartbarkeit und Effizienz
stellen Datenbanken bereit und den Zugriff sicher.	Userinterface Funktionen eines DBMS Datenbanksichten Rollen Datenbanksprachen	Erstellen von Nutzeroberflächen für Datenbankzugriff Installation, Konfiguration, Wartung, Backup von Datenbanken Verwalten von Benutzerrechten	Angriffsszenarien gegen Datenbanken (z. B. SQL-Injection) Software-Ergonomie Datenbankmodelle Big Data
HINWEISE:			

**4.3.5 Lernfeld 3: Netzwerkinfrastruktur bereitstellen [280-320h]**

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF3 NETZWERKINFRASTRUKTUR BEREITSTELLEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
bestimmen in Absprache mit dem Auftraggeber die Ziele und Wünsche für ein IT-Netz.	Lasten- und Pflichtenheft Organisationspläne Gebäudepläne	Projektmanagement im IT-Bereich Handhabung von Plänen	Quality of Service-Konzept betriebswirtschaftliches Verständnis
konzipieren ein Netz auf logischer Ebene.	Adressierung Protokolle Symbole logischer Netzpläne	Erstellung eines Adressierungsschemas Darstellung von Protokollabläufen Erarbeitung logischer Netzpläne	OSI-Modell Protokollfamilien
entwerfen und installieren das physikalische Netz im Hinblick auf die örtlichen Gegebenheiten und die zu erwarteten Datenvolumina.	Übertragungsverfahren Übertragungsmedien Topologien und Netzwerkkomponenten	Planung der Netzauslastung Erstellung physikalischer Netzpläne Realisierung von Ausfallsicherheit	Redundanz, Skalierbarkeit und Kosten Konvergenz EMV
nehmen das IT-Netz in Betrieb.	Routing-Protokolle Konfigurationsmodi, z.B.: <ul style="list-style-type: none"> <li>• CLI</li> <li>• Webinterface</li> <li>• manuell</li> <li>• skriptbasiert</li> </ul> VLAN Spanning Tree	Inbetriebnahme von IT-Netzen und Komponenten Konfiguration aktiver Koppellelemente	

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF3 NETZWERKINFRASTRUKTUR BEREITSTELLEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
überprüfen und testen die gesamte Infrastruktur und dokumentieren die Ergebnisse.	Messtechnik Testkriterien Format einer Dokumentation	Durchführung von <ul style="list-style-type: none"> <li>• Abnahmemessungen</li> <li>• Site-Surveys</li> <li>• Protokollanalysen</li> <li>• Funktionstests</li> <li>• Konnektivitätstests</li> <li>• Fehlersuche</li> </ul> Erstellung technischer Dokumentationen	Logarithmische Zusammenhänge Qualitätsmanagement
HINWEISE:			

**4.3.6 Lernfeld 4: Betriebssysteme installieren und Dienste konfigurieren [220 - 260h]**

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF4 BETRIEBSSYSTEME INSTALLIEREN UND DIENSTE KONFIGURIEREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
analysieren die Kundenanforderungen und wählen geeignete Betriebssysteme aus.	Lasten- und Pflichtenheft Eigenschaften und Typen von Betriebssystemen Lizenzmodelle Methoden zur Auswahl/ Entscheidungsfindung	Durchführung einer IST-Analyse Auswahl von Systemen Erstellung eines SOLL-Konzeptes	Spannungsfeld Open Source versus proprietäre Software
installieren und konfigurieren die Betriebssysteme und testen die Funktionen.	Boot-Vorgang von Systemen Installationsquellen Hardware-Unterstützung	Vorbereitung von Installationsmedien Auswahl von Treibern Vorbereitung des Zielsystems (z.B. Partitionierung) und Installation des Systems Optimieren der Systemeinstellungen	Zusammenspiel des Software-Stacks (Firmware/Treiber/OS/Applikation)
konzipieren die Benutzer- und Ressourcenverwaltung.	Informationssicherheit (Vertraulichkeit, Integrität, Verfügbarkeit) Access Control Systeme Richtlinien (z.B. GPO) Verwaltungseinheiten Geschäfts- und Prozessabläufe	Analyse und Darstellung von Organisationsstrukturen Analyse und Darstellung von internen Abläufen einer Organisation Modellierung der Organisation im Betriebssystem	Zugriffskontrollstrategien Organisationsstrukturen



Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF4 BETRIEBSSYSTEME INSTALLIEREN UND DIENSTE KONFIGURIEREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
setzen das Benutzer- und Ressourcenkonzept um.	lokale und zentrale Benutzerverwaltung lokale und zentrale Datenspeicherung	Verwaltung von Benutzern und Gruppen Vergabe von Rechten und Berechtigungen Überwachung der Informationssicherheit	Unternehmensrichtlinien (Policy)
installieren und konfigurieren die Dienste und testen die Funktionen im Netzwerk.	Basisdienste, z.B.: <ul style="list-style-type: none"> <li>• DNS</li> <li>• DHCP</li> <li>• NTP</li> </ul> Verzeichnisdienste, z.B.: <ul style="list-style-type: none"> <li>• LDAP</li> </ul> Nutzerdienste, z.B.: <ul style="list-style-type: none"> <li>• HTTP</li> <li>• SMTP</li> </ul>	Konfiguration der Netzwerkeinstellungen Festlegung einschlägiger Dienste Durchführung von Tests zur Erreichbarkeit und Funktion von Diensten mit Tools	Netzwerkprotokolle OSI-Modell RFCs
betreuen den laufenden Netzwerkbetrieb und planen notwendige Änderungen und führen sie durch.	IT-Service-Management Helpdesk-Systeme Aktualisierungsmethoden	Überwachung der Funktionsfähigkeit und Sicherheit der Dienste ausfallsichere Aktualisierung der Systeme Planung von Service und Support	Skalierbarkeit von Systemen Change-Management
HINWEISE:			

**4.3.7 Lernfeld 5: Sicherheit der Netze und Daten planen und gewährleisten [200-240h]**

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF5 SICHERHEIT DER NETZE UND DATEN PLANEN UND GEWÄHRLEISTEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
beachten den Schutz personenbezogener Daten.	Datenschutzgesetze, z. B.: <ul style="list-style-type: none"> <li>• EU-DSGVO</li> <li>• BDSG</li> <li>• §202 StGB</li> </ul> 10 Gebote des Datenschutzes Datenschutzbeauftragung	Umsetzung der Datenschutzgesetze in der Praxis	Notwendigkeit des Schutzes personenbezogener Daten informationelle Selbstbestimmung
berücksichtigen alle Aspekte der Datensicherung und -verfügbarkeit.	Backup Archivierung Ausfallsicherheit (organisatorisch) redundante Energieversorgung redundante Klimatisierung	Erstellung einer Gefährdungsanalyse Erstellung und Umsetzung einer Risikomaßnahmenplanung und eines Datensicherungskonzeptes	betriebliche Abhängigkeit von Daten gesetzliche Regelungen zur Aufbewahrung

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF5 SICHERHEIT DER NETZE UND DATEN PLANEN UND GEWÄHRLEISTEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
halten sich aktuell über Entwicklungen der Bedrohungen und Angriffsszenarien.	Angriffsszenarien und Tools, z. B.: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Portscan</li> <li>• Phishing</li> <li>• Visual Hacking</li> <li>• Keylogger</li> <li>• Cross-Site-Scripting</li> <li>• Man-in-the-middle-Attacken</li> <li>• DoS-Attacken und Botnetze</li> <li>• Ransomware</li> </ul>	Recherchieren und Analysieren von aktuellen Vulnerabilitäten (z. B. aus CERT, Metasploit, Security-Boards...) Abwehr passiver und aktiver Angriffe Durchführung von Penetrationstests	Vorgehensweisen der Cyber-Kriminalität Sicherheitsanforderungen an <ul style="list-style-type: none"> <li>• Authentizität</li> <li>• Vertraulichkeit</li> <li>• Verbindlichkeit</li> <li>• Integrität</li> <li>• Verfügbarkeit</li> </ul>
planen aktive und passive Schutzmaßnahmen.	Virenschutz Schlüsselverwaltung in Unternehmens-Netzwerken (PKI) Zertifikate Datenspeicher-Verschlüsselung Zugangssicherung z. B.: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Captcha</li> <li>• Passwortschutz</li> </ul>	Einführung eines ISMS (Information Security Management Systems) Einrichtung von sicheren Fernzugriffen (remote login mit secure shell (SSH)) Nutzung der SSL-(Secure Socket Layer) Techniken Entwurf und Einrichtung von Alarmierungskonzepten Einrichtung von Intrusion-Detection Systemen	Grundschriftzhandbuch des BSI ISO/IEC 27001
HINWEISE:			

**4.3.8 Lernfeld TB1: Absatzprozesse planen, steuern und kontrollieren [60h–100h]**

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF TB1: ABSATZPROZESSE PLANEN, STEUERN UND KONTROLLIEREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... werten die Positionierung eines Unternehmens im Markt aus.	strategische Geschäftsfelder Marktkennzahlen (z. B. Marktvolumen, Marktpotenzial, Marktanteil, Absatzkennzahlen)	Analysetechniken • Durchführung einer Portfolioanalyse • Identifizierung von Stärken/Schwächen • Abwägung von Chancen/Risiken	Product-Lifecycle-Management
... legen die strategische Ausrichtung fest.	Marktbearbeitungsstrategien • Wachstumsstrategien • Wettbewerbsstrategien • Segmentierungsstrategien	Entwicklung strategischer Marketingkonzeptionen	operatives vs. strategisches Management
... erkunden den Absatzmarkt und wenden Instrumente der Marktforschung an.	Erhebung von Marktdaten • Formen • Methoden • Marktfaktoren	Analyse der Konkurrenz Durchführung einer Primärerhebung Aufbereitung und Auswertung von Marktdaten	Investitionsgüter- vs. Konsumgütermarkt Märkte im In- und Ausland ökoskopische und demoskopische Marktforschung
... erstellen einen zielgruppenorientierten Marketingplan.	Marketing-Mix • Produkt- und Sortimentspolitik • Preis- und Konditionenpolitik • Kommunikationspolitik • Distributionspolitik	Analyse und Erarbeitung von Vertriebs- und Marketingkonzepten	Markformen Customer-Relationship-Management (CRM)

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF TB1: ABSATZPROZESSE PLANEN, STEUERN UND KONTROLLIEREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... beurteilen die getroffenen Marketingmaßnahmen hinsichtlich ihrer Wirksamkeit.	Marketing-Controlling Grundsätze der Werbewirksamkeit	Erhebung von Marktdaten Ermittlung von Kennzahlen	Kosten-/Nutzevaluierung
HINWEISE:	Absatzprozesse unterliegen aufgrund der Digitalisierung einem ständigen Wandel hin zur Industrie 4.0, z. B. können umfassende Datenmengen gesammelt und ausgewertet werden, die neue Möglichkeiten zur treffsicheren Zielgruppenidentifizierung und deren Kontakt eröffnen (eCommerce, Social Media etc.). Die Technikerinnen und Techniker nutzen moderne Medien zur Informationsbeschaffung und zur Ausgestaltung des Marketing-Mixes.		

**4.3.9 Lernfeld TB2: Beschaffungsprozesse planen, steuern und kontrollieren [80h–120h]**

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF TB2: BESCHAFFUNGSPROZESSE PLANEN, STEuern UND KONTROLLIEREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... ermitteln den Bedarf.	Dispositionsverfahren <ul style="list-style-type: none"> <li>• deterministische Bedarfsermittlung</li> <li>• stochastische Bedarfsermittlung</li> <li>• heuristische Bedarfsermittlung</li> </ul>	Stücklistenauswertung Prognose- und Trenderstellung	Lieferfähigkeit vs. Kostenminimierung
... wählen Lieferanten aus.	Beurteilungskriterien für Lieferanten <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bezugsquellenermittlung</li> <li>• Konditionenpolitik</li> </ul>	Analyse von Beschaffungsmärkten Angebotsvergleich	öffentliche versus privatwirtschaftliche Ausschreibungen Total Cost of Ownership (TCO)
... legen die Beschaffungsstrategien fest.	Bestellverfahren <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einzelbeschaffung</li> <li>• Vorratsbeschaffung</li> <li>• fertigungssynchrone Beschaffung</li> <li>• optimale Bestellmenge</li> </ul>	Identifizierung und Anwendung von Bestellverfahren	ABC/XYZ-Analyse
... führen vertragsrechtlich abgesicherte Bestellvorgänge durch und überwachen und evaluieren diese.	Vertragsrecht <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kaufvertragsstörungen</li> <li>• Produkthaftung</li> <li>• Liefer- und Zahlungsbedingungen inklusive Incoterms</li> </ul>	Erstellen von Anfragen und Angeboten Abschluss von Kaufverträgen Reklamieren und Umgang mit Reklamationen	Fernabsatzgesetz

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...		LF TB2: BESCHAFFUNGSPROZESSE PLANEN, STEUERN UND KONTROLLIEREN		
		Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... optimieren die Güterströme im Unternehmen.		Lagerwirtschaft <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lagerhaltung</li> <li>• Lagerorganisation</li> <li>• Lagerkosten</li> </ul>	Ermittlung und Auswertung von Lagerkennzahlen situationsgerechte Auswahl einer Lagerorganisation	betrieblicher Informations-, Material- und Wertefluss Outsourcing
HINWEISE:	Die Beziehung zu den Lieferanten ist ein wichtiger Faktor des Unternehmenserfolgs. Die Optimierung des innerbetrieblichen Materialflusses wird durch neue Konzepte (Internet der Dinge, Industrie 4.0 etc.) maßgeblich und nachhaltig beeinflusst. Die Technikerinnen und Techniker optimieren Beschaffungsprozesse unter Einbezug moderner Medien.			

#### 4.3.10 Lernfeld TB3: Unternehmenskultur entwickeln und organisatorisch sowie personalwirtschaftlich umsetzen [100h–140h]

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF TB3: UNTERNEHMENSKULTUR ENTWICKELN UND ORGANISATORISCH SOWIE PERSONALWIRTSCHAFTLICH UMSETZEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... wirken an der Gestaltung der Unternehmenskultur mit.	Unternehmensziele, -strategie, -leitbild	Anwendung von Moderations-, Präsentations- und Kommunikationstechniken Erstellen von Unternehmensführungskonzepten	Kommunikationsmodelle Stakeholder/Shareholder-Value-Ansatz
... agieren als Teil der Unternehmensorganisation und gestalten diese mit.	Aufbauorganisation Ablauforganisation/Geschäftsprozesse Handelsrecht	Modellierung/Optimierung von Geschäftsprozessen (z. B. ereignisgesteuerte Prozessketten (EPK)) Erarbeitung von Organigrammen Auswahl der Unternehmensrechtsform	Prozessmanagement und -controlling
... nehmen die Personalplanung vor.	Personalbedarfsentwicklung Personalbeschaffung Personaleinsatz	Durchführung geeigneter Verfahren (z. B. eines Bewerbungsverfahrens)	demographischer Wandel soziographische Entwicklung
... nehmen personalwirtschaftliche Aufgaben wahr.	Personalverwaltung/-entlohnung Personalbeurteilung Personalentwicklung	Anwendung geeigneter Methoden zur Personalführung (z. B. von Gesprächen mit Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern)	Führungskultur



Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...		LF TB3: UNTERNEHMENSKULTUR ENTWICKELN UND ORGANISATORISCH SOWIE PERSONALWIRTSCHAFTLICH UMSETZEN		
		Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... setzen arbeits- und sozialrechtliche Vorgaben um.		Arbeitsrecht Sozialrecht Tarifrecht	rechtliche Prüfung von beruflichen Handlungen	
HINWEISE:	Eine positive Unternehmenskultur schafft eine hohe Identifikation mit dem Unternehmen. Die Digitalisierung trägt dazu bei, diese Identifikation zu stärken (social networks, homeoffice etc.). Die Technikerinnen und Techniker verstehen diese und nutzen sie im Sinne einer positiven Weiterentwicklung der Unternehmenskultur.			

**4.3.11 Lernfeld TB4: Für den Leistungserstellungsprozess Investitionen tätigen und deren Finanzierung sicherstellen [80h–120h]**

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...		LF TB4: FÜR DEN LEISTUNGSERSTELLUNGSPROZESS INVESTITIONEN TÄTIGEN UND DEREN FINANZIERUNG SICHERSTELLEN		
		Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... planen, steuern und optimieren den Leistungserstellungsprozess und stellen den Investitionsbedarf fest.	Produktionsplanung und -steuerung <ul style="list-style-type: none"> <li>• Arbeits- und Zeitstudien</li> <li>• optimale Losgröße</li> <li>• Fertigungsverfahren</li> </ul> Qualitätsmanagementsysteme	Anwendung von Strategien zur Kapazitäts-, Materialsteuerung und Terminierung Anwendung von Verfahren der Arbeitsplanung und Zeitermittlung Aufbau eines Prozessmodells zur Qualitätssicherung	Qualität als Leitmaxime	
... führen Investitionsrechnungen durch.	statische Verfahren dynamische Verfahren	Vorbereitung von Investitionsentscheidungen Ermittlung des optimalen Ersatzzeitpunktes	Nutzwertanalyse Szenario-Technik	
... ermitteln den Kapitalbedarf und den zu erwartenden Gewinn.	Kapitalbedarfsplanung Gewinnplanung	Erstellung einer Rentabilitätsvorschau Ermittlung der Kapitalbindungsdauer		
... stellen die Zahlungsfähigkeit des Unternehmens sicher.	Einzahlungen/Auszahlungen Einnahmen/Ausgaben Erträge/Aufwendungen	Erstellung eines Liquiditätsplanes	Insolvenzrecht	
... stellen Finanzierungskonzepte für Investitionen auf.	Möglichkeiten der Kapitalbeschaffung <ul style="list-style-type: none"> <li>• Eigen-, Fremdfinanzierung</li> <li>• Außen-, Innenfinanzierung</li> <li>• Sonderformen der Finanzierung (z. B. Leasing, Factoring)</li> </ul>	Erstellung eines Finanzierungsplans Auswahl von Kreditsicherungen	Leverage-Effekt Unternehmensformen steuerliche Betrachtung „Goldene Bilanzregel“	
HINWEISE:	Der Leistungserstellungsprozess ist der Kernprozess eines Unternehmens. Durch die Digitalisierung der Informationen und der digitalen Identifizierung selbst kleinster Bauelemente erreicht die Produktionsplanung und -steuerung eine ungekannte Präzision (Industrie 4.0). Damit werden auch Investitions- und Finanzierungsüberlegungen genauer. Die Technikerinnen und Techniker nutzen diese neuen Möglichkeiten bei der Entscheidungsfindung.			

**4.3.12 Lernfeld TB5: Den Jahresabschluss erstellen und auswerten sowie zur Kostenkontrolle und Preisgestaltung nutzen[100h–140h]**

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF TB5: DEN JAHRESABSCHLUSS ERSTELLEN UND AUSWERTEN SOWIE ZUR KOSTENKONTROLLE UND PREISGESTALTUNG NUTZEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... erstellen den Jahresabschluss.	Bewertungsgrundsätze Inventur und Inventar Gewinn- und Verlustrechnung Bilanz	Buchung von Geschäftsfällen Ermittlung des Jahresergebnisses Erstellung der Bilanz	deutsche vs. internationale Rechnungslegung
... werten den Jahresabschluss aus.	Bilanzanalyse Ergebnisanalyse	Aufbereitung der Bilanz sowie der Gewinn- und Verlustrechnung und deren Auswertung mittels Kennzahlen	Controlling
... analysieren die betriebliche Leistungserstellung.	Kostenarten- und -stellenrechnung Vor- und Nachkalkulation Teilkostenbetrachtung Plan- und Prozesskosten	Ermittlung von Zuschlagssätzen (BAB) Berechnung von Maschinenstundensätzen Anwendung von Kalkulationsverfahren Durchführung von Verfahrensvergleichen	kalkulatorische vs. effektive Kosten
... berücksichtigen unternehmensrelevante Steuern bei betrieblichen Entscheidungen.	unternehmensbezogene Steuerarten	Bedeutung und Wirkung von Steuern	
HINWEISE:	Den Technikerinnen und Technikern stehen für die Erstellung und Auswertung des Jahresabschlusses im Rahmen von Industrie 4.0 präzise Daten zur Verfügung, so dass die Kostenkontrolle und Preisgestaltung schneller und wirtschaftlicher vorgenommen werden kann. Sie nutzen diese Möglichkeiten.		

## 5 Handhabung des Lehrplans

Die in Kapitel 3 theoretisch begründete strukturell-curriculare Rahmung impliziert einen anspruchsvollen kompetenzorientierten Unterricht. Um die darin gesetzten Vorgaben unterrichtswirksam zu machen, gilt es folgende Prämissen zu berücksichtigen:

- Moderner Fachschulunterricht ist *lernerorientiert*, d. h., dass alle zu planenden Unterrichtsprozesse sich primär an Lernprozessen ausrichten sollen, nicht an Lehrprozessen. Lernprozesse sollen einer kasuistisch-operativen Umsetzungslogik (handlungssystematisch) folgen, die von einer theoretisch-abstrakten Objektivierungslogik (fachsystematisch) ergänzt wird.
- Die Zielbildung in den Querschnitt-Lernfeldern erfolgt als Explikation der Lehrplan-Inhalte durch die *Beschreibung von Wissens- und Fertigungszielen*. Ihr Umfang und Anspruch bemisst sich aus deren jeweiliger Bedeutung für die korrespondierenden fachlich-methodischen Kompetenzen.
- Im Rahmen der beruflichen Lernfelder ist die Explikation von *beruflichen Handlungen* der curriculare Ausgangspunkt der Unterrichtsplanung. Damit wird von Anfang an geklärt, welches Wissen in welchen Handlungszusammenhängen von den Studierenden erworben werden soll. Die im Lehrplan vollzogene Beschreibung der Kompetenzen auf einem mittleren Niveau gilt es dabei in der konkreten Unterrichtskonzeption adäquat zu den jeweils vorliegenden Rahmenbedingungen und im jeweils aktuellen technisch-produktiven, gestalterischen oder betriebswirtschaftlichen Kontext zu konkretisieren.
- Die genaue Zusammenstellung eines unterrichtsrelevanten Gebildes aus Kompetenzen erfolgt über einen einschlägigen *Berufskontext*, welcher dann auch als übergreifende Lernsituation den Gesamtrahmen der jeweiligen Unterrichtseinheit bildet.
- Kompetenzerwerb setzt *Verständnisprozesse* voraus, welche durch eine *Problemorientierung* des Unterrichts ausgelöst werden. Je anspruchsvoller die Problemstellungen, desto höher das zu erreichende Kompetenz-Niveau.
- Kompetenzen im Sinne eines verstandenen Handelns erfordern einschlägiges Sach- und Prozesswissen mit entsprechendem Reflexionswissen mit unmittelbarem Bezug zu dessen *berufsspezifischer Nutzung*, daher soll sich der Kompetenzerwerb in *sinnvollen* Abschnitten zwischen kasuistisch-operativen Phasen (handlungssystematisch) und theoretisch-abstrakten Phasen (fachsystematisch) *wechselseitig ergänzen*.
- *Fachsystematische Lernprozesse* gehen von den Fachwissenschaften aus, beinhalten deren Systematiken und bilden damit ein anwendungsübergreifendes Gerüst für das berufliche Handeln. Sie sind zudem der Raum für die Auseinandersetzung mit den mathematisch-naturwissenschaftlichen bzw. gestalterischen Hintergründen. Lern-Reflexionen beziehen sich hier auf die Kategorien „Wissen“ (kognitive Reproduktion) und „Verstehen“ (kognitive Anwendung).
- *Handlungssystematische Lernprozesse* gehen von beruflichen Prozessen aus, beinhalten deren Eigenlogik und bilden damit anwendungsbezogene Ankerpunkte für das berufliche Handeln. Lernreflexionen beziehen sich hier auf die Kategorie „Können“ (operative Anwendung).
- *Lernerfolgsmessung* kann sich im Einzelnen auf „Wissen“, „Verständnis“ oder „Können“ beziehen, der Anspruch einer Kompetenzdiagnostik kann aber nur dann erfüllt werden, wenn alle drei oben genannten Komponenten *integrativ erhoben* werden, und mit den Zielkategorien *taxiert* werden.
- Der Erwerb sozial-kommunikativer Kompetenzen erfordert *kollektive Lernformen*, wird aber nicht allein durch diese gewährleistet. Entscheidend ist hier ein bewusster und re-

flektierter Kompetenzerwerb, daher sind sozial-kommunikative Kompetenz-Ziele den Studierenden zu kommunizieren, deren Erwerb zu thematisieren und zu reflektieren.

- Der Erwerb von Personalkompetenzen (bzw. Selbstkompetenzen) erfordert die Akzentuierung motivationaler, affektiver und strategisch-organisationaler Auseinandersetzungen der Studierenden mit sich und ihrem Lernen. Fachschulunterricht sollte daher das *Lernen als eigenständigen Lerngegenstand* begreifen und dies pädagogisch und methodisch angemessen umsetzen.

ENTWURF

## 6 Literaturverzeichnis

- Bader, R. (2004): Strategien zur Umsetzung des Lernfeld-Konzepts. In: bwp@ spezial 1
- BIFIE (Hrsg.). (2013). Standardisierte kompetenzorientierte Reifeprüfung. Reife- und Diplomprüfung. Grundlagen – Entwicklung – Implementierung. Unter Mitarbeit von H. Cesnik, S. Dahm, C. Dorninger, E. Dousset-Ortner, K. Eberharter, R. Fless-Klinger, M. Frebort, G. Friedl-Lucyshyn, D. Frötscher, R. Gleeson, A. Pinter, F. J., Punter, S. Reif-Breitwieser, E. Sattlberger, F. Schaffenrath, G. Sigott, H.-S. Siller, P. Simon, C. Spöttl, J. Steinfeld, E. Süß-Stepancik, I. Thelen-Schaefer & B. Zisser. Wien: Herausgeber.
- Chomsky, N. (1965). Aspects of the theory of syntax. Cambridge, Mass: M.I.T. Press.
- Erpenbeck, J. / Rosenstiel, L. / Grote S. / Sauter W. (2017): Handbuch Kompetenzmessung: Erkennen, verstehen und bewerten von Kompetenzen in der betrieblichen, pädagogischen und psychologischen Praxis. Stuttgart, Schäfer & Pöschel
- Euler, D. / Reemtsma-Theis, M. (1999): Sozialkompetenzen? Über die Klärung einer didaktischen Zielkategorie. In: Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik, Heft 2, S. 168 - 198.
- Klafki, W. (1964): Didaktische Analyse als Kern der Unterrichtsvorbereitung in: Roth, H. / Blumenthal, A. (Hrsg.): Grundlegende Aufsätze aus der Zeitschrift Die Deutsche Schule, Hannover 1964, S. 5 - 34.
- Lerch, S. (2013): Selbstkompetenz – eine neue Kategorie zur eigens gesollten Optimierung? Theoretische Analyse und empirische Befunde. In: REPORT 1/2013 (36. Jg.) S. 25 - 34.
- Mandl, H. / Friedrich H.F. (Hrsg.) (2005): Handbuch Lernstrategien. Göttingen, Hogrefe.
- Pittich, D. (2013). Diagnostik fachlich-methodischer Kompetenzen. Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag
- Siller, H.-S., Bruder, R., Hascher, T., Linnemann, T., Steinfeld, J., & Sattlberger, E. (2014). Stufung mathematischer Kompetenzen am Ende der Sekundarstufe II – eine Konkretisierung. In J. Roth & J. Ames (Hrsg.), Beiträge zum Mathematikunterricht 2014, Münster: WTM, S. 1135 - 1138.
- Tenberg, R. (2011): Vermittlung fachlicher und überfachlicher Kompetenzen in technischen Berufen. Theorie und Praxis der Technikdidaktik. Stuttgart: Steiner
- Volpert, W. (1980): Beiträge zur psychologischen Handlungstheorie. Bern: Huber.



# Lehrplan

## Zweijährige Fachschule für Technik

### FACHRICHTUNG MASCHINENTECHNIK

### SCHWERPUNKT AUTOMATISIERUNG

ENTWURF

Impressum

Hessisches Kultusministerium  
Luisenplatz 10, 65185 Wiesbaden  
Tel.: 0611 368-0  
Fax: 0611 368-2096

E-Mail: [poststelle@hkm.hessen.de](mailto:poststelle@hkm.hessen.de)  
Internet: [www.kultusministerium.hessen.de](http://www.kultusministerium.hessen.de)



## Inhaltsverzeichnis

1	Bedeutung der Fachschule für Technik in der Bildungslandschaft.....	4
2	Grundlegung für die Fachrichtung Maschinentechnik .....	5
3	Theoretische Grundlagen des Lehrplans .....	9
3.1	Sozial-kommunikative Kompetenzen .....	9
3.2	Personale Kompetenzen .....	9
3.3	Fachlich-methodische Kompetenzen .....	10
3.4	Zielkategorien.....	11
3.4.1	Beruflich akzentuierte Zielkategorien.....	12
3.4.2	Mathematisch akzentuierte Zielkategorien .....	14
3.5	Taxierung der Kompetenzen in drei Stufen .....	14
3.5.1	Taxonomietabelle für beruflich akzentuierte Zielkategorien.....	16
3.5.2	Taxonomietabelle für mathematisch akzentuierte Zielkategorien .....	17
3.6	Zusammenfassung.....	18
4	Organisation der Kompetenzen und Kenntnisse .....	19
4.1	Lernfelder .....	19
4.2	Studentafel .....	20
4.3	Beruflicher Lernbereich .....	22
4.3.1	Mathematik (Querschnitt-Lernfeld) .....	22
4.3.2	Projektarbeit .....	24
4.3.3	Lernfeld 1: Projekte mittels systematischen Projektmanagements zum Erfolg führen .....	25
4.3.4	Lernfeld 2: Die Qualität von Prozessen, Anlagen und Produkten planen und sichern .....	27
4.3.5	Lernfeld 3 (Querschnitt-Lernfeld): Prozesse, Anlagen und Produkte nach naturwissenschaftlichen Aspekten analysieren und bewerten.....	30
4.3.6	Lernfeld 4: Bauteile und Baugruppen unter mechanischen Aspekten entwerfen und auslegen .....	32
4.3.7	Lernfeld 5: Bauteile und Baugruppen mit CAx Methoden modellieren, darstellen und realisieren .....	34
4.3.8	Lernfeld 6: Bauteile und Baugruppen nach technologischen Aspekten analysieren und bearbeiten .....	36
4.3.9	Lernfeld 7: Antriebe, Aktoren und Sensoren in Maschinen und Anlagen integrieren .....	38
4.3.10	Lernfeld 8: Maschinen und Anlagen automatisieren.....	40
4.3.11	Lernfeld 9: Baugruppen analysieren, entwickeln, dimensionieren und gestalten .....	42
4.3.12	Lernfeld 10: Fertigungsverfahren analysieren, planen und optimieren .....	44
4.3.13	Lernfeld 11: Produktion organisieren und optimieren .....	46
5	Handhabung des Lehrplans .....	48
6	Literaturverzeichnis .....	50

## 1 Bedeutung der Fachschule für Technik in der Bildungslandschaft

Die Fachschulen sind Einrichtungen der beruflichen Weiterbildung und schließen an eine einschlägige berufliche Ausbildung an. Sie bieten die Möglichkeit zu beruflicher Weiterqualifizierung aus der Praxis für die Praxis und ermöglichen dabei das Erreichen der höchsten Qualifizierungsebene in der beruflichen Bildung.<sup>1</sup>

In der Rahmenvereinbarung der Kultusministerkonferenz zu Fachschulen wird zu Ausbildungsziel, Tätigkeitsbereichen und Qualifikationsprofil das Folgende festgestellt:

„Ziel der Ausbildung im Fachbereich Technik ist es, Fachkräfte mit einschlägiger Berufsausbildung und Berufserfahrung für die Lösung technisch-naturwissenschaftlicher Problemstellungen, für Führungsaufgaben im betrieblichen Management auf der mittleren Führungsebene sowie für die unternehmerische Selbstständigkeit zu qualifizieren.

Die Ausbildung orientiert sich an den Erfordernissen der beruflichen Praxis und befähigt die Absolventinnen/Absolventen, den technologischen Wandel zu bewältigen und die sich daraus ergebenden Entwicklungen der Wirtschaft mitzugestalten.

Der Umsetzung neuer Technologien – verbunden mit der Fähigkeit kostenbewusst zu handeln und Fremdsprachenkenntnisse anzuwenden – wird deshalb auf der Basis des fachrichtungsspezifischen Vertiefungswissens in der Ausbildung besonderer Wert beigemessen. Der Fähigkeit, Mitarbeiter/Mitarbeiterinnen anzuleiten, zu führen, zu motivieren und zu beurteilen – sowie der Fähigkeit zur Teamarbeit – kommen im Zusammenhang mit den speziellen fachlichen Kompetenzen große Bedeutung zu.

Die Absolventinnen/Absolventen müssen vor diesem Hintergrund in der Lage sein, im Team und selbstständig Probleme des entsprechenden Aufgabenbereiches zu erkennen, zu analysieren, zu strukturieren, zu beurteilen und Wege zur Lösung dieser Probleme in wechselnden Situationen zu finden.“<sup>2</sup>

Die Studierenden sollen in der beruflichen Aufstiegsfortbildung zum staatlich geprüften Techniker / zur staatlich geprüften Technikerin befähigt werden, betriebswirtschaftliche, technisch-naturwissenschaftliche sowie künstlerische Aufgaben zu bewältigen.

Die Fachschulen orientieren sich dabei nicht an Studiengängen, sondern am Stand der Technik sowie ihrer praktischen Anwendung und genießen dadurch einen hohen Stellenwert in der Erwachsenenbildung.

Die Studierenden erlernen und vertiefen in der Weiterbildung das selbständige Erkennen, Strukturieren, Analysieren und Beurteilen von Problemen des Berufsbereiches und deren Lösung. Sie lernen, Projekte mittels systematischen Projektmanagements zum Erfolg zu führen

---

<sup>1</sup>DQR Niveau 6

<sup>2</sup>Rahmenvereinbarung über Fachschulen; Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 07.11.2002 i.d.F. vom 02.06.2016 S.16

Dabei liegt ein besonderes Augenmerk auf der Förderung des wirtschaftlichen Denkens und verantwortlichen Handelns in Führungspositionen und der damit verbundenen Fähigkeit zu konstruktiver Kritik und der Bewältigung von Konflikten.

Nicht zuletzt vertiefen die Studierenden ihre Fähigkeiten, sprachlich sicher zu agieren, um in allen Kontexten des beruflichen Handelns bestehen zu können.

Die rasante Entwicklung digitaler Technologien und die damit einhergehenden, tiefgreifenden Veränderungen in der Wirtschaft, in Arbeitsprozessen und im Kommunikationsverhalten stellen auch neue Anforderungen an Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen. So ist auch der Tätigkeitsbereich der Techniker und Technikerinnen in vielen Bereichen durch zusätzliche Merkmale betroffen:

- Vernetzung der Infrastruktur sowie der gesamten Wertschöpfungskette,
- Erfassung, Transport, Speicherung und Auswertung großer Datenmengen,
- Echtzeitfähigkeit der Systeme,
- cyber-physische Systeme – intelligente, kommunikationsfähige und autonome Maschinen und Systeme,
- Verschmelzung von virtueller und realer Welt,
- Gewährleistung von Datensicherheit und Datenschutz.

Somit muss die klassische Trennung in prozess- und produktorientierte berufsspezifische Handlungsfelder zugunsten eines die Schnittstellen vernetzenden, stärker systemorientierten und unternehmerischen Handlungskontextes aufgelöst werden.<sup>3</sup>

Der Erwerb der dazu benötigten Kompetenzen muss, auch wenn sie in den Lernfeldmatrizen nicht explizit aufgeführt sein sollten, durch die unterrichtliche Umsetzung in den Fachschulen für Technik ermöglicht werden.

## 2 Grundlegung für die Fachrichtung Maschinentechnik

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker der Fachrichtung Maschinentechnik werden mit vielfältigen technischen, organisatorischen und wirtschaftlichen Aufgaben betraut und z. B. bei der Planung, Projektierung, Konstruktion, im Versuch, in der Auftragsabwicklung, in der Produktion von Maschinen und anderer mittels Maschinen- und Apparatechnik erzeugter Produkte, in der Instandhaltung und im Service eingesetzt. Gegenüber dem Ingenieur grenzt die Technikerin / der Techniker sich durch die verstärkte Praxisbezogenheit seiner schulischen und betrieblichen Vor- und Ausbildung ab.

Im Rahmen der betrieblichen Tätigkeitsbereiche führt die staatlich geprüfte Technikerin / der staatlich geprüfte Techniker der Fachrichtung Maschinentechnik folgende typische Tätigkeiten unter Beachtung vorgegebener Regeln, Normen und Vorschriften aus:

- Methoden der Ideenfindung und Kreativitätstechniken anwenden,
- Methoden der Projektplanung, -durchführung und des Projektcontrollings anwenden,

---

<sup>3</sup> Kompetenzorientiertes Qualifikationsprofil zur Integration der Thematik „Industrie 4.0“ in die Ausbildung an Fachschulen für Technik (Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 24.11.2017)

**Automatisierung****Fachschule für Technik**

- nationale sowie internationale wirtschaftliche und ökologische Rahmenbedingungen und Besonderheiten analysieren und umsetzen,
- nationale sowie internationale Rechtsvorschriften und Normwerke für die Bewältigung technischer und betrieblicher Aufgaben analysieren und umsetzen,
- Lösungsstrategien entwickeln, Lösungsverfahren auswählen,
- Planungs- und Arbeitsschritte dokumentieren,
- Arbeitsanweisungen und Betriebsanleitungen erstellen,
- mathematische, natur- und technikwissenschaftliche Erkenntnisse und Methoden anwenden,
- Teilprozesse in Gesamtabläufe integrieren,
- Lösungen technisch und wirtschaftlich beurteilen,
- Technik sowohl human-, sozial- und umweltverträglich gestalten,
- Qualitätsmanagement realisieren,
- Arbeitsplätze und Arbeitsorganisation gestalten,
- Betriebsmittel, Vorrichtungen, Werkzeuge, Maschinen, Geräte und Anlagen konzipieren, entwerfen, projektieren, detaillieren,
- Maschinen, Geräte und Apparate auswählen, in Betrieb nehmen, instand halten,
- automatisierte Systeme zum Fertigen, Prüfen, Montieren, Transportieren, Lagern planen, entwickeln und verknüpfen,
- automatisierte Systeme zum Fertigen, Produzieren, Prüfen, Montieren, Transportieren, Lagern, in Betrieb nehmen, warten, inspizieren, instand setzen, Arbeitsplanungen durchführen, Fertigungsprozesse organisieren,
- mengen- und termingerechte Planung, Steuerung und Überwachung der Produktions- bzw. Fertigungsabläufe, des Material- und Maschineneinsatzes und der Lager-, Auftrags- und Bestellbestände durchführen,
- Kostenrechnungen durchführen,
- in der Normenüberwachung und Werksnormerstellung mitarbeiten,
- Versuche planen und durchführen,
- beraten und verkaufen,
- ausbilden und schulen.

Die Breite der Verantwortung reicht von der Erledigung definiert vorgegebener Aufträge, der Mitwirkung bei der Abwicklung bis zur selbstständigen Planung und Durchführung von Projekten. Um diesen Verantwortungsrahmen auszufüllen, sollen staatlich geprüfte Technikerinnen und Techniker

- Probleme analysieren, strukturieren und lösen,
- Informationen selbstständig beschaffen, auswerten und strukturieren,
- fähig sein, im Team zu arbeiten, aber auch Führungsaufgaben zu übernehmen,
- sich in einer Fremdsprache berufsbezogen zu informieren und zu kommunizieren,
- sich weiterbilden.

Die unterschiedlichen Einsatzgebiete der staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker der Fachrichtung Maschinentechnik erfordern eine Differenzierung der Weiterbildung in die Schwerpunkte:

- Automatisierungstechnik
- Konstruktion und Entwicklung
- Maschinenbau
- Produktions- und Qualitätsmanagement

- Verfahrens- und Umwelttechnik
- Technische Betriebswirtschaft

Die Zielsetzung der einzelnen Schwerpunkte der beruflichen Weiterbildung sind:

### **Automatisierungstechnik**

Maschinen und Anlagen werden mit komplexen Automatisierungssystemen ausgestattet. Dabei muss der zunehmenden Digitalisierung Rechnung getragen werden. Zum Beispiel kommunizieren Sensoren, Aktoren und Antriebssysteme über Feldbussysteme mit einer zentralen Steuereinheit (Automatisierungsgerät), die wiederum häufig mittels eines Netzwerkes mit weiteren dezentralen Peripheriegeräten (z. B. **Human Machine Interface**) sowie übergeordneten Leitrechnern verbunden ist. Die Studierenden werden für die Projektierung und Inbetriebnahme dieser komplexen Automatisierungssysteme qualifiziert. Im Zusammenhang mit den erworbenen Qualifikationen in der Fertigungstechnik und der Produktionsorganisation werden die Studierenden dieses Schwerpunktes für eine qualifizierte Implementierung von Automatisierungssystemen in Maschinen und Anlagen weitergebildet.

### **Konstruktion und Entwicklung**

Im Schwerpunkt Konstruktion und Entwicklung findet, neben den Inhalten aus dem allgemeinen Maschinenbau, eine Vertiefung der konstruktiven Einflussgrößen in den technischen Abteilungen von Unternehmen unter kapazitäts-, fertigungs- und kostenrelevanten Aspekten statt.

### **Maschinenbau**

Der Schwerpunkt Maschinenbau verknüpft interdisziplinär die Wissensbereiche und beruflichen Kompetenzen aus den verschiedenen Schwerpunkten der Maschinentechnik mit den klassischen Naturwissenschaften und der Mathematik. Dazu zählen Aufgabenstellungen, die sich insbesondere mit der Konstruktion und Entwicklung, der Fertigung von Bauteilen, Baugruppen und Produkten sowie der Automatisierung befassen. Dabei sind Qualitätsvorgaben ebenso zu berücksichtigen wie ökonomische und ökologische Aspekte.

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker des Schwerpunkts Maschinenbau können aufgrund Ihrer vielseitigen Ausbildung in vielfältigen technischen, organisatorischen und wirtschaftlichen Aufgabenbereichen eingesetzt werden, z. B. in der Planung, Projektierung, Konstruktion, Qualitätssicherung und im Versuchsbereich.

### **Produktions- und Qualitätsmanagement**

Technikerinnen und Techniker mit Weiterbildungsschwerpunkt Produktions- und Qualitätsmanagement übernehmen vorzugsweise verantwortliche Tätigkeiten im Produktionsumfeld der Industrie. Damit haben sie eine große Bedeutung für die vorwiegend industriell geprägte Volkswirtschaft Deutschlands.

Insbesondere werden die produktionsbezogenen Bereiche gezielt ausgebildet:

- Qualitätsmanagement und Qualitätssteuerung,

**Automatisierung****Fachschule für Technik**

- Planen und Steuern von Produktionsabläufen,
- Ermittlung von Daten, Kosten und Zeiten,
- Optimierung bestehender Produktionssysteme,
- Beschaffung und Entwicklung von Werkzeugen und Vorrichtungen,
- Gestaltung von Arbeitssystemen und Arbeitsplätzen.

In den aufgezählten Tätigkeitsfeldern übernehmen sie eigenverantwortliche Aufgaben im mittleren Management. Ihre Qualifikation in diesen Bereichen ist vergleichbar mit der von Ingenieuren und Ingenieurinnen.

**Verfahrens- und Umwelttechnik**

Die Verfahren- und Umwelttechnik ist die Technik von Stoffumwandlungsprozessen. In ihr führen sogenannte Unit-Operations zu Änderung von Stoffeigenschaften.

Da umwelttechnische Prozesse im Wesentlichen auch Stoffumwandlungsprozesse sind, stellt die Synthese beider Disziplinen eine natürliche Vereinigung dar. Um diese Prozesse zu planen und vorherzusagen, sind vertiefte Kenntnisse der chemischen- und physikalischen Abläufe der jeweiligen Operation notwendig. Die Umsetzung der Abläufe erfolgt durch ausgewählte Maschinen und Apparate. Diese Maschinen und Apparate müssen dimensioniert und konstruiert werden. Dieses geschieht u.a. unter wirtschaftlichen und ökologischen Gesichtspunkten. Die Weiterbildung zum Verfahrens- und Umwelttechniker berücksichtigt den weiterhin zunehmenden Automatisierungsgrad der verfahrenstechnischen Anlagen.

In den aufgezählten Tätigkeitsfeldern übernehmen die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker eigenverantwortliche Aufgaben im mittleren Management. Ihre Qualifikationen in diesen Bereichen sind vergleichbar mit der von Ingenieuren und Ingenieurinnen.

**Technische Betriebswirtschaft**

Der große Anteil betriebswirtschaftlicher Problemstellungen innerhalb der Arbeitswelt stellt erhöhte Anforderungen an die Beschäftigten in der Industrie. Neue Organisationsformen und Managementtechniken bestimmen den betrieblichen Alltag und die Ausgestaltung von Geschäftsprozessen. Im Zentrum steht die Kundenorientierung, die die Wettbewerbsfähigkeit nachhaltig sichert. Das Unternehmen ist bestrebt, aus dem Zielkonflikt zwischen Qualität, Kosten und Termin die Ausprägung zu finden, die den Bedürfnissen der Kunden am besten entspricht. Hierfür sind neben technischen auch betriebswirtschaftliche Kompetenzen notwendig, um langfristig einen Markterfolg zu erzielen.

Im Rahmen des Studiums werden die unternehmerischen Kompetenzen in Lernfeldern abgebildet, die sowohl technische als auch betriebswirtschaftliche berufliche Handlungen umfassen. Die Studierenden projektieren und entwickeln folglich technische Systeme und Anlagen und nehmen sie in Betrieb. Ferner planen, steuern und optimieren sie Absatz-, Beschaffungs- und Leistungserstellungsprozesse. Außerdem gestalten sie die Unternehmenskultur mit und setzen diese personalwirtschaftlich um. Darüber hinaus bereiten die Technikerinnen und Techniker Investitionen vor und stellen deren Finanzierung sicher. Sie erfassen und überwachen die daraus entstehenden Wertströme zur Kostenkontrolle und Preisgestaltung.

### 3 Theoretische Grundlagen des Lehrplans

Der vorliegende Lehrplan für Fachschulen in Hessen orientiert sich am aktuellen Anspruch beruflicher Bildung, Menschen auf Basis eines umfassenden Verständnisses handlungsfähig zu machen, also ihnen nicht alleine Wissen oder Qualifikationen, sondern Kompetenzen zu vermitteln. Eine im deutschsprachigen Raum anerkannte Grunddefinition von Kompetenz basiert auf dem US-amerikanischen Sprachwissenschaftler NOAM CHOMSKY, der diese als *Disposition zu einem eigenständigen, variablen Handeln* beschreibt (CHOMSKY, 1965). Das Kompetenzmodell von JOHN ERPENBECK und LUTZ VON ROSENSTIEL präzisiert dieses Basiskonzept, indem es sozial-kommunikative, personale und fachlich-methodische Kompetenzen unterscheidet (ERPENBECK, ROSENSTIEL, GROTE, SAUTER, 2017, S. XXI ff).

#### 3.1 Sozial-kommunikative Kompetenzen

Sozial-kommunikative Kompetenzen sind Dispositionen, kommunikativ und kooperativ selbstorganisiert zu handeln, d. h. sich mit anderen kreativ auseinander- und zusammensetzen, sich gruppen- und beziehungsorientiert zu verhalten, und neue Pläne, Aufgaben und Ziele zu entwickeln.

Diese werden im Kontext beruflichen Handelns nach EULER & REEMTSMA-THEIS (1999) konkretisiert und differenziert in einen (a) agentiven Schwerpunkt, einen (b) reflexiven Schwerpunkt und (c) deren Integration:

Zu (a): Fähigkeit zur Artikulation und Interpretation von verbalen und nonverbalen Äußerungen auf der Sach-, Beziehungs-, Selbstkundgabe- und Absichtsebene und Fähigkeit zur Artikulation und Interpretation von verbalen und nonverbalen Äußerungen im Rahmen einer Meta-Kommunikation auf der Sach-, Beziehungs-, Selbstkundgabe- und Absichtsebene.

Zu (b): Fähigkeit zur Klärung der Bedeutung und Ausprägung der situativen Bedingungen, insbesondere von zeitlichen und räumlichen Rahmenbedingungen der Kommunikation, 'Nachwirkungen' aus vorangegangenen Ereignissen, der sozialen Erwartungen an die Gesprächspartner, der Wirkungen aus der Gruppenzusammensetzung (jeweils im Hinblick auf die eigene Person sowie die Kommunikationspartner), Fähigkeit zur Klärung der Bedeutung und Ausprägung der personalen Bedingungen, insbesondere der emotionalen Befindlichkeit (Gefühle) der normativen Ausrichtung (Werte), der Handlungsprioritäten (Ziele), der fachlichen Grundlagen (Wissen), des Selbstkonzepts ('Bild' von der Person), (jeweils im Hinblick auf die eigene Person sowie die Kommunikationspartner), Fähigkeit zur Klärung der Übereinstimmung zwischen den äußeren Erwartungen an ein situationsgerechtes Handeln und den inneren Ansprüchen an ein authentisches Handeln.

Zu (c): Fähigkeit und Sensibilität, Kommunikationsstörungen zu identifizieren, und die Bereitschaft, sich mit ihnen (auch reflexiv) auseinanderzusetzen. Fähigkeit, reflexiv gewonnene Einsichten und Vorhaben in die Kommunikationsgestaltung einbringen und (ggf. unter Zuhilfenahme von Strategien der Handlungskontrolle) umsetzen zu können.

#### 3.2 Personale Kompetenzen

Personale Kompetenzen sind Dispositionen, sich selbst einzuschätzen, produktive Einstellungen, Werthaltungen, Motive und Selbstbilder zu entwickeln, eigene Begabungen, Moti-

vationen, Leistungsvorsätze zu entfalten und sich im Rahmen der Arbeit und außerhalb kreativ zu entwickeln und zu lernen.

LERCH (2013) bezeichnet personale Kompetenzen in Orientierung an aktuellen bildungswissenschaftlichen Konzepten auch als Selbstkompetenzen und unterscheidet dabei motivational-affektive Komponenten wie Selbstmotivation, Lern- und Leistungsbereitschaft, Sorgfalt, Flexibilität, Entscheidungsfähigkeit, Eigeninitiative, Verantwortungsfähigkeit, Zielstrebigkeit, Selbstvertrauen, Selbstständigkeit, Hilfsbereitschaft, Selbstkontrolle und Anstrengungsbereitschaft und strategisch-organisatorische Komponenten wie Selbstmanagement, Selbstorganisation, Zeitmanagement sowie Reflexionsfähigkeit. Hier sind auch sogenannte Lernkompetenzen (MANDL & FRIEDRICH, 2005) als jene personalen Kompetenzen einzuordnen, welche auf die eigenständige Organisation und Regulation des Lernens ausgerichtet sind.

### 3.3 Fachlich-methodische Kompetenzen

Fachlich-methodische Kompetenzen sind Dispositionen einer Person, bei der Lösung von sachlich-gegenständlichen Problemen geistig und physisch selbstorganisiert zu handeln, d. h. mit fachlichen und instrumentellen Kenntnissen, Fertigkeiten und Fähigkeiten kreativ Probleme zu lösen, Wissen sinnorientiert einzuordnen und zu bewerten; das schließt Dispositionen ein, Tätigkeiten, Aufgaben und Lösungen methodisch selbstorganisiert zu gestalten, sowie die Methoden selbst kreativ weiterzuentwickeln.

Fachlich-methodische Kompetenzen sind – im Sinne von ERPENBECK, ROSENSTIEL, GROTE, UND SAUTER (2017, S.XXI ff) – durch die Korrespondenz konkreter Handlungen und spezifischem Wissen beschreibbar. Wenn bekannt ist, was ein Mensch als Folge eines Lernprozesses können soll und auf welcher Wissensbasis dieses Können abgestützt sein soll, um ein eigenständiges und variables Handeln zu ermöglichen, kann sehr gezielt ein Unterricht geplant und gestaltet werden, der solche Kompetenzen integrativ vermittelt und eine Diagnostik entwickelt, mit welcher diese überprüft werden können. Im vorliegenden Lehrplan werden somit fachlich-methodische Kompetenzen als geschlossene Sinneinheiten aus Können und Wissen konkretisiert. Das Können wird dabei in Form einer beruflichen Handlung beschrieben, das Wissen in drei eigenständigen Kategorien auf mittlerem Konkretisierungsniveau spezifiziert: (a) Sachwissen, (b) Prozesswissen und (c) Reflexionswissen (PITTICH, 2013).

Zu (a): Sachwissen umfasst ein *anwendungs- und umsetzungsunabhängiges Wissen* über Dinge, Gegenstände, Geräte, Abläufe, Systeme etc. Es ist Teil fachlicher Systematiken und daher sachlogisch-hierarchisch strukturiert, wird durch assoziierendes Wahrnehmen, Verstehen und Merken erworben und ist damit die *gegenständliche Voraussetzung für ein eigenständiges, selbstreguliertes Handeln*. Beispiele: Aufbau eines Temperatursensors, Bauteile eines Kompaktreglers, Funktion eines Kompaktreglers, Aufbau einer Speicherprogrammierbaren Steuerung, Programmiersprache einer Speicherprogrammierbaren Steuerung, Struktur des Risikomanagement-Prozesses, EFQM-Modell.

Zu (b): Prozesswissen umfasst ein *anwendungs- und umsetzungsabhängiges Wissen* über berufliche Handlungssequenzen. Prozesse können auf drei verschiedenen Ebenen stattfinden, daher hat Prozesswissen entweder eine Produktdimension (Handhabung von Werkzeug, Material etc.), eine Aufgabendimension (Aufgaben-Typus, -Abfolgen etc.) oder eine Organisationsdimension (Geschäftsprozesse, Kreisläufe etc.). Prozesswissen ist immer Teil handlungsbezogener Systematiken und daher prozesslogisch-multizyklisch struk-



turiert, wird durch zielgerichtetes und feedback-gesteuertes Tun erworben und ist damit *funktionale Voraussetzung für ein eigenständiges, selbstreguliertes Handeln*. Beispiele: Kalibrierung eines Temperatursensors, Bedienung eines Kompaktreglers, Umgang mit der Programmierumgebung einer speicherprogrammierbaren Steuerung, Umsetzung des Risikomanagements, Handhabung einer EFQM-Zertifizierung.

Zu (c): Reflexionswissen umfasst ein *anwendungs- und umsetzungsunabhängiges Wissen*, welches hinter dem zugeordneten Sach- und Prozesswissen steht. Als konzeptuelles Wissen bildet es die theoretische Basis für das vorgeordnete Sach- und Prozesswissen und steht damit diesen gegenüber auf einer Meta-Ebene. Mit dem Reflexionswissen steht und fällt der Anspruch einer Kompetenz (und deren Erwerb). Seine Bestimmung erfolgt im Hinblick auf a) das unmittelbare Verständnis des Sach- und Prozesswissens (Erklärungsfunktion), b) die breitere wissenschaftliche Abstützung des Sach- und Prozesswissens (Fundierungsfunktion), c) die Relativierung des Sach- und Prozesswissens im Hinblick auf dessen berufliche Flexibilisierung und Dynamisierung (Transferfunktion). Umfang und Tiefe des Reflexionswissens werden ausschließlich so bestimmt, dass diesen drei Funktionen Rechnung getragen wird.

In der Trias dieser drei Wissenskategorien besteht ein bedeutsamer Zusammenhang: Das Sachwissen muss am Prozesswissen anschließen und umgekehrt, das Reflexionswissen muss sich auf die Hintergründe des Sach- und Prozesswissens eingrenzen. D. h., dass die hier anzuführenden Wissensbestandteile nur dann kompetenzrelevant sind, wenn sie innerhalb des hier eingrenzenden Handlungsrahmens liegen. Eine Teilkompetenz ist somit das Aggregat aus einer beruflichen Handlung und dem damit korrespondierenden Wissen:

Teilkompetenz			
Berufliche Handlung	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen

Innerhalb der einzelnen Lernfelder sind die einbezogenen Teilkompetenzen nicht zufällig angeordnet, gegenteilig folgen sie einem generativen Ansatz. D. h., dass die jeweils nachfolgende Teilkompetenz den Erwerb der vorausgehenden voraussetzt. Somit gelten innerhalb eines Lernfeldes alle Wissensaspekte, die in den vorausgehenden Teilkompetenzen konkretisiert wurden. Damit wird der Tatsache Rechnung getragen, dass Kompetenzen in einer sachlogischen Abfolge aufgebaut werden, dabei aber vermieden, dass innerhalb der Wissenszuordnungen der Teilkompetenzen nach unten zunehmend Redundanzen dargestellt werden.

### 3.4 Zielkategorien

Alle im Lehrplan aufgeführten Ziele lassen sich den folgenden Kategorien zuordnen:

1. Beruflich akzentuierte Zielkategorien: Kommunizieren & Kooperieren, Darstellen & Visualisieren, Informieren & Strukturieren, Planen & Projektieren, Entwerfen & Entwickeln, Realisieren & Betreiben und Evaluieren & Optimieren.
2. Mathematisch akzentuierte Zielkategorien: Operieren, Modellieren und Argumentieren.

Diese Kategorisierung soll in beruflicher Ausrichtung den Lehrplan mit dem Konzept der vollständigen Handlung (VOLPERT, 1980) hinterlegen, in mathematischer Ausrichtung mit dem O-M-A-Konzept (SILLER ET AL. 2014). Damit wird zum einen eine theoretisch abgestützte Differenzierung der vielfältigen Ziele beruflicher Lehrpläne erreicht, zum anderen die strukturelle Basis für eine nachvollziehbare und handhabbare Taxierung hergestellt.

### 3.4.1 Beruflich akzentuierte Zielkategorien

#### **Kommunizieren und Kooperieren**

Zum Kommunizieren gehören die schriftliche und mündliche Darlegung technischer, gestalterischer und betriebswirtschaftlicher Sachverhalte sowie die Führung einer Diskussion oder eines Diskurses über Problemstellungen unter Nutzung der erforderlichen Fachsprache. Das Spektrum der Zielkategorie reicht von einfachen Erläuterungen über fachlich fundierte Argumentation bis hin zur fachlichen Bewertung und Begründung technischer bzw. gestalterischer Zusammenhänge und Entscheidungen. Dabei sind die Sachverhalte und Problemstellungen inhaltlich klar, logisch strukturiert und anschaulich aufzubereiten. Der sachgemäße Gebrauch von Kommunikationsmedien und Kommunikationsplattformen sowie die Kenntnis der Kommunikationswege ermöglichen effektive Teamarbeit. Nicht zuletzt sind in diesem Zusammenhang der angemessene Umgang mit interkulturellen Aspekten sowie fremdsprachliche Kenntnisse erforderlich.

Kooperation ist eine wesentliche Voraussetzung zur Lösung komplexer Problemstellungen. Notwendig für erfolgreiche Kooperation ist Klarheit über die Gesamtzielsetzung, über die Teilziele, über die Schnittstellen und Randbedingungen sowie über die Arbeitsteilung und die Stärken und Schwächen aller Kooperationspartner. Um erfolgreich zu kooperieren, ist es erforderlich, die eigene Person und Leistung als Teil eines Ganzen zu sehen und einem gemeinsamen Ziel unterzuordnen. Auftretende Konflikte müssen respektvoll und sachbezogen gelöst werden.

#### **Darstellen und Visualisieren**

Diese Zielkategorie umfasst das Darstellen und Illustrieren technischer, gestalterischer und betriebswirtschaftlicher Sachverhalte, insbesondere das 'Übersetzen' abstrakter Daten und dynamischer Prozesse in fachgerechte Tabellen, Zeichnungen, Skizzen, Diagramme und weitere grafische Formen sowie beschreibende und erläuternde Texte. Dazu gehört es, geeignete Medien zur Visualisierung zu wählen, Sachverhalte, Problemstellungen und Lösungsvarianten in Dokumenten und Präsentationen darzustellen und zu erläutern. Ferner sind bei der Erstellung von Dokumenten die geltenden Normen und Konventionen zu beachten.

#### **Informieren und Strukturieren**

Das Internet bietet Information in großer Fülle zu vielen technischen, gestalterischen und betriebswirtschaftlichen Sachverhalten. Weitere Informationsquellen sind die wissenschaftliche Literatur und Dokumente aus den Betrieben und der Industrie sowie Experten und Kollegen. Sich umfassend und objektiv zu informieren stellt unter dieser Vielfalt eine grundsätzliche und wichtige Kompetenz dar. Die Studierenden sollen die Fähigkeit erwerben, zu Sachverhalten und Problemstellungen wichtige Informationsquellen zu benennen, sowie die Glaubwürdigkeit und Seriosität dieser Quellen anhand belastbarer Kriterien zu bewerten. Das Spektrum dieser Zielkategorie beinhaltet ferner die korrekte und sachgerechte Verwendung von Zitaten und die Beachtung von Persönlichkeitsrechten. Mit dem Informationserwerb geht die Strukturierung der Informationen durch zielgerechtes Auswählen, Zusammenfassen und Aufbereiten einher.

#### **Planen und Projektieren**

Diese Zielkategorie beinhaltet die wesentlichen Fertigkeiten und Kenntnisse, um komplexere und umfangreichere Aufgaben- oder Problemstellungen inhaltlich wie auch zeitlich zu

strukturieren, mit Qualitätssicherungsmaßnahmen zu belegen und die Kosten und Ressourcen zu kalkulieren und zu bewerten. Im Detail gehören dazu die Fähigkeiten, überprüfbare Kriterien und Planungsziele zu definieren und deren Umsetzung zu planen und zu kontrollieren. Die zeitliche und inhaltliche Gliederung der Aufgaben ist zu Zwecken der Kontrolle und Steuerung, der Kooperation und Visualisierung durch eine begründete Wahl von Projektmethoden und Werkzeugen sicherzustellen.

### **Entwerfen und Entwickeln**

Das Entwerfen ist die zielgerichtete geistige und kreative Vorbereitung eines später zu realisierenden Produktes. Dieses Produkt kann beispielsweise ein Modell, eine Kollektion, eine Vorrichtung, eine Schaltung, eine Baugruppe, ein Steuerungsprogramm oder auch ein Regelkreis sein. Das Ergebnis dieses Prozesses – der Entwurf – wird in Form von Texten, Zeichnungen, Grafiken, (Näh-) Proben, Schnittmustern, Schaltplänen, Modellen oder Berechnungen dokumentiert.

Entwickeln ist die zielgerichtete Konkretisierung eines Entwurfs oder Verbesserung eines bestehenden Produktes oder technischen Systems. Dabei bilden die Studierenden in Schritten stufenweise Detaillösungen zu den Problemstellungen ab. Die Kenntnis über Kreativitätstechniken, Analyse- und Berechnungsmethoden sowie deren fachspezifischen Anwendungen spielen in diesem Entwicklungsprozess eine zentrale Rolle.

### **Realisieren und Betreiben**

Neben dem eigentlichen Umsetzen des Entwurfs (z. B. Prototyp, Nullserie, Testanlage) geht es hier um die Inbetriebnahme, das Einbinden des Produktes in die Produktumgebung, das Messen und Prüfen der realisierten Komponenten und Modelle, die konkrete Fertigung, auch in Form einer Serie, die Integration einer Software in ein System, die Integration von Software und Hardware oder das Testen einer implementierten Software oder eines Verfahrens möglichst unter Realbedingungen. Dabei können auch geeignete Simulationsverfahren zum Einsatz kommen. Gewonnene Erkenntnisse können auf neue Problemstellungen transferiert werden. Damit ein technisches System dauerhaft funktioniert, sind ggf. Instandhaltungsmaßnahmen rechtzeitig, bedarfsgerecht und geplant unter Berücksichtigung der Wirtschaftlichkeit des gesamten Systems durchzuführen.

### **Evaluieren und Optimieren**

Im Interesse der Qualitätssicherung ist ein stetiges Reflektieren, Evaluieren und Optimieren erforderlich. Sowohl bei überschaubaren Arbeitspaketen als auch bei ganzen Projekten ist hinsichtlich der eingesetzten Methoden, Ressourcen, Kosten und erbrachten Ergebnisse zu klären: Was hat sich bewährt, was sollte bei der nächsten Gelegenheit wie verbessert werden (Lessons Learned)?

Die Kenntnis und Anwendung spezieller Methoden der Reflektion und Evaluation mit der dazugehörigen Datenerfassung und Auswertung sind in dieser Zielkategorie essenziell.

Jeder Prozess oder jede Anlage bedarf eines kontinuierlichen Verbesserungsprozesses (KVP). Dafür sind spezielle Kompetenzen notwendig, die die Datenerfassung, die Datenauswertung zur Identifikation von Verbesserungspotential und die Entscheidung für Maßnahmen unter Berücksichtigung von Effektivität und Effizienz ermöglichen.

Zur Bewältigung zukünftiger Herausforderungen im Privaten wie Beruflichen ist es wichtig, sich selbstbestimmt und selbstverantwortlich neuen Lerninhalten und Lernzielen zu stellen. Die Studierenden sollen deshalb unterschiedliche Lerntechniken kennen und anwen-

den sowie über das Reflektieren des eigenen Lernverhaltens in die Lage versetzt werden, ihren Lernprozess aus der Perspektive des lebenslangen Lernens bewusst und selbstständig zu gestalten und zu fördern.

### 3.4.2 Mathematisch akzentuierte Zielkategorien

Den mathematisch akzentuierten Zielkategorien werden die Handlungsdimensionen „Operieren“, „Modellieren“ und „Argumentieren“ (kurz: O-M-A) zu Grunde gelegt, welche sich nach SILLER ET. AL (2014) zum einen an grundlegenden mathematischen Tätigkeiten und zum anderen an den fundamentalen Ideen der Mathematik orientieren.

Die Dimension *Operieren* bezieht sich auf „die Planung sowie die korrekte, sinnvolle und effiziente Durchführung von Rechen- oder Konstruktionsabläufen und schließt z. B. geometrisches Konstruieren oder (...) das Arbeiten mit bzw. in Tabellen und Grafiken mit ein“ (BIFIE, 2013, S. 21).

Die Dimension *Modellieren* ist darauf ausgerichtet „in einem gegebenen Sachverhalt die relevanten mathematischen Beziehungen zu erkennen (...), allenfalls Annahmen zu treffen, Vereinfachungen bzw. Idealisierungen vorzunehmen und Ähnliches“ (BIFIE, 2013, S. 21).

Die Dimension *Argumentieren* fokussiert „eine korrekte und adäquate Verwendung mathematischer Eigenschaften, Beziehungen und Regeln sowie der mathematischen Fachsprache“ (BIFIE, 2013, S. 22).

### 3.5 Taxierung der Kompetenzen in drei Stufen

Die Qualität einer fachlich-methodischen Kompetenz kann nicht anhand einzelner Wissenskomponenten bemessen werden. Entscheidend ist hier vielmehr der Freiheitsgrad des Handlungsraums, in dem sie eingebettet ist. Nicht diejenigen, die hier in einzelnen Facetten das breiteste Wissen nachweisen können, sind die Kompetentesten, sondern diejenigen, deren Handlungsfähigkeit im einschlägigen Kontext am weitesten reicht. Hier lassen sich theoriebasiert drei Handlungsqualitäten unterscheiden:

Qualität 1 (linear-serielle Struktur):

Start und Ziel eindeutig, Umsetzung durch „reflektiertes Abarbeiten“ (Abfolgen).

Qualität 2 (zyklisch-verzweigte Struktur):

Start und Ziel eindeutig, Umsetzung durch das koordinierte Abarbeiten mehrerer Abfolgen und damit zusammenhängenden Auswahlentscheidungen (Algorithmen).

Qualität 3 (mehrschichtige Struktur):

Ziel und Start müssen definiert werden, Umsetzung durch Antizipieren tragfähiger Algorithmen bzw. deren Erprobung und reflektierter Kombination (Heuristiken).

Es ist erkennbar, dass die jeweils höhere Qualität die der vorausgehenden integriert. Handeln auf Ebene des Algorithmus bedingt die Beherrschung der darin zu vollziehenden Abfolgen, Handeln auf Heuristik-Ebene bedingt die Beherrschung der darin zu vollziehenden Algorithmen. Für die Qualität 1 ist daher Reflexionswissen funktional nicht erforderlich, trotzdem ist es für Lernende bedeutsam, da ein Verständnislernen immer interessanter und motivierender ist als ein rein funktionalistisches Lernen. Für Qualität 2 ist moderates Reflexionswissen erforderlich, da hier schon Entscheidungen eigenständig getroffen werden müssen. Mit dem Anspruchsniveau der erforderlichen Entscheidungen steigt der Bedarf an Reflexionswissen. Qualität 3 kann nur umgesetzt werden, wenn über das Reflexi-

onswissen der Stufe 2 hinaus weiteres Reflexionswissen verfügbar ist, welche neben, hinter oder über diesem steht. Um komplexe Probleme zu lösen, sind kognitive Freiheitsgrade erforderlich, die nur mit einem entsprechend tiefen Verständnis der jeweiligen Zusammenhänge erreicht werden können.

Diese Handlungsqualitäten können für den Lehrplan als Kompetenzstufen genutzt werden, denn sie repräsentieren Kompetenz-Unterschiede, welche nicht auf einem Kontinuum darstellbar sind, sondern sich in diskreten Qualitäten ausdrücken. Um die in den Lernfeldern aufgelisteten Kompetenz-Beschreibungen nicht zu überladen, wird im vorliegenden Lehrplan nicht jede einzelne Kompetenz in den drei Niveaustufen konkretisiert. Vielmehr erfolgt dies entlang der beruflichen und mathematischen Zielkategorien.

ENTWURF

## 3.5.1 Taxonomietabelle für beruflich akzentuierte Zielkategorien

Zielkategorien	Stufe I (Abfolge)	Stufe II (Algorithmus)	Stufe III (Heuristik)
<b>Kommunizieren &amp; Kooperieren</b>	Mitteilen und Annehmen von Informationen, koagierend zusammenarbeiten	an konstruktiven, adaptiven Gesprächen teilnehmen, kooperierend zusammenarbeiten	komplexe bzw. konfliktäre Gespräche führen, Kooperationen gestalten und steuern, Konflikte lösen
<b>Darstellen &amp; Visualisieren</b>	Präsentieren von klaren Gegenständlichkeiten, Fakten, Strukturen, Details	Präsentieren von eindeutigen Zusammenhängen und Funktionen mittels geeignet ausgewählter Darstellungsformen	Präsentieren und Dokumentieren komplexer Zusammenhänge und offener Sachverhalte mittels geeigneter Werkzeuge und Methoden
<b>Informieren &amp; Strukturieren</b>	Handhaben von Informationsmaterialien, Finden und Ordnen von Informationen	Finden einschlägiger Informationsmaterialien, Verifizieren, Selektieren und Ordnen von Informationen	Umsetzen offener Informationsbedarfe, von der Quellensuche bis zur strukturierten Information
<b>Planen &amp; Projektieren</b>	Problemstellungen inhaltlich strukturieren und zeitlich gliedern	routinenaher Projekte inhaltlich strukturieren und zeitlich gliedern	komplexe Projekte inhaltlich strukturieren und zeitlich gliedern unter Beachtung verfügbarer Ressourcen
<b>Entwerfen &amp; Entwickeln</b>	Umsetzen einfacher Ideen in Skizzen, Plänen oder konkreten Lösungen	Abgleichen konkurrierender Ideen, Umsetzen in Skizzen, Plänen oder konkreten Lösungen	Integration einzelner Ideen zu einer Gesamtlösung, Umsetzen in Skizzen, Plänen oder konkreten Lösungen
<b>Realisieren &amp; Betreiben</b>	Aktivieren und Kontrollieren serieller Prozesse	Aktivieren und Regulieren zyklischer Prozesse	Abstimmen, Aktivieren und Modulieren mehrschichtiger Prozesse
<b>Evaluieren &amp; Optimieren</b>	Bewerten entlang eines standardisierten Rasters, Umsetzen unmittelbarer Konsequenzen	Bewerten entlang eines offenen Rasters, Herleiten und Umsetzen von adäquaten Konsequenzen	Bewerten in Anwendung eigenständiger Kategorien, Herleiten und Umsetzen von adäquaten Konsequenzen

## 3.5.2 Taxonomietabelle für mathematisch akzentuierte Zielkategorien

Zielkategorien	Stufe I (Abfolge)	Stufe II (Algorithmus)	Stufe III (Heuristik)
<b>mathematisches Operieren</b>	Anwenden eines gegebenen bzw. vertrauten Verfahrens im Sinne eines Abarbeitens bzw. Ausführens	Abarbeiten und Ausführen mehrschrittiger Verfahren ggf. durch Rechneinsatz und Nutzung von Kontrollmöglichkeiten	Erkennen, ob ein bestimmtes Verfahren auf eine gegebene Situation passt, das Verfahren anpassen und ggf. weiterentwickeln
<b>mathematisches Modellieren</b>	Durchführen eines Darstellungswechsels zwischen Kontext und mathematischer Repräsentation Verwenden vertrauter und direkt erkennbarer Standardmodelle zur Beschreibung einer vorgegebenen (mathematisierter) Situation	Beschreiben vorgegebener (mathematisierter) Situation durch mathematische Standardmodelle bzw. mathematische Zusammenhänge Erkennen und Setzen von Rahmenbedingungen zum Einsatz von mathematischen Standardmodellen Anwenden von Standardmodellen auf neuartige Situationen Finden einer Passung zwischen geeigneten mathematischen Modellen und realen Situationen	komplexe Modellierung einer vorgegebenen Situation Reflektieren der Lösungsvarianten bzw. der Modellwahl Beurteilen der zugrunde gelegten Lösungsverfahren
<b>mathematisches Argumentieren</b>	einfache fachsprachliche Begründungen ausführen; das Zutreffen eines Zusammenhangs oder Verfahrens bzw. die Passung eines Begriffes auf eine gegebene Situation prüfen	mehrschrittige mathematische Standard-Argumentationen durchführen und beschreiben Nachvollziehen und Erläutern von mathematischen Begriffen, Sätzen, Verfahren, Darstellungen, Argumentationsketten und Kontexten fachlich und fachsprachlich korrekte Erklärung von einfachen mathematischen Sachverhalten, Resultaten und Entscheidungen	mathematische Argumentationen prüfen bzw. vervollständigen eigenständige Argumentationsketten aufbauen

### 3.6 Zusammenfassung

Das hier zugrundeliegende Kompetenzmodell schließt drei Kompetenzklassen nach ER-PENBECK, ROSENSTIEL, GROTE, SAUTER (2017, XXI ff.) ein: Sozial-kommunikative Kompetenzen, personale Kompetenzen (bzw. Selbstkompetenzen) und fachlich-methodische Kompetenzen.

Sozial-kommunikative Kompetenzen werden nach EULER & REEMTSMA-THEIS (1999) in einen agentiven Schwerpunkt, einen reflexiven Schwerpunkt und deren Integration unterteilt. Personale Kompetenzen (bzw. Selbstkompetenzen) werden nach LERCH (2013) in motivational-affektive und strategisch-organisatorische Komponenten unterschieden. Für diese beiden Kompetenzklassen sieht der Lehrplan keine weitere Detaillierung vor, da die Entwicklung überfachlicher Kompetenzen – durch deren enge Verschränkung mit der persönlichen Entwicklung des Individuums – deutlich anderen Gesetzmäßigkeiten unterliegt als die Entwicklung fachlich-methodischer Kompetenzen. Eine Anregung und Unterstützung in der Entwicklung überfachlicher Kompetenzen durch den Fachschulunterricht kann daher auch nicht entlang einer jahresplanmäßigen Umsetzung einzelner, thematisch determinierter Lernstrecken erfolgen, sondern muss vielmehr fortlaufend produktiv und dabei aber auch reflexiv in die Vermittlung fachlich-methodischer Kompetenzen eingebettet werden.

Im Zentrum dieses Lehrplankonzepts stehen die fachlich-methodischen Kompetenzen und deren differenzierte und taxiierte curriculare Dokumentation. Teilkompetenzen sind hierbei Aggregate aus spezifischen beruflichen Handlungen und dem diesen jeweils zugeordneten Wissen. Dabei unterscheidet man zwischen Sach-, Prozess- und Reflexionswissen. Als Basis für einen kompetenzorientierten Unterricht konkretisiert dieser Lehrplan zusammenhängende Komplexe aus Handlungskomponenten und Wissenskomponenten auf einem mittleren Konkretisierungsniveau. Der Fachschulunterricht wird dann erstens durch die Explikation und Konkretisierung der Handlungs- und Wissenskomponenten inhaltlich ausgestaltet und zweitens durch die Umsetzung der Taxonomietabellen (Tabellen in Abschnitt 3.5.1 und 3.5.2) in seinem Anspruch dimensioniert. Damit besteht einerseits eine curriculare Rahmung, die dem Anspruch eines Kompetenzstufenmodells gerecht wird, zum anderen liegen die für Fachschulen erforderlichen Freiheitsgrade vor, um der Heterogenität der Adressatengruppen gerecht werden und dem technologischen Wandel folgen zu können.



## 4 Organisation der Kompetenzen und Kenntnisse

### 4.1 Lernfelder

Wie der vorausgehende Lehrplan ist auch dieser in Lernfelder segmentiert. Als Novität ist hier nun zwischen berufsbezogenen Lernfeldern und Querschnitt-Lernfeldern zu unterscheiden (Abbildung 1).

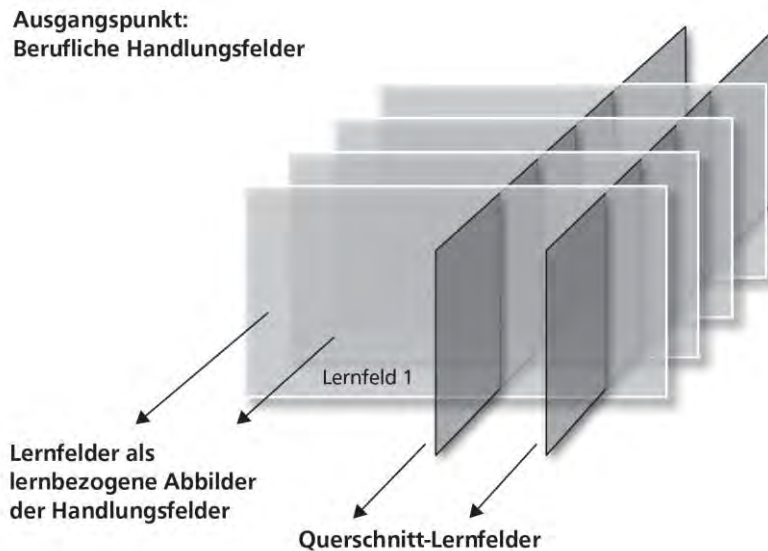


Abbildung 1: Beziehung von berufsbezogenen Lernfeldern als lernbezogene Abbilder beruflicher Handlungsfelder und Querschnitt-Lernfeldern.

**Berufsbezogene Lernfelder** sind curriculare Teilsegmente, welche sich aus einer spezifischen didaktischen Transformation beruflicher Handlungsfelder ergeben (BADER, 2004, S. 1). Wesentlich ist hierbei, dass die für das jeweilige Berufssegment wesentlichen Tätigkeitsbereiche adressiert werden. Relevante berufliche Handlungsfelder haben Gegenwarts- und Zukunftsbedeutung, ihre didaktische Reduktion in das Format eines Lernfeldes folgt dem Prinzip der Exemplarität (KLAFKI, 1964). Somit steht jedes einzelne Lernfeld des Lehrplans für einen gegenwarts- und zukunftsrelevanten Ausschnitt des dazugehörigen Berufssegments, als Gesamtheit repräsentieren sie dieses als exemplarisches Gesamtgefüge.

**Querschnitt-Lernfelder** integrieren übergreifende Aspekte der berufsbezogenen Lernfelder und adressieren entsprechend primär Grundlagenthemen, welche innerhalb der berufsbezogenen Lernfelder bedeutsam sind, jedoch diesbezüglich vorbereitend oder ergänzend vermittelt werden müssen. Insbesondere handelt es sich hier um mathematische, naturwissenschaftliche, informatische, volks- und betriebswirtschaftliche, gestalterische und ästhetische Kenntnisse bzw. Fertigkeiten, welche sich im Hinblick auf die Berufskompetenzen als Basis- oder Bezugskategorien darstellen. Zu den Querschnitt-Lernfeldern gehört die fachrichtungsbezogene Mathematik.

Innerhalb jeden Lernfeldes werden dessen Nummer, Bezeichnung sowie Zeit-Horizont dargestellt und insbesondere die darin adressierten Lernziele. Die Abfolge der Lernfelder im Lehrplan ist nicht beliebig, impliziert jedoch keine Reihenfolge der Vermittlung. In den *berufsbezogenen* Lernfeldern werden die Lernziele durch (weitgehend fachlich-methodische) Kompetenzen beschrieben (TENBERG, 2011, S. 61 ff). Dies erfolgt in Aggre-

gaten aus beruflichen Handlungen und zugeordnetem Wissen. Diese Lehrplaninhalte sind angesichts der Streuung und Unschärfe beruflicher Tätigkeitsspektren in den jeweiligen Segmenten sowie der Dynamik des technisch-produktiven Wandels auf einem mittleren Konkretisierungsniveau angelegt. Zur Taxierung dieser Lernziele liegt eine eigenständige Tabelle (siehe Abschnitt 3.5.1) vor, welche geordnet nach Zielkategorien die jeweils erforderlichen Handlungsqualitäten für die Stufen 1 (Minimalanspruch), 2 (Regelanspruch) und 3 (hoher Anspruch) konkretisiert. Zur Taxierung der Lernziele in der Mathematik (beruflicher Lernbereich) liegt eine gesonderte Tabelle (siehe Abschnitt 3.5.2) mit gleichem Aufbau vor. In den übrigen *Querschnitt*-Lernfeldern werden die Lernziele entweder durch Kenntnisse oder durch Fertigkeiten beschrieben. Sie werden dabei weder taxiert noch zeitlich näher präzisiert, da dieses nur im Rahmen der schulspezifischen Umsetzung möglich und sinnvoll erscheint. Als Orientierung dient hier jeweils der in den berufsbezogenen Lernfeldern konkret feststellbare Anspruch an übergreifende Aspekte.

## 4.2 Stundentafel

Für jedes Lernfeld und die Projektarbeit dürfen die Unterrichtsstunden innerhalb der angegebenen Grenzen variieren, wobei die Gesamtstundenzahl 2000 im beruflichen Lernbereich<sup>4</sup> in Summe erreicht werden muss. Für alle Studierenden eines Jahrgangs muss der Stundenumfang für die individuelle Projektarbeit gleich sein.

---

<sup>4</sup> Zur Begünstigung eines Wechsels des Schwerpunktes ist die Aufteilung der Lernfelder in einen ersten und zweiten Ausbildungsabschnitt als Empfehlung zu betrachten.

Beruflicher Lernbereich	Unterrichtsstunden	
	1. Ausbildungsabschnitt	2. Ausbildungsabschnitt
Mathematik	200	
Projektarbeit		200 - 240
<b>Lernfelder</b>		
LF 1	Projekte mittels systematischen Projektmanagements zum Erfolg führen	80
LF 2	Die Qualität von Prozessen, Anlagen und Produkten planen und sichern	120
LF 3	Prozesse, Anlagen und Produkte nach naturwissenschaftlichen Aspekten analysieren und bewerten	80
LF 4	Bauteile und Baugruppen unter mechanischen Aspekten entwerfen und auslegen	200
LF 5	Bauteile und Baugruppen mit CAx Methoden modellieren, darstellen und realisieren	120
LF 6	Bauteile und Baugruppen nach technologischen Aspekten analysieren und bearbeiten	80
LF 7	Antriebe, Aktoren und Sensoren in Maschinen und Anlagen integrieren	120
LF 8	Maschinen und Anlagen automatisieren	240 - 320
LF 9	Baugruppen analysieren, entwickeln, dimensionieren und gestalten	140 - 180
LF 10	Fertigungsverfahren analysieren, planen und optimieren	180 - 220
LF 11	Produktion organisieren und optimieren	140 - 180

4.3 Beruflicher Lernbereich

4.3.1 Mathematik (Querschnitt-Lernfeld) [200h]

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	MATHEMATIK		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... handhaben algebraische Verfahren, beispielsweise zur Auslegung elektrischer Netze und ebener Trag- und Fachwerke.	Zahlenmengen <ul style="list-style-type: none"> <li>• natürliche Zahlen</li> <li>• ganze Zahlen</li> <li>• rationale Zahlen</li> <li>• irrationale Zahlen</li> <li>• reelle Zahlen</li> </ul> Algebraische Gleichungen <ul style="list-style-type: none"> <li>• linear</li> <li>• quadratisch</li> <li>• exponentiell</li> <li>• gemischt</li> </ul> lineare Gleichungssysteme Potenz- und Logarithmenregeln	Standardlösungsverfahren <ul style="list-style-type: none"> <li>• Äquivalenzumformung,</li> <li>• pq - Formel</li> <li>• Einsetzverfahren</li> <li>• Additionsverfahren</li> <li>• Gaußalgorithmus</li> </ul> Methoden der Abschätzung Ergebniskontrolle	Axiome des mathematischen Körpers Rechengesetze <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kommutativgesetz</li> <li>• Assoziativgesetz</li> <li>• Distributivgesetz</li> </ul> Operatoren
... nutzen geometrische und trigonometrische Verfahren zur Lösung geometrischer Problemstellungen u.a. im Rahmen konstruktiver, steuerungs- und fertigungstechnischer Aufgabenstellungen.	Satz des Pythagoras trigonometrische Seitenverhältnisse Einheitskreis Sinus- und Kosinussatz <ul style="list-style-type: none"> <li>• Flächen und Volumina von geometrischen Formen und Körper</li> </ul>	Berechnung von Längen, Abstände und Winkel Berechnung realer Flächen und Körper Approximation von Flächen und Volumina	Ähnlichkeits- und Kongruenzsätze für Dreiecke Strahlensatz euklidische Axiome

Automatisierung

Fachschule für Technik

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	MATHEMATIK		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
<p>... handhaben mathematische Funktionen zur Modellierung und Lösung u.a. im Rahmen technischer und wirtschaftlicher Problemstellungen, auch mittels Software, wie Kennlinien von Bauelementen, Ladekurve eines Kondensators, Schnittgrößen und Biegelinien von Trägern.</p>	<p>Darstellungsformen und Funktionsvorschriften</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ganzrationale Funktionen, insbesondere lineare und quadratische</li> <li>• trigonometrische Funktionen</li> <li>• Exponentialfunktionen</li> </ul> <p>Charakteristika</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Steigung</li> <li>• Nullstellen, Abszissenabstand</li> <li>• Schnittpunkt</li> <li>• Scheitelpunkt</li> <li>• Periodizität</li> </ul> <p>Wertebereich, Definitionsbereich</p>	<p>Berechnung der Charakteristika Wechsel der Darstellungsformen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Normal-, Scheitelpunktform, Linearfaktordarstellung</li> <li>• implizite, explizite Funktionsvorschrift</li> <li>• Graph und Wertetabelle</li> </ul> <p>Funktionsermittlung Differenzenquotient Funktionsdarstellung mittels Software Konstruktion trigonometrischer Funktionen mit Hilfe des Einheitskreises</p>	<p>trigonometrische Grundlagen Relationen und Abbildungen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• kartesisches Produkt</li> <li>• Surjektivität, Injektivität, Bijektivität</li> </ul> <p>Funktionsbegriff Mathematisches Modell vs. Realbezug</p>
<p>... verwenden Verfahren der analytischen Geometrie und linearen Algebra, beispielsweise zur Darstellung von Kräften und Momenten als Vektoren.</p>	<p>Vektoren</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vektorkomponenten</li> <li>• Schreibweisen</li> </ul> <p>Vektoroperationen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Skalierung</li> <li>• Vektoraddition</li> <li>• Skalarprodukt</li> <li>• Kreuzprodukt</li> <li>• orthogonale, parallele und linear unabhängige Vektoren</li> </ul>	<p>Addition und Subtraktion von Vektoren Beschreibung geometrischer Körper im Raum mittels Vektoren Winkelberechnung mit Skalarprodukt Flächenberechnung mit Kreuzprodukt</p>	<p>Vektor als Parallelverschiebung bzw. Translation im Raum trigonometrische Grundlagen</p>
HINWEISE:	Wo immer möglich, sollten Anwendungsbeispiele aus dem Kontext der anderen Lernfelder der Fachrichtung / des Schwerpunktes gewählt werden.		

4.3.2 Projektarbeit [200h–240h]

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	Vorbemerkung	Organisatorische Hinweise
<p>... analysieren und strukturieren eine Problemstellung und lösen sie praxisgerecht.</p> <p>... bewerten und präsentieren das Handlungsprodukt und den Arbeitsprozess.</p> <p>... berücksichtigen Aspekte wie z. B. Wirtschaftlichkeit, Energie- und Rohstoffeinsatz, Fragen der Arbeitsergonomie und Arbeitssicherheit, Haftung und Gewährleistung, Qualitätssicherung, Auswirkungen auf Mensch und Umwelt sowie Entsorgung und Recycling.</p> <p>... legen besonderen Wert auf die Förderung von Kommunikation und Kooperation.</p>	<p>Für die Projektarbeit werden fachrichtungsbezogene und lernfeldübergreifende Aufgaben bearbeitet, die sich aus den betrieblichen Einsatzbereichen von Technikerinnen und Technikern ergeben. Die Aufgabenstellung ist so offen zu formulieren, dass sie die Aktivität der Studierenden in der Gruppe herausfordert und unterschiedliche Lösungsvarianten zulässt. Durch den lernfeldübergreifenden Ansatz können Beziehungen und Zusammenhänge der einzelnen Fächer und Lernfelder hergestellt werden. Die Projektarbeit findet interdisziplinär statt. In allen Fächern und Lernfeldern soll über eine entsprechende Problem- und Aufgabenorientierung die methodische Vorbereitung für die Durchführung der Projekte geleistet werden.</p>	<p>Mit den Studierenden werden die Zielvorstellungen, die inhaltlichen Anforderungen sowie die Durchführungsmodalitäten besprochen. Die Studierenden sollen in der Regel Projekte aus der betrieblichen Praxis in Kooperation mit Betrieben bearbeiten. Die Vorschläge für Projektaufgaben sind durch einen Anforderungskatalog möglichst genau zu beschreiben.</p> <p>Alle eingebrachten Projektvorschläge werden durch die zuständige Konferenz geprüft, z. B. auf Realisierbarkeit, Finanzierbarkeit, ausgewählt und beschlossen. Jede Projektarbeit wird von einem Lehrerinnen/Lehrerteam betreut. <b>Die im LF1 „Projekte mittels systematischem Projektmanagements zum Erfolg führen“ erworbenen Kenntnisse und Fertigkeiten müssen angewendet werden.</b></p> <p>Es empfiehlt sich während der Projektphase Projekttage einzuführen, an denen nach Rücksprache die am Projekt beteiligten Lehrerinnen und Lehrer beratend zur Verfügung stehen. Während dieser Zeit können die Studierenden die Projektarbeit beim Auftraggeber im Betrieb und in den Räumlichkeiten der Schule durchführen. Da es sich um eine Schulveranstaltung handelt, besteht für die Studierenden während dieser Tätigkeit ein Versicherungsschutz gegen Unfall- und Haftpflichtschäden.</p>
<p>HINWEISE:</p>		

**4.3.3 Lernfeld 1: Projekte mittels systematischen Projektmanagements zum Erfolg führen [80h]**

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF1: PROJEKTE MITTELS SYSTEMATISCHEN PROJEKTMANAGEMENTS ZUM ERFOLG FÜHREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... kommunizieren effizient und organisieren sich selbst im Projektgeschehen.	Präsentationstechniken Kommunikationssituationen Führung Motivation Konflikte und Krisen Zeitmanagement Arbeitsteilung Vorgangsmodelle im Projektmanagement	Vorbereitung und Durchführung einer Präsentation Vorbereitung und Durchführen eines Projektmeetings Analyse eines Konfliktes Durchführung und Dokumentation eines Problemlösungsverfahrens Planung und Einteilung der eigenen Arbeitszeit	Kommunikationsmodelle Effektivität als Prinzip Prinzip der systematischen Kommunikation Bedeutung von Selbst- und Fremdwahrnehmung für Konfliktmanagement und Führung Hybrides Projektmanagement
... initialisieren und definieren ein Vorhaben als Projekt.	Inhalt und Bedeutung der Projektphasen Projekttypen Projekt- und Projektmanagementdefinition Kreativitätstechniken Projektziele <ul style="list-style-type: none"> <li>• Qualität,</li> <li>• Kosten und Termine,</li> <li>• Leistungsziele etc.</li> </ul>	Moderation kreativer Prozesse Zielfindung, -formulierung und Abgrenzung Strukturierung der Projektziele	Prinzip der Zielorientierung
... planen eine Projektdurchführung.	Meilensteine Projektaufwand und -budget sachliche und soziale Projektumfeldfaktoren Risiko, Chance, Maßnahmen zur Risikoverminderung Unternehmens- und Projektorganisationsformen, Rollen im Projekt Lasten- und Pflichtenheft, Projektauftrag,	Phasenplanung Beurteilung des Projektes auf Machbarkeit Projektumfeldanalyse Risikoanalyse Aufstellung einer Projektorganisation Erstellung des Projektauftrages Erstellung des Projektstrukturplans	Prinzip der Ergebnisorientierung Prinzip der personalisierten Verantwortungen

Automatisierung

Fachschule für Technik

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF1: PROJEKTE MITTELS SYSTEMATISCHEN PROJEKTMANAGEMENTS ZUM ERFOLG FÜHREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
	Projekthandbuch Projektstrukturplan, Arbeitspakete Ablauf- und Terminplan Einsatzmittelplan, Kapazitätsplan, Kostenplan	Durchführung Ablauf- und Terminplanung Erstellung einer Einsatzmittel- und Kostenplanung	
... realisieren das Projekt.	Kosten- und Termentrendanalyse Berichtswesen Projektsteuerung	Stakeholder Management Risikomanagement Überwachung und Steuerung der Projektrealisierung Erstellung, Pflege, und Kommunikation der Projektdokumentation	PM-Regelkreis Prinzip des rechtzeitigen Handelns
... schließen ein Projekt ab.	Übergabeprotokoll Endabnahme	Abschluss der Projektdokumentation Projektübergabe und Abschlusspräsentation Projektreflexion Lessons Learned	
HINWEISE:	Die Kompetenzen in diesem Lernfeld orientieren sich an der ICB (International Competence Baseline, siehe auch <a href="https://www.gpm-ipma.de/know_how/pm_normen_und_standards/standard_icb_4.html">https://www.gpm-ipma.de/know_how/pm_normen_und_standards/standard_icb_4.html</a> ).		



**4.3.4 Lernfeld 2: Die Qualität von Prozessen, Anlagen und Produkten planen und sichern [120h]**

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF2: DIE QUALITÄT VON PROZESSEN, ANLAGEN UND PRODUKTEN PLANEN UND SICHERN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... definieren, reflektieren und wenden die Anforderungen jeweils gültiger Qualitätsmanagementsysteme (QMS) und Umweltmanagementsysteme (UMS) für konkrete Arbeits- und Verantwortungsbereiche an.	<p>Philosophie und Aufbau von QMS und UMS Gesetzliche Rahmenbedingungen insbes. Produkthaftungsgesetz Grundzüge DIN ISO 9001 Umweltrecht Grundzüge der CE-Kennzeichnung Bedeutung von Kundenvorgaben</p>	<p>Analyse und Dokumentation von Anforderungen für neue und bestehende Produkte und Prozesse Soll-Ist Vergleiche für bestehende Prozesse und Produkte Evaluation hinsichtlich von Verbesserungen für bestehende Prozesse und Produkte</p>	<p>Ökonomische und ökologische Erfordernisse und Zusammenhänge von QMS und UMS Notwendigkeit eigener Entscheidungen auf Basis alternativen Möglichkeiten Bewertungssysteme und Bewertungsverfahren zur Reflexion des eigenen Handelns Rückwirkungen von Entscheidungen auf Kundenwünsche, Produktion, Montage und Qualitätssicherung</p>
... wenden einschlägige Werkzeuge und Methoden der Qualitätssicherung und von QMS zielführend an.	<p>Elementaren QM-Werkzeuge</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Fehlersammelliste , Histogramm, QRK, Pareto-Diagramm, Korrelationsdiagramm, Brainstorming, Ursache-Wirkungsdiagramm)</li> </ul> <p>Managementwerkzeuge</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Affinitätsdiagramm, Relationendiagramm, Baumdiagramm, Matrixdia., Portfolio, Netzplan, Entscheidungsplan</li> </ul>	<p>Anwendung von Fehler- und Schwachstellenanalyse auf Konstruktion und Prozesse (auch Geschäftsprozesse) mittels Qualitätswerkzeugen</p>	<p>Bedeutung der Strukturierung von Prozessen, und der Auswahl geeigneter Methoden und Werkzeuge Notwendigkeit alternativer Betrachtungen und entsprechender Abwägung Notwendigkeit von Evaluierungen zur Optimierung von Abläufen</p>

Automatisierung

Fachschule für Technik

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF2: DIE QUALITÄT VON PROZESSEN, ANLAGEN UND PRODUKTEN PLANEN UND SICHERN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... wählen Werkzeuge und Methoden der statistischen Qualitätskontrolle (SPC) aus und wenden sie an.	Normalverteilung Systematische und zufällige Abweichung Qualitätsregelkarten Eingriffs- und Warngrenzen beherrschte und nichtbeherrschte Prozesse Maschinenfähigkeit und Prozessfähigkeit Six-Sigma Lieferantenbewertung	Erhebung und Auswertung von Daten nach den Regeln der Statistik, Bilden von aussagekräftigen Kennziffern schrittweise Einführung einer statistischen Prozessregelung Durchführung von Prozessregelungen mit Hilfe von QRK	Bedeutung der Fehlervermeidungsstrategien für die unternehmerische Praxis
... gestalten Prozesse unter Berücksichtigung geeigneter Qualitätswerkzeuge und Umweltmanagementwerkzeuge im Hinblick auf Fehlervermeidung, Prozessbeherrschung und kontinuierlicher Prozessverbesserung. ... planen, analysieren, dokumentieren und Überprüfen die Wirksamkeit von Veränderungen.	Kaizen und kontinuierlicher Verbesserungsprozess Fehler- und Qualitätskosten PDCA Zyklus FMEA	Strukturierte und zielführende Datenerhebung, Planung, Initiierung, Umsetzung und Kontrolle von KVP-Prozessen Durchführung von FMEA's und ggf. ableiten von Maßnahmen zur Verbesserung von Konstruktionen und Prozessen Evaluierung von Maßnahmen zur Erhöhung der Produkt- und Prozessqualität	Auswirkungen von Schwachstellen in Konstruktionen und Prozesse für Unternehmen und Gesellschaft Bedeutung umfassender vorausschauender Betrachtungen Bedeutung regelmäßiger Evaluierungen Notwendigkeit von Kosten-Nutzen-Erwägungen kurz- und langfristiger Art
... erstellen Prüfplänen zu vorgegebenen Produkten für unterschiedliche Fertigungsarten. <sup>1)</sup>	Prüfpläne und –protokolle Prüfmittelfähigkeit Prüfmittelüberwachung	Planungsschritte zur Erstellung eines Prüfplans Prüfmittelfähigkeit Systeme zur Prüfmittelüberwachung	Notwendigkeit von Prüfplanung und Prüfmittelüberwachung
... bereiten <b>Qualitätsaudits</b> vor und unterstützen deren Durchführung	Ziele und Nutzen von Qualitätsaudits Arten von Qualitätsaudits Interne und externe Auditierung	Vorbereitung und Mitwirkung bei internen und externen Q-audits Nachbereitung von Auditierungen	Bedeutung von Auditierungen für die Aufdeckung von Chancen und Risiken für das Unternehmen

Automatisierung

Fachschule für Technik

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF2: DIE QUALITÄT VON PROZESSEN, ANLAGEN UND PRODUKTEN PLANEN UND SICHERN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
	Anforderungen und Richtlinien für Auditierungen		
HINWEISE:	1) für dem Schwerpunkt Produktions- und Qualitätsmanagement wird diese Teilqualifikation ausführlich im entsprechenden Lernfeld des 2. Ausbildungsabschnitt behandelt.		

ENTWURF

**4.3.5 Lernfeld 3 (Querschnitt-Lernfeld): Prozesse, Anlagen und Produkte nach naturwissenschaftlichen Aspekten analysieren und bewerten [80h]**

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF3: PROZESSE, ANLAGEN UND PRODUKTE NACH NATURWISSENSCHAFTLICHEN ASPEKTEN ANALYSIEREN UND BEWERTEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... ermitteln relevante Größen zur Dimensionierung von Antriebssystemen und Anlagen.	<p>Kräfte Massen und Massenträgheit Energieübertragung, Arbeit, Leistung, Wirkungsgrad Reibung Kinematik und Kinetik</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• geradlinige und kreisförmige Bewegung</li> <li>• Massenträgheitsmoment</li> <li>• Stoßvorgänge</li> <li>• Schwingungen</li> </ul>	<p>Ermittlung von Kräften, Momenten, Energie und Leistung sowie Beschleunigungen in bewegten Systemen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kurbeltrieb im Verbrennungsmotor</li> <li>• Verdichter</li> <li>• Schrittgetriebe</li> </ul> <p>Dimensionierung und Optimierung von Antrieben unter energetischen Aspekten Beschreibung und Beurteilungen der Phänomene</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Eigenfrequenz</li> <li>• Resonanz</li> <li>• Dämpfung und Tilgung</li> </ul>	<p>Newton´sche Axiome Goldene Regel der Mechanik Energie und Impulserhaltung Superposition relative Bewegung</p>
... berücksichtigen Aspekte der Wärmeübertragung und der Phasenänderung.	<p>Thermodynamische Grundlagen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wärmeausdehnung</li> <li>• Wärmeübertragungsmöglichkeiten</li> <li>• Phasenänderung</li> <li>• Wärmekapazität</li> <li>• 1. Hauptsatz der Thermodynamik</li> <li>• Energieformen</li> </ul>	<p>Lagerung thermisch beanspruchter Bauteile Auswahl von Medien für Heiz- und Kühlprozesse Wärmeausdehnung bei Kombination verschiedener Werkstoffe Thermodynamische Zustandsänderungen</p>	<p>Hauptsätze der Thermodynamik Wärme als elektromagnetische Strahlung</p>

Automatisierung

Fachschule für Technik

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF3: PROZESSE, ANLAGEN UND PRODUKTE NACH NATURWISSENSCHAFTLICHEN ASPEKTEN ANALYSIEREN UND BEWERTEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... analysieren und bewerten die strömungstechnischen Vorgänge in Systemen. <sup>1)</sup>	Grundlagen der Strömungslehre <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kontinuitätsgleichung</li> <li>• Bernoulli</li> </ul>	Auswahl von Armaturen Messung des statischen und dynamischen Druckes Anwendung der Kontinuitätsgleichung und Bernoulli	Energie- und Impulserhaltung
... analysieren und bewerten bei der Konstruktion von Anlagen die Auswirkung chemischer Prozesse. <sup>2)</sup>	Gesetzmäßigkeiten beim Ablauf chemischer Reaktionen <ul style="list-style-type: none"> <li>• Oxidation/Reduktion</li> <li>• Bindungsarten</li> </ul>	Ablaufbeschreibung chemischer Reaktionen unter Berücksichtigung von Druck, Temperatur, Konzentrationen und Katalysator	Atomaufbau
HINWEISE:	1),2) Wird hauptsächlich für den Schwerpunkt Verfahrens- und Umwelttechnik benötigt. Kann als fakultativ für die restlichen Schwerpunkte betrachtet werden.		

**4.3.6 Lernfeld 4: Bauteile und Baugruppen unter mechanischen Aspekten entwerfen und auslegen [200h]**

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF4: BAUTEILE UND BAUGRUPPEN UNTER MECHANISCHEN ASPEKTEN ENTWERFEN UND AUSLEGEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... bilden Bauteile durch aufgabenbezogene Idealisierungen in mechanische Ersatzmodelle ab.	<p>Kräfte und ihre Darstellung                      Freiheitsgrade der Bewegung                      Funktion und Darstellung der Lagerungsarten                      Seil, Kette, Pendelstab und weitere                      Zentrales und allgemeines Kräftesystem                      Kräftepaar und Moment</p>	<p>Zerlegung von Baugruppen in Bauteile                      Erstellung mechanischer Ersatzmodelle und Freikörperbildern</p>	<p>statische Bestimmtheit</p>
... analysieren praxisrelevante Bauteile und einfache Baugruppen auf Funktion, Belastung, Beanspruchung und Wirkungsweise.	<p>Schwerpunkt                      Standsicherheit                      Konzept des Versatzmoments                      Grundbeanspruchungsarten</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zug/Druckbelastung</li> <li>• Schubbeanspruchung</li> <li>• Flächenpressung/Lochleibung</li> <li>• Biege-, Torsionsbelastung</li> </ul> <p>Lastfälle und Belastungsarten</p>	<p>Analyse der Lastfälle aus Betriebsdaten                      Zerlegung von Kräften                      Parallel-Verschiebung einer Kraft                      Schwerpunkts-Ermittlung                      Anwendung des Versatzmoments                      Berechnung von Kräfte- und Momentengleichgewichten                      Analyse von Balkentragwerken und Fachwerken</p>	<p>Gesetze der Statik                      Prinzip des Kräftegleichgewichtes (Actio = Reactio)                      Prinzip des Momentengleichgewichtes                      Hooke'sches Gesetz                      Innere Kräfte und Momente                      Spannungsarten</p>

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF4: BAUTEILE UND BAUGRUPPEN UNTER MECHANISCHEN ASPEKTEN ENTWERFEN UND AUSLEGEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... führen Berechnungen zur Statik und Festigkeitslehre durch, beurteilen dabei die statische und dynamische Belastbarkeit unter Einbeziehung der Abmessungen und der Werkstoffeigenschaften und dimensionieren die Bauteile.	axiales und polares Flächenträgheits- und Widerstandsmoment Satz von Steiner Vergleichsspannung bei zusammengesetzter Beanspruchung zulässige Spannungen Lastfälle	Analyse der Lastfälle aus Betriebsdaten Analyse von Bauteilen und Baugruppen mit Hilfe der Schnittmethode und der statischen Gleichgewichtsbedingungen Berechnung der Spannungen für kritische Stellen kritischer Querschnitt Ermittlung zulässiger Spannungen aus einschlägigen Normen Auswahl geeigneter Normteile und Halbzeuge	Schnittmethoden und Schnittgrößen Einfluss der Bauteilmassenverteilung auf das dynamische Verhalten Feder- bzw. Schwingungsverhalten von Bauteilen
HINWEISE:			

**4.3.7 Lernfeld 5: Bauteile und Baugruppen mit CAx Methoden modellieren, darstellen und realisieren [120h]**

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF5: BAUTEILE UND BAUGRUPPEN MIT CAx METHODEN MODELLIEREN, DARSTELLEN UND REALISIEREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... erarbeiten konstruktive Lösungen und stellen diese dar.	Zeichnungsaufbau <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ansichten</li> <li>• Bemaßung</li> </ul> Normen und Regelwerke (z. B. Zeichnungsnormen, Toleranzen, Passungen, Oberflächen) Datensicherung, Datenverwaltung manuelle und digitale Ausarbeitungsmöglichkeiten	Analyse von Daten und Datenformaten Ermittlung erforderlicher Daten konstruktive Randbedingungen Entwicklung konstruktiver Strategien und Lösungen Einzelteilanpassung Erstellung von Unterbaugruppen und Zusammenbauten Lösungsoptimierung Handskizzen Erstellung von Zeichnungen, Stücklisten und 3D-Modelle Einordnung und Umsetzung in den Konstruktionsprozess	Werkstoffeigenschaften Technologische Zusammenhänge (Fertigung, Montage etc.) Gültigkeit der Normen Produktentstehungsprozesse
... berücksichtigen beim Modellieren den Produktentstehungsprozess.	Kenntnisse der Fertigungsverfahren Kenntnisse der Fertigungs- und Montageprozesse	fertigungsgerechte Konstruktion Bauteil- und Normteilibibliotheken Parametrisierung von Bauteilen	Kenntnisse des Fertigungsablaufs
... nutzen Analysetools zur Bauteil- und Baugruppenanalyse.	Grundkenntnisse Finite Elemente Methoden und Bewegungssimulationen	Anwendung von Analysetools Darstellung und Interpretation der Simulationsergebnisse	Kinematik Festigkeit (Elastostatik)



Automatisierung

Fachschule für Technik

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...		LF5: BAUTEILE UND BAUGRUPPEN MIT CAX METHODEN MODELLIEREN, DARSTELLEN UND REALISIEREN		
		Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... binden Arbeitsergebnisse in den CAD-CAM Prozess ein.	Datenformate Schnittstellen	Datenaustausch Umwandelung und Bereitstellung von CAD-Daten	Voraussetzungen für eine CNC-Fertigung <sup>1)</sup> Rapid Prototyping (3D-Druck)	
HINWEISE:	1) nicht anzuwenden in der Verfahrenstechnik.			

**4.3.8 Lernfeld 6: Bauteile und Baugruppen nach technologischen Aspekten analysieren und bearbeiten [80h]**

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF6: BAUTEILE UND BAUGRUPPEN NACH TECHNOLOGISCHEN ASPEKTEN ANALYSIEREN UND BEARBEITEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
<p>... wenden die technologischen Grundlagen und Zusammenhänge bei der Herstellung, Eigenschaftsänderung und Bearbeitung von Werkstoffen an.</p>	<p>Einteilung und Eigenschaften von Werkstoffen                      Aufbau von Eisenwerkstoffen                      Werkstoffe für bes. Einsatzgebiete</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tieftemperatur, Hochtemperatur</li> <li>• Starker mechanischer Verschleiß</li> </ul> <p>Legierungen (Bildung, Zusammensetzung, Anwendung)                      Werkstoffprüfung und Werkstoffkennwerte (statisch, dynamisch)                      Ändern von Werkstoffeigenschaften (Wärmebehandlung, Verfestigen etc.)                      Herstellung und Optimierung von Halbzeugen                      Normung und Kennzeichnung der Werkstoffe und Halbzeuge                      Korrosion und Korrosionsschutz von Werkstoffen                      Umwelt- und ökonomische Aspekte der Werkstoffe (Gewinnung, Wiederverwertung, Entsorgung)                      Recycling und Entsorgung von Werkstoffen                      Verschleißmechanismen</p>	<p>Planung, Durchführungen und Auswertung von Werkstoffprüfungen (Zugversuch etc.)                      Ermittlung von relevanten Werkstoffdaten aus Tabellen und Diagrammen                      Auswahl von Werkstoffen und Verfahren zum Ändern der Eigenschaften                      Beachtung von technologischen-, Umwelt- und ökonomischen Aspekten bei der Werkstoffauswahl, -bearbeitung und -verwendung                      Analyse der Herstellungs- und Bearbeitungsverfahren von Werkstoffen                      Analyse technologischer und tribologischer Eigenschaften                      Analyse von Schadensfällen sowie die Erarbeitung von Präventionsstrategien.</p>	<p>Verhalten von Werkstoffen                      chemische und physikalische und technologische Zusammenhänge                      Wechselwirkung zwischen Werkstoffauswahl und -einsatz                      Wechselwirkung zwischen Werkstoffeigenschaften und Fertigungsverfahren                      Zusammenhänge zwischen Reibung, Schmierung und Verschleißbeständigkeit                      Spannungsreihe chemischer Elemente</p>

Automatisierung

Fachschule für Technik

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF6: BAUTEILE UND BAUGRUPPEN NACH TECHNOLOGISCHEN ASPEKTEN ANALYSIEREN UND BEARBEITEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... analysieren und planen den Einsatz und die Bearbeitung von Werkstoffen.	Werkstoffeigenschaften Fertigungsverfahren und Fertigungsprozesse	Analyse und Planung der Herstellung von Bauteilen Fertigungsverfahren (z. B. Spanen, Umformen, Schweißen) planen Fertigungsprozesse beim Trennen, Umformen oder Fügen Fertigungsplanung innerhalb des CAD/CAM Prozesses	Fertigungsverfahren und Fertigungsfolgen bei der Bauteilherstellung
... nutzen zur Analyse und Bearbeitung Fachliteratur, Datenblätter und technische Beschreibungen.	Normung und Kennzeichnung der Werkstoffe und Halbzeuge technische Unterlagen in schriftlicher und digitaler Form	Selbständige Nutzung einschlägiger technischer Unterlagen (Normen etc.) Ermitteln von relevanten Werkstoffdaten aus Tabellen, Diagrammen und Normen Interpretieren und Anwenden von technischen Unterlagen (schriftlich, digital)	
HINWEISE:			

**4.3.9 Lernfeld 7: Antriebe, Aktoren und Sensoren in Maschinen und Anlagen integrieren [120h]**

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF7: ANTRIEBE, AKTOREN UND SENSOREN IN MASCHINEN UND ANLAGEN INTEGRIEREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... analysieren und bewerten die wechselseitigen Beziehungen und Zusammenhänge zwischen den Komponenten im Sinne des Systemverständnisses.	<p>Aufbau und Funktion von Sensoren elektrische Grundgrößen (Spannung, Strom, Widerstand) Gesetzmäßigkeiten der Elektrotechnik, Pneumatik und Hydraulik genormte Schnittstellensignale Analog-Digital-Wandler Arbeit, Leistung, Wirkungsgrad Systemtechnik Regelungstechnik Messgeräte und deren Funktion</p>	<p>Funktionsbeschreibung von Anlagen und Maschinen Zuordnung von Bauelementen und Komponenten entsprechend den Wirkungsplänen von Steuerketten und Regelkreisen Messung elektrischer Größen rechnerische Überprüfung von Messungen</p>	<p>Wirkungsweise von Steuer und Regelkreise analoge/digitale Signale Energieträger und Energieumwandlung</p>
... analysieren, prüfen und wählen Komponenten aus.	<p>Normen, Maschinenrichtlinien Geräte- und Gütekennzeichnung Sicherheitstechnik, Schutzmaßnahmen Aufbau und Funktion von Aktoren/Sensoren Aufbau und Funktion elektrischer Antriebe Wechselgrößen, Drehstrom technische Dokumentation</p>	<p>Prüfung von Komponenten und Anwendung geeigneter Normen Erstellung von Mess- und Prüfprotokollen Beurteilung von Messergebnissen im Hinblick auf eine betriebssichere Funktion der Komponenten Berechnung von pneumatischen Daten (Druck, Querschnitt etc.) Auswahl von Aktoren/Sensoren Einsatzmöglichkeiten elektrischer Antriebe</p>	<p>Gültigkeit von Normen, Maschinenrichtlinien und Schutzmaßnahmen</p>

Automatisierung

Fachschule für Technik

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF7: ANTRIEBE, AKTOREN UND SENSOREN IN MASCHINEN UND ANLAGEN INTEGRIEREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
<p>... prüfen, projektieren und dimensionieren anwendungsbezogene Schaltungen bzw. Steuerungen.</p>	<p>elektrische, pneumatische und hydraulische Schaltungstechnik                      Symbole und Darstellungen der Schaltungstechnik, Simulationsprogramme                      Technische Dokumentation                      Messverfahren                      Einsatzmöglichkeiten von elektrischen, pneumatischen und elektro-pneumatischen Steuerungen                      Einsatzmöglichkeiten bzw. Vor- und Nachteile von analogen und digitalen Schaltungen                      energieeffiziente Druckluftherzeugung und Druckluftverteilung                      Ablaufbeschreibung nach DIN EN 60848</p>	<p>Schaltungsentwurf und Schaltungsaufbau                      Prüfen und Messen physikalischer Größen                      Funktions- und Sicherheitsüberprüfung der Schaltungen                      Inbetriebnahme                      Fehleranalyse und Anpassung von Schaltungen</p>	<p>Gültigkeit von Normen, Maschinenrichtlinien und Schutzmaßnahmen</p>
<p>HINWEISE:</p>			

**4.3.10 Lernfeld 8: Maschinen und Anlagen automatisieren [240h-320h]**

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF8: MASCHINEN UND ANLAGEN AUTOMATISIEREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... analysieren die steuerungs- und regelungs-technischen Erfordernisse von technischen Systemen.	Schaltzeichen und Schaltpläne (elektrische, pneumatische, hydraulische) nach DIN Sicherheit an Maschinen und Anlagen Möglichkeiten und Einsatzgebiete von stationären, mobilen und autonom arbeitenden Systemen in der Automatisierungstechnik	Analyse des Lastenheftes Bestimmung der steuerungs- und regelungstechnischen Anforderungen an Sensoren, Aktoren und Automatisierungssystem Festlegung der Kommunikationsanforderungen Bestimmung der sicherheitstechnischen Anforderungen Festlegung der technischen Grenzen	Lastenheft, Pflichtenheft
... realisieren Teilaspekte eines Automatisierungssystems.	Aktoren (elektrisch, pneumatisch, hydraulisch) Sensoren (binär, analog) Wirkungsweise und Einsatzgebiete von Frequenzumrichtern Kenntnisse der Feldbustechnik Aufbau und Funktion von kompakten, modularen und rechnerbasierten Steuerungen mit zentraler und dezentraler Peripherie	Auswahl geeigneter Sensoren und Aktoren sowie der geeigneten Feldbustechnik Auswahl eines Automatisierungssystems mit geeigneter Hard- und Software sowie geeigneten Kommunikationsschnittstellen	Drehstrommotoren in Anbindung zum Frequenzumrichter.
... projektieren ein Automatisierungssystem.	Vernetzung von Anlagentechnik Sicherheit an Maschinen und Anlagen HMI-Geräte Netzwerksicherheit	Projektierung, Konfiguration und Parametrierung von Automatisierungssystemen (SPS, Roboter, Bus- bzw. Feldbussysteme, Antriebssysteme, HMI-Geräte)	Netzwerksicherheit Netzwerktechnik

Automatisierung

Fachschule für Technik

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF8: MASCHINEN UND ANLAGEN AUTOMATISIEREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... erstellen die Software.	zyklische und azyklische Programmbearbeitung Programmstrukturen Programmiersprachen und Darstellungsarten Datentypen und Datenstrukturen	Erstellung von Anwenderprogrammen Einbindung der Antriebe und HMI-Geräte Dokumentation der Software	
... nehmen Automatisierungssysteme in Betrieb.	Kommunikationstechnik zwischen Programmiergerät, Automatisierungsgeräte, Antriebe und HMI-Geräte Beobachtungs- und Steuerfunktionen Fehlersuchfunktionen	Adressierung von Teilnehmern Konfiguration und Parametrierung von Automatisierungssystemen Testen der Eingänge und Ausgänge Achsen-Referenzierung Inbetriebnahme der Software Fehlersuche	
... erstellen eine Risikobeurteilung und eine Dokumentation.	Textverarbeitung, Tabellenkalkulation Zeichenprogramme Risikobeurteilung	Durchführung einer Risikobeurteilung (Risikoanalyse, Risikoeinschätzung, Risikobewertung) Erstellung von Schaltplänen	
HINWEISE:			

**4.3.11 Lernfeld 9: Baugruppen analysieren, entwickeln, dimensionieren und gestalten [140h-180h]**

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF9: BAUGRUPPEN ANALYSIEREN, ENTWICKELN, DIMENSIONIEREN UND GESTALTEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... analysieren eine technische Problemstellung.	Anforderungen an Werkstoffe räumliche Realisierbarkeit Belastungssituation Schutzrechte <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gebrauchsmuster, Patente, ...</li> </ul> Gefahren- und Fehlerquellen bestimmungsgemäße Verwendungen	Analyse des Lastenheftes Berücksichtigung branchenspezifischer Besonderheiten Auswahl geeigneter Fertigungsverfahren Analyse der Fehlermöglichkeiten und Gefahren Durchführung einer Risikoabschätzung (technisch, wirtschaftlich, umwelttechnisch und gesundheitlich)	Fertigungswissen Lastenheft, Pflichtenheft
... entwickeln eine konstruktive Lösung.	Werkstoffeignung gesetzliche Richtlinien Prinzip-Skizzen Konstruktionsmethoden und Kreativitätstechniken <ul style="list-style-type: none"> <li>• Morphologischer Kasten</li> <li>• 635-Methode</li> <li>• Brainstorming, Brainwriting</li> </ul> Maschinenelemente Gestaltungsrichtlinien Funktionsstrukturen Änderungsprozesse für technische Dokumente	Werkstoffauswahl Auswahl der anzuwendenden Berechnungsgrundlage Darstellung von Maschinenfunktionen und Funktionsabläufen als Prinzip-Skizzen Hauptbeanspruchungen, Belastungsfälle Auswahl energieeffizienter Komponenten	Grundlagen der Statik und Festigkeitslehre Schnittgrößen



Automatisierung

Fachschule für Technik

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF9: BAUGRUPPEN ANALYSIEREN, ENTWICKELN, DIMENSIONIEREN UND GESTALTEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... überprüfen rechnerisch die konstruktive Lösung.	<p>Freischneiden (innere Kräfte und Momente und die sich daraus ergebenden Spannungen)                      Vergleichsspannungen                      Energiebilanzen</p>	<p>Freimachen                      Darstellung der Bauteilbelastung                      Anwendung einer geeigneten Vergleichsspannungshypothese                      Anwendung der Berechnungsverfahren für die Maschinenelemente                      Erstellung von Energiebilanzen</p>	<p>Vergleichsspannungshypothesen</p>
...dokumentieren die konstruktive Lösung.	<p><b>Zeichnungserstellung (ISO 80 ...)</b>                      geometrische Produktspezifikation                      Produkt-Daten-Management-System (PDM-System, Übergang zur Fertigung bzw. Produktorganisation)                      Darstellungen für Bedienungsanleitungen</p>	<p>Erstellung von Fertigungszeichnungen und Montagezeichnungen                      Festlegung von Anwendungsgrenzen und Belastungsgrenzen für den sicheren Betrieb                      Definition Ersatz- und Verschleißteilen</p>	
HINWEISE:			

**4.3.12 Lernfeld 10: Fertigungsverfahren analysieren, planen und optimieren [180h-220h]**

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF10: FERTIGUNGSVERFAHREN ANALYSIEREN, PLANEN UND OPTIMIEREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... analysieren eine Fertigungszeichnung.	Passungen Form- und Lagetoleranzen Oberflächenangaben Härteangaben Werkstoffangaben bzw. Werkstoffeigenschaften Teilezeichnung, Baugruppenzeichnung	Auswertung einer Fertigungszeichnung Identifizierung der Werkstoffangaben	Bezug zur DIN-Norm herstellen
... wählen ein geeignetes Verfahren unter technischen und ökonomischen Aspekten aus.	Werkstoffanforderungen Fertigungsverfahren (DIN 8580) Hauptnutzungszeiten Leistungsdaten bzw. Leistungsvermögen der Fertigungsmaschinen	Analyse, Vergleich und Festlegung von Fertigungsverfahren	
... planen die Fertigung.	CNC und CAM – Technik <ul style="list-style-type: none"> <li>Maschinentypen, Programmaufbau, Programmstruktur, Programmelemente, Zyklen, Möglichkeiten der Programmoptimierung</li> </ul> Werkzeugeigenschaften und -daten Spanntechniken Technologiewerte Simulationssoftware	CNC- und CAM-Programmierung Auswahl einer optimalen Bearbeitungsstrategie Optimierung von CNC- und CAM-Programmen Erstellung von ergänzenden Fertigungsunterlagen	Bearbeitungsstrategien

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF10: FERTIGUNGSVERFAHREN ANALYSIEREN, PLANEN UND OPTIMIEREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... prüfen qualitätsrelevante Merkmale.	Messtechnische Grundlagen <ul style="list-style-type: none"> <li>• Längenmesstechnik, Koordinatenmesstechnik</li> <li>• optisch, taktil</li> </ul> Messprotokoll Prüfplan	Auswahl eines geeigneten Messverfahrens und Messgerätes Durchführung einer Messung Erstellung von Prüfprotokollen Erstellung von Prüfplänen	
HINWEISE:			

**4.3.13 Lernfeld 11: Produktion organisieren und optimieren [140h-180h]**

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF11: PRODUKTION ORGANISIEREN UND OPTIMIEREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... beschaffen Material aufgrund von Stücklisten und Konstruktionszeichnungen.	Beschaffungsstrategien Gestaltungsaspekte Verfahren der Bedarfsermittlung (auftrags- oder verbrauchsorientiert) ABC- und XYZ-Analyse	Materialbedarfsermittlung Anwendung von Analyseinstrumenten	
... planen den Produktionsauftrag entsprechend der vorliegenden Fertigungsdokumentation.	Maschinenbelegungsplan Durchlaufzeiten Netzplantechnik Losgrößen Produktionsprogrammplanung Maschinenbelegungszeiten Arbeitspläne Terminpläne	Berechnung von REFA Auftragszeiten Planung des Produktionsprogramms in Engpasssituationen Netzplanerstellung aufgrund von Vorganglisten	
... überwachen die Durchführung des Produktionsprozesses.	Fertigungsverfahren REFA & LEAN-Management Grundlagen	Steuerung und Kontrolle des Produktionsprozesses Entwicklung von Korrekturmaßnahmen im Produktionsprozess	

Automatisierung

Fachschule für Technik

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF11: PRODUKTION ORGANISIEREN UND OPTIMIEREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... wenden die Methoden des Qualitätsmanagements an, erkennen Optimierungspotenziale und setzen diese um.	Standardisierungsmöglichkeiten Organisationsmaßnahmen <ul style="list-style-type: none"> <li>• Teamwork</li> <li>• Hierarchieabbau</li> <li>• Job-Enlargement, Job-Enrichment, Job-Rotation)</li> </ul> Just in Time Lean-Management Total Productive Management (TPM) Kontinuierlicher Verbesserungsprozess (KVP) aktuelle Möglichkeiten der digitalen Produktionssteuerung	Auswahl einer geeigneten Rationalisierungsmaßnahme zur Optimierung des Produktionsprozesses Implementierung und Weiterführung des PDCA-Zyklus	Qualitätsmanagement
... erstellen ein Abfallverwertungs- und Abfallvermeidungskonzept.	Abfallvermeidung und -verminderung Wiederverwendung und -verwertung Abfallvernichtung und -beseitigung gesetzliche Grundlagen	Entwurf und Implementierung von umweltgerechten Maßnahmen im Rahmen der gesetzlichen Regelungen Identifizierung der anzuwendenden gesetzlichen Regelung	Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz
HINWEISE:			

## 5 Handhabung des Lehrplans

Die in Kapitel 3 theoretisch begründete strukturell-curriculare Rahmung impliziert einen anspruchsvollen kompetenzorientierten Unterricht. Um die darin gesetzten Vorgaben unterrichtswirksam zu machen, gilt es folgende Prämissen zu berücksichtigen:

- Moderner Fachschulunterricht ist *lernerorientiert*, d. h., dass alle zu planenden Unterrichtsprozesse sich primär an Lernprozessen ausrichten sollen, nicht an Lehrprozessen. Lernprozesse sollen einer kasuistisch-operativen Umsetzungslogik (handlungssystematisch) folgen, die von einer theoretisch-abstrakten Objektivierungslogik (fachsystematisch) ergänzt wird.
- Die Zielbildung in den Querschnitt-Lernfeldern erfolgt als Explikation der Lehrplan-Inhalte durch die *Beschreibung von Wissens- und Fertigungszielen*. Ihr Umfang und Anspruch bemisst sich aus deren jeweiliger Bedeutung für die korrespondierenden fachlich-methodischen Kompetenzen.
- Im Rahmen der beruflichen Lernfelder ist die Explikation von *beruflichen Handlungen* der curriculare Ausgangspunkt der Unterrichtsplanung. Damit wird von Anfang an geklärt, welches Wissen in welchen Handlungszusammenhängen von den Studierenden erworben werden soll. Die im Lehrplan vollzogene Beschreibung der Kompetenzen auf einem mittleren Niveau gilt es dabei in der konkreten Unterrichtskonzeption adäquat zu den jeweils vorliegenden Rahmenbedingungen und im jeweils aktuellen technisch-produktiven, gestalterischen oder betriebswirtschaftlichen Kontext zu konkretisieren.
- Die genaue Zusammenstellung eines unterrichtsrelevanten Gebildes aus Kompetenzen erfolgt über einen einschlägigen *Berufskontext*, welcher dann auch als übergreifende Lernsituation den Gesamtrahmen der jeweiligen Unterrichtseinheit bildet.
- Kompetenzerwerb setzt *Verständnisprozesse* voraus, welche durch eine *Problemorientierung* des Unterrichts ausgelöst werden. Je anspruchsvoller die Problemstellungen, desto höher das zu erreichende Kompetenz-Niveau.
- Kompetenzen im Sinne eines verstandenen Handelns erfordern einschlägiges Sach- und Prozesswissen mit entsprechendem Reflexionswissen mit unmittelbarem Bezug zu dessen *berufsspezifischer Nutzung*, daher soll sich der Kompetenzerwerb in *sinnvollen* Abschnitten zwischen kasuistisch-operativen Phasen (handlungssystematisch) und theoretisch-abstrakten Phasen (fachsystematisch) *wechselseitig ergänzen*.
- *Fachsystematische Lernprozesse* gehen von den Fachwissenschaften aus, beinhalten deren Systematiken und bilden damit ein anwendungsübergreifendes Gerüst für das berufliche Handeln. Sie sind zudem der Raum für die Auseinandersetzung mit den mathematisch-naturwissenschaftlichen bzw. gestalterischen Hintergründen. Lern-Reflexionen beziehen sich hier auf die Kategorien „Wissen“ (kognitive Reproduktion) und „Verstehen“ (kognitive Anwendung).
- *Handlungssystematische Lernprozesse* gehen von beruflichen Prozessen aus, beinhalten deren Eigenlogik und bilden damit anwendungsbezogene Ankerpunkte für das berufliche Handeln. Lernreflexionen beziehen sich hier auf die Kategorie „Können“ (operative Anwendung).
- *Lernerfolgsmessung* kann sich im Einzelnen auf „Wissen“, „Verständnis“ oder „Können“ beziehen, der Anspruch einer Kompetenzdiagnostik kann aber nur dann erfüllt werden, wenn alle drei oben genannten Komponenten *integrativ erhoben* werden, und mit den Zielkategorien *taxiert* werden.
- Der Erwerb sozial-kommunikativer Kompetenzen erfordert *kollektive Lernformen*, wird aber nicht allein durch diese gewährleistet. Entscheidend ist hier ein bewusster und re-

flektierter Kompetenzerwerb, daher sind sozial-kommunikative Kompetenz-Ziele den Studierenden zu kommunizieren, deren Erwerb zu thematisieren und zu reflektieren.

- Der Erwerb von Personalkompetenzen (bzw. Selbstkompetenzen) erfordert die Akzentuierung motivationaler, affektiver und strategisch-organisationaler Auseinandersetzungen der Studierenden mit sich und ihrem Lernen. Fachschulunterricht sollte daher das *Lernen als eigenständigen Lerngegenstand* begreifen und dies pädagogisch und methodisch angemessen umsetzen.

ENTWURF

## 6 Literaturverzeichnis

- Bader, R. (2004): Strategien zur Umsetzung des Lernfeld-Konzepts. In: bwp@ spezial 1
- BIFIE (Hrsg.). (2013). Standardisierte kompetenzorientierte Reifeprüfung. Reife- und Diplomprüfung. Grundlagen – Entwicklung – Implementierung. Unter Mitarbeit von H. Cesnik, S. Dahm, C. Dorninger, E. Dousset-Ortner, K. Eberharter, R. Fless-Klinger, M. Frebort, G. Friedl-Lucyshyn, D. Frötscher, R. Gleeson, A. Pinter, F. J., Punter, S. Reif-Breitwieser, E. Sattlberger, F. Schaffenrath, G. Sigott, H.-S. Siller, P. Simon, C. Spöttl, J. Steinfeld, E. Süß-Stepancik, I. Thelen-Schaefer & B. Zisser. Wien: Herausgeber.
- Chomsky, N. (1965). Aspects of the theory of syntax. Cambridge, Mass: M.I.T. Press.
- Erpenbeck, J. / Rosenstiel, L. / Grote S. / Sauter W. (2017): Handbuch Kompetenzmessung: Erkennen, verstehen und bewerten von Kompetenzen in der betrieblichen, pädagogischen und psychologischen Praxis. Stuttgart, Schäfer & Pöschel
- Euler, D. / Reemtsma-Theis, M. (1999): Sozialkompetenzen? Über die Klärung einer didaktischen Zielkategorie. In: Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik, Heft 2, S. 168 - 198.
- Klafki, W. (1964): Didaktische Analyse als Kern der Unterrichtsvorbereitung in: Roth, H. / Blumenthal, A. (Hrsg.): Grundlegende Aufsätze aus der Zeitschrift Die Deutsche Schule, Hannover 1964, S. 5 - 34.
- Lerch, S. (2013): Selbstkompetenz – eine neue Kategorie zur eigens gesollten Optimierung? Theoretische Analyse und empirische Befunde. In: REPORT 1/2013 (36. Jg.) S. 25 - 34.
- Mandl, H. / Friedrich H.F. (Hrsg.) (2005): Handbuch Lernstrategien. Göttingen, Hogrefe.
- Pittich, D. (2013). Diagnostik fachlich-methodischer Kompetenzen. Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag
- Siller, H.-S., Bruder, R., Hascher, T., Linnemann, T., Steinfeld, J., & Sattlberger, E. (2014). Stufung mathematischer Kompetenzen am Ende der Sekundarstufe II – eine Konkretisierung. In J. Roth & J. Ames (Hrsg.), Beiträge zum Mathematikunterricht 2014, Münster: WTM, S. 1135 - 1138.
- Tenberg, R. (2011): Vermittlung fachlicher und überfachlicher Kompetenzen in technischen Berufen. Theorie und Praxis der Technikdidaktik. Stuttgart: Steiner
- Volpert, W. (1980): Beiträge zur psychologischen Handlungstheorie. Bern: Huber.





# Lehrplan

## Zweijährige Fachschule für Technik

### FACHRICHTUNG MASCHINENTECHNIK

### SCHWERPUNKT KONSTRUKTION UND ENTWICKLUNG

ENTWURF

Impressum

Hessisches Kultusministerium  
Luisenplatz 10, 65185 Wiesbaden  
Tel.: 0611 368-0  
Fax: 0611 368-2096

E-Mail: [poststelle@hkm.hessen.de](mailto:poststelle@hkm.hessen.de)  
Internet: [www.kultusministerium.hessen.de](http://www.kultusministerium.hessen.de)

## Inhaltsverzeichnis

1	Bedeutung der Fachschule für Technik in der Bildungslandschaft.....	4
2	Grundlegung für die Fachrichtung Maschinentechnik .....	5
3	Theoretische Grundlagen des Lehrplans .....	9
3.1	Sozial-kommunikative Kompetenzen .....	9
3.2	Personale Kompetenzen .....	9
3.3	Fachlich-methodische Kompetenzen .....	10
3.4	Zielkategorien.....	11
3.4.1	Beruflich akzentuierte Zielkategorien.....	12
3.4.2	Mathematisch akzentuierte Zielkategorien .....	14
3.5	Taxierung der Kompetenzen in drei Stufen .....	14
3.5.1	Taxonomietabelle für beruflich akzentuierte Zielkategorien.....	16
3.5.2	Taxonomietabelle für mathematisch akzentuierte Zielkategorien .....	17
3.6	Zusammenfassung.....	18
4	Organisation der Kompetenzen und Kenntnisse .....	19
4.1	Lernfelder .....	19
4.2	Studentafel .....	20
4.3	Beruflicher Lernbereich .....	22
4.3.1	Mathematik (Querschnitt-Lernfeld) .....	22
4.3.2	Projektarbeit .....	24
4.3.3	Lernfeld 1: Projekte mittels systematischen Projektmanagements zum Erfolg führen .....	25
4.3.4	Lernfeld 2: Die Qualität von Prozessen, Anlagen und Produkten planen und sichern .....	27
4.3.5	Lernfeld 3 (Querschnitt-Lernfeld): Prozesse, Anlagen und Produkte nach naturwissenschaftlichen Aspekten analysieren und bewerten.....	30
4.3.6	Lernfeld 4: Bauteile und Baugruppen unter mechanischen Aspekten entwerfen und auslegen .....	32
4.3.7	Lernfeld 5: Bauteile und Baugruppen mit CAx Methoden modellieren, darstellen und realisieren .....	34
4.3.8	Lernfeld 6: Bauteile und Baugruppen nach technologischen Aspekten analysieren und bearbeiten .....	36
4.3.9	Lernfeld 7: Antriebe, Aktoren und Sensoren in Maschinen und Anlagen integrieren .....	38
4.3.10	Lernfeld 8: Komplexe maschinentechnische Baugruppen entwickeln und konstruieren.....	40
4.3.11	Lernfeld 9: Technische Systeme automatisieren .....	44
4.3.12	Lernfeld 10: Mechanische Bauteile wirtschaftlich fertigen .....	46
4.3.13	Lernfeld 11: Konstruktion im betriebswirtschaftlichen Kontext.....	47
5	Handhabung des Lehrplans .....	48
6	Literaturverzeichnis .....	50

## 1 Bedeutung der Fachschule für Technik in der Bildungslandschaft

Die Fachschulen sind Einrichtungen der beruflichen Weiterbildung und schließen an eine einschlägige berufliche Ausbildung an. Sie bieten die Möglichkeit zu beruflicher Weiterqualifizierung aus der Praxis für die Praxis und ermöglichen dabei das Erreichen der höchsten Qualifizierungsebene in der beruflichen Bildung.<sup>1</sup>

In der Rahmenvereinbarung der Kultusministerkonferenz zu Fachschulen wird zu Ausbildungsziel, Tätigkeitsbereichen und Qualifikationsprofil das Folgende festgestellt:

„Ziel der Ausbildung im Fachbereich Technik ist es, Fachkräfte mit einschlägiger Berufsausbildung und Berufserfahrung für die Lösung technisch-naturwissenschaftlicher Problemstellungen, für Führungsaufgaben im betrieblichen Management auf der mittleren Führungsebene sowie für die unternehmerische Selbstständigkeit zu qualifizieren.

Die Ausbildung orientiert sich an den Erfordernissen der beruflichen Praxis und befähigt die Absolventinnen/Absolventen, den technologischen Wandel zu bewältigen und die sich daraus ergebenden Entwicklungen der Wirtschaft mitzugestalten.

Der Umsetzung neuer Technologien – verbunden mit der Fähigkeit kostenbewusst zu handeln und Fremdsprachenkenntnisse anzuwenden – wird deshalb auf der Basis des fachrichtungsspezifischen Vertiefungswissens in der Ausbildung besonderer Wert beigemessen. Der Fähigkeit, Mitarbeiter/Mitarbeiterinnen anzuleiten, zu führen, zu motivieren und zu beurteilen – sowie der Fähigkeit zur Teamarbeit – kommen im Zusammenhang mit den speziellen fachlichen Kompetenzen große Bedeutung zu.

Die Absolventinnen/Absolventen müssen vor diesem Hintergrund in der Lage sein, im Team und selbstständig Probleme des entsprechenden Aufgabenbereiches zu erkennen, zu analysieren, zu strukturieren, zu beurteilen und Wege zur Lösung dieser Probleme in wechselnden Situationen zu finden.“<sup>2</sup>

Die Studierenden sollen in der beruflichen Aufstiegsfortbildung zum staatlich geprüften Techniker / zur staatlich geprüften Technikerin befähigt werden, betriebswirtschaftliche, technisch-naturwissenschaftliche sowie künstlerische Aufgaben zu bewältigen.

Die Fachschulen orientieren sich dabei nicht an Studiengängen, sondern am Stand der Technik sowie ihrer praktischen Anwendung und genießen dadurch einen hohen Stellenwert in der Erwachsenenbildung.

Die Studierenden erlernen und vertiefen in der Weiterbildung das selbständige Erkennen, Strukturieren, Analysieren und Beurteilen von Problemen des Berufsbereiches und deren Lösung. Sie lernen, Projekte mittels systematischen Projektmanagements zum Erfolg zu führen

---

<sup>1</sup>DQR Niveau 6

<sup>2</sup>Rahmenvereinbarung über Fachschulen; Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 07.11.2002 i.d.F. vom 02.06.2016 S.16

Dabei liegt ein besonderes Augenmerk auf der Förderung des wirtschaftlichen Denkens und verantwortlichen Handelns in Führungspositionen und der damit verbundenen Fähigkeit zu konstruktiver Kritik und der Bewältigung von Konflikten.

Nicht zuletzt vertiefen die Studierenden ihre Fähigkeiten, sprachlich sicher zu agieren, um in allen Kontexten des beruflichen Handelns bestehen zu können.

Die rasante Entwicklung digitaler Technologien und die damit einhergehenden, tiefgreifenden Veränderungen in der Wirtschaft, in Arbeitsprozessen und im Kommunikationsverhalten stellen auch neue Anforderungen an Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen. So ist auch der Tätigkeitsbereich der Techniker und Technikerinnen in vielen Bereichen durch zusätzliche Merkmale betroffen:

- Vernetzung der Infrastruktur sowie der gesamten Wertschöpfungskette,
- Erfassung, Transport, Speicherung und Auswertung großer Datenmengen,
- Echtzeitfähigkeit der Systeme,
- cyber-physische Systeme – intelligente, kommunikationsfähige und autonome Maschinen und Systeme,
- Verschmelzung von virtueller und realer Welt,
- Gewährleistung von Datensicherheit und Datenschutz.

Somit muss die klassische Trennung in prozess- und produktorientierte berufsspezifische Handlungsfelder zugunsten eines die Schnittstellen vernetzenden, stärker systemorientierten und unternehmerischen Handlungskontextes aufgelöst werden.<sup>3</sup>

Der Erwerb der dazu benötigten Kompetenzen muss, auch wenn sie in den Lernfeldmatrizen nicht explizit aufgeführt sein sollten, durch die unterrichtliche Umsetzung in den Fachschulen für Technik ermöglicht werden.

## 2 Grundlegung für die Fachrichtung Maschinentechnik

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker der Fachrichtung Maschinentechnik werden mit vielfältigen technischen, organisatorischen und wirtschaftlichen Aufgaben betraut und z. B. bei der Planung, Projektierung, Konstruktion, im Versuch, in der Auftragsabwicklung, in der Produktion von Maschinen und anderer mittels Maschinen- und Apparatechnik erzeugter Produkte, in der Instandhaltung und im Service eingesetzt. Gegenüber dem Ingenieur grenzt die Technikerin / der Techniker sich durch die verstärkte Praxisbezogenheit seiner schulischen und betrieblichen Vor- und Ausbildung ab.

Im Rahmen der betrieblichen Tätigkeitsbereiche führt die staatlich geprüfte Technikerin / der staatlich geprüfte Techniker der Fachrichtung Maschinentechnik folgende typische Tätigkeiten unter Beachtung vorgegebener Regeln, Normen und Vorschriften aus:

- Methoden der Ideenfindung und Kreativitätstechniken anwenden,
- Methoden der Projektplanung, -durchführung und des Projektcontrollings anwenden,

---

<sup>3</sup> Kompetenzorientiertes Qualifikationsprofil zur Integration der Thematik „Industrie 4.0“ in die Ausbildung an Fachschulen für Technik (Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 24.11.2017)

- nationale sowie internationale wirtschaftliche und ökologische Rahmenbedingungen und Besonderheiten analysieren und umsetzen,
- nationale sowie internationale Rechtsvorschriften und Normwerke für die Bewältigung technischer und betrieblicher Aufgaben analysieren und umsetzen,
- Lösungsstrategien entwickeln, Lösungsverfahren auswählen,
- Planungs- und Arbeitsschritte dokumentieren,
- Arbeitsanweisungen und Betriebsanleitungen erstellen,
- mathematische, natur- und technikwissenschaftliche Erkenntnisse und Methoden anwenden,
- Teilprozesse in Gesamtabläufe integrieren,
- Lösungen technisch und wirtschaftlich beurteilen,
- Technik sowohl human-, sozial- und umweltverträglich gestalten,
- Qualitätsmanagement realisieren,
- Arbeitsplätze und Arbeitsorganisation gestalten,
- Betriebsmittel, Vorrichtungen, Werkzeuge, Maschinen, Geräte und Anlagen konzipieren, entwerfen, projektieren, detaillieren,
- Maschinen, Geräte und Apparate auswählen, in Betrieb nehmen, instand halten,
- automatisierte Systeme zum Fertigen, Prüfen, Montieren, Transportieren, Lagern planen, entwickeln und verknüpfen,
- automatisierte Systeme zum Fertigen, Produzieren, Prüfen, Montieren, Transportieren, Lagern, in Betrieb nehmen, warten, inspizieren, instand setzen, Arbeitsplanungen durchführen, Fertigungsprozesse organisieren,
- mengen- und termingerechte Planung, Steuerung und Überwachung der Produktions- bzw. Fertigungsabläufe, des Material- und Maschineneinsatzes und der Lager-, Auftrags- und Bestellbestände durchführen,
- Kostenrechnungen durchführen,
- in der Normenüberwachung und Werksnormerstellung mitarbeiten,
- Versuche planen und durchführen,
- beraten und verkaufen,
- ausbilden und schulen.

Die Breite der Verantwortung reicht von der Erledigung definiert vorgegebener Aufträge, der Mitwirkung bei der Abwicklung bis zur selbstständigen Planung und Durchführung von Projekten. Um diesen Verantwortungsrahmen auszufüllen, sollen staatlich geprüfte Technikerinnen und Techniker

- Probleme analysieren, strukturieren und lösen,
- Informationen selbstständig beschaffen, auswerten und strukturieren,
- fähig sein, im Team zu arbeiten, aber auch Führungsaufgaben zu übernehmen,
- sich in einer Fremdsprache berufsbezogen zu informieren und zu kommunizieren,
- sich weiterbilden.

Die unterschiedlichen Einsatzgebiete der staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker der Fachrichtung Maschinentechnik erfordern eine Differenzierung der Weiterbildung in die Schwerpunkte:

- Automatisierungstechnik
- Konstruktion und Entwicklung
- Maschinenbau
- Produktions- und Qualitätsmanagement

- Verfahrens- und Umwelttechnik
- Technische Betriebswirtschaft

Die Zielsetzung der einzelnen Schwerpunkte der beruflichen Weiterbildung sind:

### **Automatisierungstechnik**

Maschinen und Anlagen werden mit komplexen Automatisierungssystemen ausgestattet. Dabei muss der zunehmenden Digitalisierung Rechnung getragen werden. Zum Beispiel kommunizieren Sensoren, Aktoren und Antriebssysteme über Feldbussysteme mit einer zentralen Steuereinheit (Automatisierungsgerät), die wiederum häufig mittels eines Netzwerkes mit weiteren dezentralen Peripheriegeräten (z. B. **Human Machine Interface**) sowie übergeordneten Leitrechnern verbunden ist. Die Studierenden werden für die Projektierung und Inbetriebnahme dieser komplexen Automatisierungssysteme qualifiziert. Im Zusammenhang mit den erworbenen Qualifikationen in der Fertigungstechnik und der Produktionsorganisation werden die Studierenden dieses Schwerpunktes für eine qualifizierte Implementierung von Automatisierungssystemen in Maschinen und Anlagen weitergebildet.

### **Konstruktion und Entwicklung**

Im Schwerpunkt Konstruktion und Entwicklung findet, neben den Inhalten aus dem allgemeinen Maschinenbau, eine Vertiefung der konstruktiven Einflussgrößen in den technischen Abteilungen von Unternehmen unter kapazitäts-, fertigungs- und kostenrelevanten Aspekten statt.

### **Maschinenbau**

Der Schwerpunkt Maschinenbau verknüpft interdisziplinär die Wissensbereiche und beruflichen Kompetenzen aus den verschiedenen Schwerpunkten der Maschinenteknik mit den klassischen Naturwissenschaften und der Mathematik. Dazu zählen Aufgabenstellungen, die sich insbesondere mit der Konstruktion und Entwicklung, der Fertigung von Bauteilen, Baugruppen und Produkten sowie der Automatisierung befassen. Dabei sind Qualitätsvorgaben ebenso zu berücksichtigen wie ökonomische und ökologische Aspekte.

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker des Schwerpunkts Maschinenbau können aufgrund Ihrer vielseitigen Ausbildung in vielfältigen technischen, organisatorischen und wirtschaftlichen Aufgabenbereichen eingesetzt werden, z. B. in der Planung, Projektierung, Konstruktion, Qualitätssicherung und im Versuchsbereich.

### **Produktions- und Qualitätsmanagement**

Technikerinnen und Techniker mit Weiterbildungsschwerpunkt Produktions- und Qualitätsmanagement übernehmen vorzugsweise verantwortliche Tätigkeiten im Produktionsumfeld der Industrie. Damit haben sie eine große Bedeutung für die vorwiegend industriell geprägte Volkswirtschaft Deutschlands.

Insbesondere werden die produktionsbezogenen Bereiche gezielt ausgebildet:

- Qualitätsmanagement und Qualitätssteuerung,

- Planen und Steuern von Produktionsabläufen,
- Ermittlung von Daten, Kosten und Zeiten,
- Optimierung bestehender Produktionssysteme,
- Beschaffung und Entwicklung von Werkzeugen und Vorrichtungen,
- Gestaltung von Arbeitssystemen und Arbeitsplätzen.

In den aufgezählten Tätigkeitsfeldern übernehmen sie eigenverantwortliche Aufgaben im mittleren Management. Ihre Qualifikation in diesen Bereichen ist vergleichbar mit der von Ingenieuren und Ingenieurinnen.

### **Verfahrens- und Umwelttechnik**

Die Verfahren- und Umwelttechnik ist die Technik von Stoffumwandlungsprozessen. In ihr führen sogenannte Unit-Operations zu Änderung von Stoffeigenschaften.

Da umwelttechnische Prozesse im Wesentlichen auch Stoffumwandlungsprozesse sind, stellt die Synthese beider Disziplinen eine natürliche Vereinigung dar. Um diese Prozesse zu planen und vorherzusagen, sind vertiefte Kenntnisse der chemischen- und physikalischen Abläufe der jeweiligen Operation notwendig. Die Umsetzung der Abläufe erfolgt durch ausgewählte Maschinen und Apparate. Diese Maschinen und Apparate müssen dimensioniert und konstruiert werden. Dieses geschieht u.a. unter wirtschaftlichen und ökologischen Gesichtspunkten. Die Weiterbildung zum Verfahrens- und Umwelttechniker berücksichtigt den weiterhin zunehmenden Automatisierungsgrad der verfahrenstechnischen Anlagen.

In den aufgezählten Tätigkeitsfeldern übernehmen die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker eigenverantwortliche Aufgaben im mittleren Management. Ihre Qualifikationen in diesen Bereichen sind vergleichbar mit der von Ingenieuren und Ingenieurinnen.

### **Technische Betriebswirtschaft**

Der große Anteil betriebswirtschaftlicher Problemstellungen innerhalb der Arbeitswelt stellt erhöhte Anforderungen an die Beschäftigten in der Industrie. Neue Organisationsformen und Managementtechniken bestimmen den betrieblichen Alltag und die Ausgestaltung von Geschäftsprozessen. Im Zentrum steht die Kundenorientierung, die die Wettbewerbsfähigkeit nachhaltig sichert. Das Unternehmen ist bestrebt, aus dem Zielkonflikt zwischen Qualität, Kosten und Termin die Ausprägung zu finden, die den Bedürfnissen der Kunden am besten entspricht. Hierfür sind neben technischen auch betriebswirtschaftliche Kompetenzen notwendig, um langfristig einen Markterfolg zu erzielen.

Im Rahmen des Studiums werden die unternehmerischen Kompetenzen in Lernfeldern abgebildet, die sowohl technische als auch betriebswirtschaftliche berufliche Handlungen umfassen. Die Studierenden projektieren und entwickeln folglich technische Systeme und Anlagen und nehmen sie in Betrieb. Ferner planen, steuern und optimieren sie Absatz-, Beschaffungs- und Leistungserstellungsprozesse. Außerdem gestalten sie die Unternehmenskultur mit und setzen diese personalwirtschaftlich um. Darüber hinaus bereiten die Technikerinnen und Techniker Investitionen vor und stellen deren Finanzierung sicher. Sie erfassen und überwachen die daraus entstehenden Wertströme zur Kostenkontrolle und Preisgestaltung.



### 3 Theoretische Grundlagen des Lehrplans

Der vorliegende Lehrplan für Fachschulen in Hessen orientiert sich am aktuellen Anspruch beruflicher Bildung, Menschen auf Basis eines umfassenden Verständnisses handlungsfähig zu machen, also ihnen nicht alleine Wissen oder Qualifikationen, sondern Kompetenzen zu vermitteln. Eine im deutschsprachigen Raum anerkannte Grunddefinition von Kompetenz basiert auf dem US-amerikanischen Sprachwissenschaftler NOAM CHOMSKY, der diese als *Disposition zu einem eigenständigen, variablen Handeln* beschreibt (CHOMSKY, 1965). Das Kompetenzmodell von JOHN ERPENBECK und LUTZ VON ROSENSTIEL präzisiert dieses Basiskonzept, indem es sozial-kommunikative, personale und fachlich-methodische Kompetenzen unterscheidet (ERPENBECK, ROSENSTIEL, GROTE, SAUTER, 2017, S. XXI ff).

#### 3.1 Sozial-kommunikative Kompetenzen

Sozial-kommunikative Kompetenzen sind Dispositionen, kommunikativ und kooperativ selbstorganisiert zu handeln, d. h. sich mit anderen kreativ auseinander- und zusammensetzen, sich gruppen- und beziehungsorientiert zu verhalten, und neue Pläne, Aufgaben und Ziele zu entwickeln.

Diese werden im Kontext beruflichen Handelns nach EULER & REEMTSMA-THEIS (1999) konkretisiert und differenziert in einen (a) agentiven Schwerpunkt, einen (b) reflexiven Schwerpunkt und (c) deren Integration:

Zu (a): Fähigkeit zur Artikulation und Interpretation von verbalen und nonverbalen Äußerungen auf der Sach-, Beziehungs-, Selbstkundgabe- und Absichtsebene und Fähigkeit zur Artikulation und Interpretation von verbalen und nonverbalen Äußerungen im Rahmen einer Meta-Kommunikation auf der Sach-, Beziehungs-, Selbstkundgabe- und Absichtsebene.

Zu (b): Fähigkeit zur Klärung der Bedeutung und Ausprägung der situativen Bedingungen, insbesondere von zeitlichen und räumlichen Rahmenbedingungen der Kommunikation, 'Nachwirkungen' aus vorangegangenen Ereignissen, der sozialen Erwartungen an die Gesprächspartner, der Wirkungen aus der Gruppenzusammensetzung (jeweils im Hinblick auf die eigene Person sowie die Kommunikationspartner), Fähigkeit zur Klärung der Bedeutung und Ausprägung der personalen Bedingungen, insbesondere der emotionalen Befindlichkeit (Gefühle) der normativen Ausrichtung (Werte), der Handlungsprioritäten (Ziele), der fachlichen Grundlagen (Wissen), des Selbstkonzepts ('Bild' von der Person), (jeweils im Hinblick auf die eigene Person sowie die Kommunikationspartner), Fähigkeit zur Klärung der Übereinstimmung zwischen den äußeren Erwartungen an ein situationsgerechtes Handeln und den inneren Ansprüchen an ein authentisches Handeln.

Zu (c): Fähigkeit und Sensibilität, Kommunikationsstörungen zu identifizieren, und die Bereitschaft, sich mit ihnen (auch reflexiv) auseinanderzusetzen. Fähigkeit, reflexiv gewonnene Einsichten und Vorhaben in die Kommunikationsgestaltung einbringen und (ggf. unter Zuhilfenahme von Strategien der Handlungskontrolle) umsetzen zu können.

#### 3.2 Personale Kompetenzen

Personale Kompetenzen sind Dispositionen, sich selbst einzuschätzen, produktive Einstellungen, Werthaltungen, Motive und Selbstbilder zu entwickeln, eigene Begabungen, Moti-

vationen, Leistungsvorsätze zu entfalten und sich im Rahmen der Arbeit und außerhalb kreativ zu entwickeln und zu lernen.

LERCH (2013) bezeichnet personale Kompetenzen in Orientierung an aktuellen bildungswissenschaftlichen Konzepten auch als Selbstkompetenzen und unterscheidet dabei motivational-affektive Komponenten wie Selbstmotivation, Lern- und Leistungsbereitschaft, Sorgfalt, Flexibilität, Entscheidungsfähigkeit, Eigeninitiative, Verantwortungsfähigkeit, Zielstrebigkeit, Selbstvertrauen, Selbstständigkeit, Hilfsbereitschaft, Selbstkontrolle und Anstrengungsbereitschaft und strategisch-organisatorische Komponenten wie Selbstmanagement, Selbstorganisation, Zeitmanagement sowie Reflexionsfähigkeit. Hier sind auch sogenannte Lernkompetenzen (MANDL & FRIEDRICH, 2005) als jene personalen Kompetenzen einzuordnen, welche auf die eigenständige Organisation und Regulation des Lernens ausgerichtet sind.

### 3.3 Fachlich-methodische Kompetenzen

Fachlich-methodische Kompetenzen sind Dispositionen einer Person, bei der Lösung von sachlich-gegenständlichen Problemen geistig und physisch selbstorganisiert zu handeln, d. h. mit fachlichen und instrumentellen Kenntnissen, Fertigkeiten und Fähigkeiten kreativ Probleme zu lösen, Wissen sinnorientiert einzuordnen und zu bewerten; das schließt Dispositionen ein, Tätigkeiten, Aufgaben und Lösungen methodisch selbstorganisiert zu gestalten, sowie die Methoden selbst kreativ weiterzuentwickeln.

Fachlich-methodische Kompetenzen sind – im Sinne von ERPENBECK, ROSENSTIEL, GROTE, UND SAUTER (2017, S.XXI ff) – durch die Korrespondenz konkreter Handlungen und spezifischem Wissen beschreibbar. Wenn bekannt ist, was ein Mensch als Folge eines Lernprozesses können soll und auf welcher Wissensbasis dieses Können abgestützt sein soll, um ein eigenständiges und variables Handeln zu ermöglichen, kann sehr gezielt ein Unterricht geplant und gestaltet werden, der solche Kompetenzen integrativ vermittelt und eine Diagnostik entwickelt, mit welcher diese überprüft werden können. Im vorliegenden Lehrplan werden somit fachlich-methodische Kompetenzen als geschlossene Sinneinheiten aus Können und Wissen konkretisiert. Das Können wird dabei in Form einer beruflichen Handlung beschrieben, das Wissen in drei eigenständigen Kategorien auf mittlerem Konkretisierungsniveau spezifiziert: (a) Sachwissen, (b) Prozesswissen und (c) Reflexionswissen (PITTICH, 2013).

Zu (a): Sachwissen umfasst ein *anwendungs- und umsetzungsunabhängiges Wissen* über Dinge, Gegenstände, Geräte, Abläufe, Systeme etc. Es ist Teil fachlicher Systematiken und daher sachlogisch-hierarchisch strukturiert, wird durch assoziierendes Wahrnehmen, Verstehen und Merken erworben und ist damit die *gegenständliche Voraussetzung für ein eigenständiges, selbstreguliertes Handeln*. Beispiele: Aufbau eines Temperatursensors, Bauteile eines Kompaktreglers, Funktion eines Kompaktreglers, Aufbau einer Speicherprogrammierbaren Steuerung, Programmiersprache einer Speicherprogrammierbaren Steuerung, Struktur des Risikomanagement-Prozesses, EFQM-Modell.

Zu (b): Prozesswissen umfasst ein *anwendungs- und umsetzungsabhängiges Wissen* über berufliche Handlungssequenzen. Prozesse können auf drei verschiedenen Ebenen stattfinden, daher hat Prozesswissen entweder eine Produktdimension (Handhabung von Werkzeug, Material etc.), eine Aufgabendimension (Aufgaben-Typus, -Abfolgen etc.) oder eine Organisationsdimension (Geschäftsprozesse, Kreisläufe etc.). Prozesswissen ist immer Teil handlungsbezogener Systematiken und daher prozesslogisch-multizyklisch struk-

turiert, wird durch zielgerichtetes und feedback-gesteuertes Tun erworben und ist damit *funktionale Voraussetzung für ein eigenständiges, selbstreguliertes Handeln*. Beispiele: Kalibrierung eines Temperatursensors, Bedienung eines Kompaktreglers, Umgang mit der Programmierumgebung einer speicherprogrammierbaren Steuerung, Umsetzung des Risikomanagements, Handhabung einer EFQM-Zertifizierung.

Zu (c): Reflexionswissen umfasst ein *anwendungs- und umsetzungsunabhängiges Wissen*, welches hinter dem zugeordneten Sach- und Prozesswissen steht. Als konzeptuelles Wissen bildet es die theoretische Basis für das vorgeordnete Sach- und Prozesswissen und steht damit diesen gegenüber auf einer Meta-Ebene. Mit dem Reflexionswissen steht und fällt der Anspruch einer Kompetenz (und deren Erwerb). Seine Bestimmung erfolgt im Hinblick auf a) das unmittelbare Verständnis des Sach- und Prozesswissens (Erklärungsfunktion), b) die breitere wissenschaftliche Abstützung des Sach- und Prozesswissens (Fundierungsfunktion), c) die Relativierung des Sach- und Prozesswissens im Hinblick auf dessen berufliche Flexibilisierung und Dynamisierung (Transferfunktion). Umfang und Tiefe des Reflexionswissens werden ausschließlich so bestimmt, dass diesen drei Funktionen Rechnung getragen wird.

In der Trias dieser drei Wissenskategorien besteht ein bedeutsamer Zusammenhang: Das Sachwissen muss am Prozesswissen anschließen und umgekehrt, das Reflexionswissen muss sich auf die Hintergründe des Sach- und Prozesswissens eingrenzen. D. h., dass die hier anzuführenden Wissensbestandteile nur dann kompetenzrelevant sind, wenn sie innerhalb des hier eingrenzenden Handlungsrahmens liegen. Eine Teilkompetenz ist somit das Aggregat aus einer beruflichen Handlung und dem damit korrespondierenden Wissen:

Teilkompetenz			
Berufliche Handlung	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen

Innerhalb der einzelnen Lernfelder sind die einbezogenen Teilkompetenzen nicht zufällig angeordnet, gegenteilig folgen sie einem generativen Ansatz. D. h., dass die jeweils nachfolgende Teilkompetenz den Erwerb der vorausgehenden voraussetzt. Somit gelten innerhalb eines Lernfeldes alle Wissensaspekte, die in den vorausgehenden Teilkompetenzen konkretisiert wurden. Damit wird der Tatsache Rechnung getragen, dass Kompetenzen in einer sachlogischen Abfolge aufgebaut werden, dabei aber vermieden, dass innerhalb der Wissenszuordnungen der Teilkompetenzen nach unten zunehmend Redundanzen dargestellt werden.

### 3.4 Zielkategorien

Alle im Lehrplan aufgeführten Ziele lassen sich den folgenden Kategorien zuordnen:

1. Beruflich akzentuierte Zielkategorien: Kommunizieren & Kooperieren, Darstellen & Visualisieren, Informieren & Strukturieren, Planen & Projektieren, Entwerfen & Entwickeln, Realisieren & Betreiben und Evaluieren & Optimieren.
2. Mathematisch akzentuierte Zielkategorien: Operieren, Modellieren und Argumentieren.

Diese Kategorisierung soll in beruflicher Ausrichtung den Lehrplan mit dem Konzept der vollständigen Handlung (VOLPERT, 1980) hinterlegen, in mathematischer Ausrichtung mit dem O-M-A-Konzept (SILLER ET AL. 2014). Damit wird zum einen eine theoretisch abgestützte Differenzierung der vielfältigen Ziele beruflicher Lehrpläne erreicht, zum anderen die strukturelle Basis für eine nachvollziehbare und handhabbare Taxierung hergestellt.

### 3.4.1 Beruflich akzentuierte Zielkategorien

#### Kommunizieren und Kooperieren

Zum Kommunizieren gehören die schriftliche und mündliche Darlegung technischer, gestalterischer und betriebswirtschaftlicher Sachverhalte sowie die Führung einer Diskussion oder eines Diskurses über Problemstellungen unter Nutzung der erforderlichen Fachsprache. Das Spektrum der Zielkategorie reicht von einfachen Erläuterungen über fachlich fundierte Argumentation bis hin zur fachlichen Bewertung und Begründung technischer bzw. gestalterischer Zusammenhänge und Entscheidungen. Dabei sind die Sachverhalte und Problemstellungen inhaltlich klar, logisch strukturiert und anschaulich aufzubereiten. Der sachgemäße Gebrauch von Kommunikationsmedien und Kommunikationsplattformen sowie die Kenntnis der Kommunikationswege ermöglichen effektive Teamarbeit. Nicht zuletzt sind in diesem Zusammenhang der angemessene Umgang mit interkulturellen Aspekten sowie fremdsprachliche Kenntnisse erforderlich.

Kooperation ist eine wesentliche Voraussetzung zur Lösung komplexer Problemstellungen. Notwendig für erfolgreiche Kooperation ist Klarheit über die Gesamtzielsetzung, über die Teilziele, über die Schnittstellen und Randbedingungen sowie über die Arbeitsteilung und die Stärken und Schwächen aller Kooperationspartner. Um erfolgreich zu kooperieren, ist es erforderlich, die eigene Person und Leistung als Teil eines Ganzen zu sehen und einem gemeinsamen Ziel unterzuordnen. Auftretende Konflikte müssen respektvoll und sachbezogen gelöst werden.

#### Darstellen und Visualisieren

Diese Zielkategorie umfasst das Darstellen und Illustrieren technischer, gestalterischer und betriebswirtschaftlicher Sachverhalte, insbesondere das 'Übersetzen' abstrakter Daten und dynamischer Prozesse in fachgerechte Tabellen, Zeichnungen, Skizzen, Diagramme und weitere grafische Formen sowie beschreibende und erläuternde Texte. Dazu gehört es, geeignete Medien zur Visualisierung zu wählen, Sachverhalte, Problemstellungen und Lösungsvarianten in Dokumenten und Präsentationen darzustellen und zu erläutern. Ferner sind bei der Erstellung von Dokumenten die geltenden Normen und Konventionen zu beachten.

#### Informieren und Strukturieren

Das Internet bietet Information in großer Fülle zu vielen technischen, gestalterischen und betriebswirtschaftlichen Sachverhalten. Weitere Informationsquellen sind die wissenschaftliche Literatur und Dokumente aus den Betrieben und der Industrie sowie Experten und Kollegen. Sich umfassend und objektiv zu informieren stellt unter dieser Vielfalt eine grundsätzliche und wichtige Kompetenz dar. Die Studierenden sollen die Fähigkeit erwerben, zu Sachverhalten und Problemstellungen wichtige Informationsquellen zu benennen, sowie die Glaubwürdigkeit und Seriosität dieser Quellen anhand belastbarer Kriterien zu bewerten. Das Spektrum dieser Zielkategorie beinhaltet ferner die korrekte und sachgerechte Verwendung von Zitaten und die Beachtung von Persönlichkeitsrechten. Mit dem Informationserwerb geht die Strukturierung der Informationen durch zielgerechtes Auswählen, Zusammenfassen und Aufbereiten einher.

#### Planen und Projektieren

Diese Zielkategorie beinhaltet die wesentlichen Fertigkeiten und Kenntnisse, um komplexere und umfangreichere Aufgaben- oder Problemstellungen inhaltlich wie auch zeitlich zu

strukturieren, mit Qualitätssicherungsmaßnahmen zu belegen und die Kosten und Ressourcen zu kalkulieren und zu bewerten. Im Detail gehören dazu die Fähigkeiten, überprüfbare Kriterien und Planungsziele zu definieren und deren Umsetzung zu planen und zu kontrollieren. Die zeitliche und inhaltliche Gliederung der Aufgaben ist zu Zwecken der Kontrolle und Steuerung, der Kooperation und Visualisierung durch eine begründete Wahl von Projektmethoden und Werkzeugen sicherzustellen.

### **Entwerfen und Entwickeln**

Das Entwerfen ist die zielgerichtete geistige und kreative Vorbereitung eines später zu realisierenden Produktes. Dieses Produkt kann beispielsweise ein Modell, eine Kollektion, eine Vorrichtung, eine Schaltung, eine Baugruppe, ein Steuerungsprogramm oder auch ein Regelkreis sein. Das Ergebnis dieses Prozesses – der Entwurf – wird in Form von Texten, Zeichnungen, Grafiken, (Näh-) Proben, Schnittmustern, Schaltplänen, Modellen oder Berechnungen dokumentiert.

Entwickeln ist die zielgerichtete Konkretisierung eines Entwurfs oder Verbesserung eines bestehenden Produktes oder technischen Systems. Dabei bilden die Studierenden in Schritten stufenweise Detaillösungen zu den Problemstellungen ab. Die Kenntnis über Kreativitätstechniken, Analyse- und Berechnungsmethoden sowie deren fachspezifischen Anwendungen spielen in diesem Entwicklungsprozess eine zentrale Rolle.

### **Realisieren und Betreiben**

Neben dem eigentlichen Umsetzen des Entwurfs (z. B. Prototyp, Nullserie, Testanlage) geht es hier um die Inbetriebnahme, das Einbinden des Produktes in die Produktumgebung, das Messen und Prüfen der realisierten Komponenten und Modelle, die konkrete Fertigung, auch in Form einer Serie, die Integration einer Software in ein System, die Integration von Software und Hardware oder das Testen einer implementierten Software oder eines Verfahrens möglichst unter Realbedingungen. Dabei können auch geeignete Simulationsverfahren zum Einsatz kommen. Gewonnene Erkenntnisse können auf neue Problemstellungen transferiert werden. Damit ein technisches System dauerhaft funktioniert, sind ggf. Instandhaltungsmaßnahmen rechtzeitig, bedarfsgerecht und geplant unter Berücksichtigung der Wirtschaftlichkeit des gesamten Systems durchzuführen.

### **Evaluieren und Optimieren**

Im Interesse der Qualitätssicherung ist ein stetiges Reflektieren, Evaluieren und Optimieren erforderlich. Sowohl bei überschaubaren Arbeitspaketen als auch bei ganzen Projekten ist hinsichtlich der eingesetzten Methoden, Ressourcen, Kosten und erbrachten Ergebnisse zu klären: Was hat sich bewährt, was sollte bei der nächsten Gelegenheit wie verbessert werden (Lessons Learned)?

Die Kenntnis und Anwendung spezieller Methoden der Reflektion und Evaluation mit der dazugehörigen Datenerfassung und Auswertung sind in dieser Zielkategorie essenziell.

Jeder Prozess oder jede Anlage bedarf eines kontinuierlichen Verbesserungsprozesses (KVP). Dafür sind spezielle Kompetenzen notwendig, die die Datenerfassung, die Datenauswertung zur Identifikation von Verbesserungspotential und die Entscheidung für Maßnahmen unter Berücksichtigung von Effektivität und Effizienz ermöglichen.

Zur Bewältigung zukünftiger Herausforderungen im Privaten wie Beruflichen ist es wichtig, sich selbstbestimmt und selbstverantwortlich neuen Lerninhalten und Lernzielen zu stellen. Die Studierenden sollen deshalb unterschiedliche Lerntechniken kennen und anwen-

den sowie über das Reflektieren des eigenen Lernverhaltens in die Lage versetzt werden, ihren Lernprozess aus der Perspektive des lebenslangen Lernens bewusst und selbstständig zu gestalten und zu fördern.

### 3.4.2 Mathematisch akzentuierte Zielkategorien

Den mathematisch akzentuierten Zielkategorien werden die Handlungsdimensionen „Operieren“, „Modellieren“ und „Argumentieren“ (kurz: O-M-A) zu Grunde gelegt, welche sich nach SILLER ET. AL (2014) zum einen an grundlegenden mathematischen Tätigkeiten und zum anderen an den fundamentalen Ideen der Mathematik orientieren.

Die Dimension *Operieren* bezieht sich auf „die Planung sowie die korrekte, sinnvolle und effiziente Durchführung von Rechen- oder Konstruktionsabläufen und schließt z. B. geometrisches Konstruieren oder (...) das Arbeiten mit bzw. in Tabellen und Grafiken mit ein“ (BIFIE, 2013, S. 21).

Die Dimension *Modellieren* ist darauf ausgerichtet „in einem gegebenen Sachverhalt die relevanten mathematischen Beziehungen zu erkennen (...), allenfalls Annahmen zu treffen, Vereinfachungen bzw. Idealisierungen vorzunehmen und Ähnliches“ (BIFIE, 2013, S. 21).

Die Dimension *Argumentieren* fokussiert „eine korrekte und adäquate Verwendung mathematischer Eigenschaften, Beziehungen und Regeln sowie der mathematischen Fachsprache“ (BIFIE, 2013, S. 22).

### 3.5 Taxierung der Kompetenzen in drei Stufen

Die Qualität einer fachlich-methodischen Kompetenz kann nicht anhand einzelner Wissenskomponenten bemessen werden. Entscheidend ist hier vielmehr der Freiheitsgrad des Handlungsraums, in dem sie eingebettet ist. Nicht diejenigen, die hier in einzelnen Facetten das breiteste Wissen nachweisen können, sind die Kompetentesten, sondern diejenigen, deren Handlungsfähigkeit im einschlägigen Kontext am weitesten reicht. Hier lassen sich theoriebasiert drei Handlungsqualitäten unterscheiden:

Qualität 1 (linear-serielle Struktur):

Start und Ziel eindeutig, Umsetzung durch „reflektiertes Abarbeiten“ (Abfolgen).

Qualität 2 (zyklisch-verzweigte Struktur):

Start und Ziel eindeutig, Umsetzung durch das koordinierte Abarbeiten mehrerer Abfolgen und damit zusammenhängenden Auswahlentscheidungen (Algorithmen).

Qualität 3 (mehrschichtige Struktur):

Ziel und Start müssen definiert werden, Umsetzung durch Antizipieren tragfähiger Algorithmen bzw. deren Erprobung und reflektierter Kombination (Heuristiken).

Es ist erkennbar, dass die jeweils höhere Qualität die der vorausgehenden integriert. Handeln auf Ebene des Algorithmus bedingt die Beherrschung der darin zu vollziehenden Abfolgen, Handeln auf Heuristik-Ebene bedingt die Beherrschung der darin zu vollziehenden Algorithmen. Für die Qualität 1 ist daher Reflexionswissen funktional nicht erforderlich, trotzdem ist es für Lernende bedeutsam, da ein Verständnislernen immer interessanter und motivierender ist als ein rein funktionalistisches Lernen. Für Qualität 2 ist moderates Reflexionswissen erforderlich, da hier schon Entscheidungen eigenständig getroffen werden müssen. Mit dem Anspruchsniveau der erforderlichen Entscheidungen steigt der Bedarf an Reflexionswissen. Qualität 3 kann nur umgesetzt werden, wenn über das Reflexi-

onswissen der Stufe 2 hinaus weiteres Reflexionswissen verfügbar ist, welche neben, hinter oder über diesem steht. Um komplexe Probleme zu lösen, sind kognitive Freiheitsgrade erforderlich, die nur mit einem entsprechend tiefen Verständnis der jeweiligen Zusammenhänge erreicht werden können.

Diese Handlungsqualitäten können für den Lehrplan als Kompetenzstufen genutzt werden, denn sie repräsentieren Kompetenz-Unterschiede, welche nicht auf einem Kontinuum darstellbar sind, sondern sich in diskreten Qualitäten ausdrücken. Um die in den Lernfeldern aufgelisteten Kompetenz-Beschreibungen nicht zu überladen, wird im vorliegenden Lehrplan nicht jede einzelne Kompetenz in den drei Niveaustufen konkretisiert. Vielmehr erfolgt dies entlang der beruflichen und mathematischen Zielkategorien.

ENTWURF

## 3.5.1 Taxonomietabelle für beruflich akzentuierte Zielkategorien

Zielkategorien	Stufe I (Abfolge)	Stufe II (Algorithmus)	Stufe III (Heuristik)
<b>Kommunizieren &amp; Kooperieren</b>	Mitteilen und Annehmen von Informationen, koagierend zusammenarbeiten	an konstruktiven, adaptiven Gesprächen teilnehmen, kooperierend zusammenarbeiten	komplexe bzw. konfliktäre Gespräche führen, Kooperationen gestalten und steuern, Konflikte lösen
<b>Darstellen &amp; Visualisieren</b>	Präsentieren von klaren Gegenständlichkeiten, Fakten, Strukturen, Details	Präsentieren von eindeutigen Zusammenhängen und Funktionen mittels geeignet ausgewählter Darstellungsformen	Präsentieren und Dokumentieren komplexer Zusammenhänge und offener Sachverhalte mittels geeigneter Werkzeuge und Methoden
<b>Informieren &amp; Strukturieren</b>	Handhaben von Informationsmaterialien, Finden und Ordnen von Informationen	Finden einschlägiger Informationsmaterialien, Verifizieren, Selektieren und Ordnen von Informationen	Umsetzen offener Informationsbedarfe, von der Quellensuche bis zur strukturierten Information
<b>Planen &amp; Projektieren</b>	Problemstellungen inhaltlich strukturieren und zeitlich gliedern	routinenahе Projekte inhaltlich strukturieren und zeitlich gliedern	komplexe Projekte inhaltlich strukturieren und zeitlich gliedern unter Beachtung verfügbarer Ressourcen
<b>Entwerfen &amp; Entwickeln</b>	Umsetzen einfacher Ideen in Skizzen, Plänen oder konkreten Lösungen	Abgleichen konkurrierender Ideen, Umsetzen in Skizzen, Plänen oder konkreten Lösungen	Integration einzelner Ideen zu einer Gesamtlösung, Umsetzen in Skizzen, Plänen oder konkreten Lösungen
<b>Realisieren &amp; Betreiben</b>	Aktivieren und Kontrollieren serieller Prozesse	Aktivieren und Regulieren zyklischer Prozesse	Abstimmen, Aktivieren und Modulieren mehrschichtiger Prozesse
<b>Evaluieren &amp; Optimieren</b>	Bewerten entlang eines standardisierten Rasters, Umsetzen unmittelbarer Konsequenzen	Bewerten entlang eines offenen Rasters, Herleiten und Umsetzen von adäquaten Konsequenzen	Bewerten in Anwendung eigenständiger Kategorien, Herleiten und Umsetzen von adäquaten Konsequenzen



## 3.5.2 Taxonomietabelle für mathematisch akzentuierte Zielkategorien

Zielkategorien	Stufe I (Abfolge)	Stufe II (Algorithmus)	Stufe III (Heuristik)
<b>mathematisches Operieren</b>	Anwenden eines gegebenen bzw. vertrauten Verfahrens im Sinne eines Abarbeitens bzw. Ausführens	Abarbeiten und Ausführen mehrschrittiger Verfahren ggf. durch Rechneinsatz und Nutzung von Kontrollmöglichkeiten	Erkennen, ob ein bestimmtes Verfahren auf eine gegebene Situation passt, das Verfahren anpassen und ggf. weiterentwickeln
<b>mathematisches Modellieren</b>	Durchführen eines Darstellungswechsels zwischen Kontext und mathematischer Repräsentation Verwenden vertrauter und direkt erkennbarer Standardmodelle zur Beschreibung einer vorgegebenen (mathematisierter) Situation	Beschreiben vorgegebener (mathematisierter) Situation durch mathematische Standardmodelle bzw. mathematische Zusammenhänge Erkennen und Setzen von Rahmenbedingungen zum Einsatz von mathematischen Standardmodellen Anwenden von Standardmodellen auf neuartige Situationen Finden einer Passung zwischen geeigneten mathematischen Modellen und realen Situationen	komplexe Modellierung einer vorgegebenen Situation Reflektieren der Lösungsvarianten bzw. der Modellwahl Beurteilen der zugrunde gelegten Lösungsverfahren
<b>mathematisches Argumentieren</b>	einfache fachsprachliche Begründungen ausführen; das Zutreffen eines Zusammenhangs oder Verfahrens bzw. die Passung eines Begriffes auf eine gegebene Situation prüfen	mehrschrittige mathematische Standard-Argumentationen durchführen und beschreiben Nachvollziehen und Erläutern von mathematischen Begriffen, Sätzen, Verfahren, Darstellungen, Argumentationsketten und Kontexten fachlich und fachsprachlich korrekte Erklärung von einfachen mathematischen Sachverhalten, Resultaten und Entscheidungen	mathematische Argumentationen prüfen bzw. vervollständigen eigenständige Argumentationsketten aufbauen

### 3.6 Zusammenfassung

Das hier zugrundeliegende Kompetenzmodell schließt drei Kompetenzklassen nach ER-PENBECK, ROSENSTIEL, GROTE, SAUTER (2017, XXI ff.) ein: Sozial-kommunikative Kompetenzen, personale Kompetenzen (bzw. Selbstkompetenzen) und fachlich-methodische Kompetenzen.

Sozial-kommunikative Kompetenzen werden nach EULER & REEMTSMA-THEIS (1999) in einen agentiven Schwerpunkt, einen reflexiven Schwerpunkt und deren Integration unterteilt. Personale Kompetenzen (bzw. Selbstkompetenzen) werden nach LERCH (2013) in motivational-affektive und strategisch-organisatorische Komponenten unterschieden. Für diese beiden Kompetenzklassen sieht der Lehrplan keine weitere Detaillierung vor, da die Entwicklung überfachlicher Kompetenzen – durch deren enge Verschränkung mit der persönlichen Entwicklung des Individuums – deutlich anderen Gesetzmäßigkeiten unterliegt als die Entwicklung fachlich-methodischer Kompetenzen. Eine Anregung und Unterstützung in der Entwicklung überfachlicher Kompetenzen durch den Fachschulunterricht kann daher auch nicht entlang einer jahresplanmäßigen Umsetzung einzelner, thematisch determinierter Lernstrecken erfolgen, sondern muss vielmehr fortlaufend produktiv und dabei aber auch reflexiv in die Vermittlung fachlich-methodischer Kompetenzen eingebettet werden.

Im Zentrum dieses Lehrplankonzepts stehen die fachlich-methodischen Kompetenzen und deren differenzierte und taxiierte curriculare Dokumentation. Teilkompetenzen sind hierbei Aggregate aus spezifischen beruflichen Handlungen und dem diesen jeweils zugeordneten Wissen. Dabei unterscheidet man zwischen Sach-, Prozess- und Reflexionswissen. Als Basis für einen kompetenzorientierten Unterricht konkretisiert dieser Lehrplan zusammenhängende Komplexe aus Handlungskomponenten und Wissenskomponenten auf einem mittleren Konkretisierungsniveau. Der Fachschulunterricht wird dann erstens durch die Explikation und Konkretisierung der Handlungs- und Wissenskomponenten inhaltlich ausgestaltet und zweitens durch die Umsetzung der Taxonomietabellen (Tabellen in Abschnitt 3.5.1 und 3.5.2) in seinem Anspruch dimensioniert. Damit besteht einerseits eine curriculare Rahmung, die dem Anspruch eines Kompetenzstufenmodells gerecht wird, zum anderen liegen die für Fachschulen erforderlichen Freiheitsgrade vor, um der Heterogenität der Adressatengruppen gerecht werden und dem technologischen Wandel folgen zu können.

## 4 Organisation der Kompetenzen und Kenntnisse

### 4.1 Lernfelder

Wie der vorausgehende Lehrplan ist auch dieser in Lernfelder segmentiert. Als Novität ist hier nun zwischen berufsbezogenen Lernfeldern und Querschnitt-Lernfeldern zu unterscheiden (Abbildung 1).

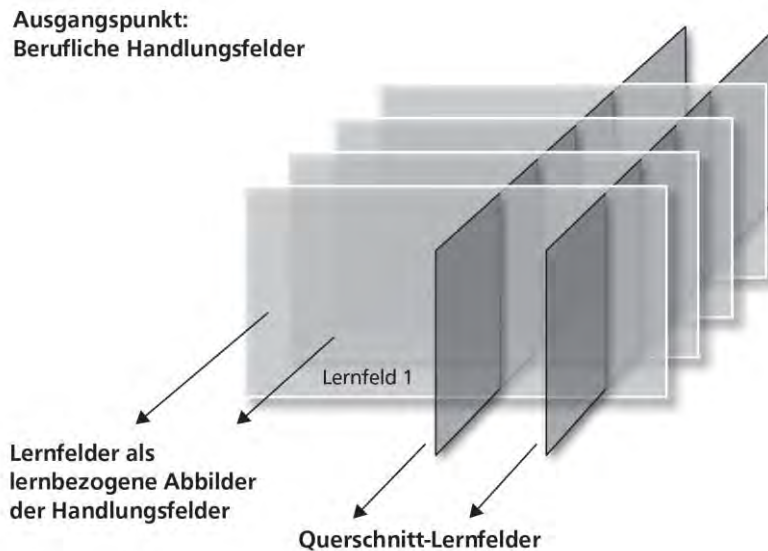


Abbildung 1: Beziehung von berufsbezogenen Lernfeldern als lernbezogene Abbilder beruflicher Handlungsfelder und Querschnitt-Lernfeldern.

**Berufsbezogene Lernfelder** sind curriculare Teilsegmente, welche sich aus einer spezifischen didaktischen Transformation beruflicher Handlungsfelder ergeben (BADER, 2004, S. 1). Wesentlich ist hierbei, dass die für das jeweilige Berufssegment wesentlichen Tätigkeitsbereiche adressiert werden. Relevante berufliche Handlungsfelder haben Gegenwarts- und Zukunftsbedeutung, ihre didaktische Reduktion in das Format eines Lernfeldes folgt dem Prinzip der Exemplarität (KLAFKI, 1964). Somit steht jedes einzelne Lernfeld des Lehrplans für einen gegenwarts- und zukunftsrelevanten Ausschnitt des dazugehörigen Berufssegments, als Gesamtheit repräsentieren sie dieses als exemplarisches Gesamtgefüge.

**Querschnitt-Lernfelder** integrieren übergreifende Aspekte der berufsbezogenen Lernfelder und adressieren entsprechend primär Grundlagenthemen, welche innerhalb der berufsbezogenen Lernfelder bedeutsam sind, jedoch diesbezüglich vorbereitend oder ergänzend vermittelt werden müssen. Insbesondere handelt es sich hier um mathematische, naturwissenschaftliche, informatische, volks- und betriebswirtschaftliche, gestalterische und ästhetische Kenntnisse bzw. Fertigkeiten, welche sich im Hinblick auf die Berufskompetenzen als Basis- oder Bezugskategorien darstellen. Zu den Querschnitt-Lernfeldern gehört die fachrichtungsbezogene Mathematik.

Innerhalb jeden Lernfeldes werden dessen Nummer, Bezeichnung sowie Zeit-Horizont dargestellt und insbesondere die darin adressierten Lernziele. Die Abfolge der Lernfelder im Lehrplan ist nicht beliebig, impliziert jedoch keine Reihenfolge der Vermittlung. In den *berufsbezogenen* Lernfeldern werden die Lernziele durch (weitgehend fachlich-methodische) Kompetenzen beschrieben (TENBERG, 2011, S. 61 ff). Dies erfolgt in Aggre-

gaten aus beruflichen Handlungen und zugeordnetem Wissen. Diese Lehrplaninhalte sind angesichts der Streuung und Unschärfe beruflicher Tätigkeitsspektren in den jeweiligen Segmenten sowie der Dynamik des technisch-produktiven Wandels auf einem mittleren Konkretisierungsniveau angelegt. Zur Taxierung dieser Lernziele liegt eine eigenständige Tabelle (siehe Abschnitt 3.5.1) vor, welche geordnet nach Zielkategorien die jeweils erforderlichen Handlungsqualitäten für die Stufen 1 (Minimalanspruch), 2 (Regelanspruch) und 3 (hoher Anspruch) konkretisiert. Zur Taxierung der Lernziele in der Mathematik (beruflicher Lernbereich) liegt eine gesonderte Tabelle (siehe Abschnitt 3.5.2) mit gleichem Aufbau vor. In den übrigen *Querschnitt*-Lernfeldern werden die Lernziele entweder durch Kenntnisse oder durch Fertigkeiten beschrieben. Sie werden dabei weder taxiert noch zeitlich näher präzisiert, da dieses nur im Rahmen der schulspezifischen Umsetzung möglich und sinnvoll erscheint. Als Orientierung dient hier jeweils der in den berufsbezogenen Lernfeldern konkret feststellbare Anspruch an übergreifende Aspekte.

## 4.2 Stundentafel

Für jedes Lernfeld und die Projektarbeit dürfen die Unterrichtsstunden innerhalb der angegebenen Grenzen variieren, wobei die Gesamtstundenzahl 2000 im beruflichen Lernbereich<sup>4</sup> in Summe erreicht werden muss. Für alle Studierenden eines Jahrgangs muss der Stundenumfang für die individuelle Projektarbeit gleich sein.

---

<sup>4</sup> Zur Begünstigung eines Wechsels des Schwerpunktes ist die Aufteilung der Lernfelder in einen ersten und zweiten Ausbildungsabschnitt als Empfehlung zu betrachten.

		Unterrichtsstunden	
		1. Ausbildungs- abschnitt	2. Ausbildungs- abschnitt
<b>Beruflicher Lernbereich</b>			
Mathematik		200	
Projektarbeit			200 - 240
<b>Lernfelder</b>			
LF 1	Projekte mittels systematischen Projektmanagements zum Erfolg führen	80	
LF 2	Die Qualität von Prozessen, Anlagen und Produkten planen und sichern	120	
LF 3	Prozesse, Anlagen und Produkte nach naturwissenschaftlichen Aspekten analysieren und bewerten	80	
LF 4	Bauteile und Baugruppen unter mechanischen Aspekten entwerfen und auslegen	200	
LF 5	Bauteile und Baugruppen mit CAx Methoden modellieren, darstellen und realisieren	120	
LF 6	Bauteile und Baugruppen nach technologischen Aspekten analysieren und bearbeiten	80	
LF 7	Antriebe, Aktoren und Sensoren in Maschinen und Anlagen integrieren	120	
LF 8	Komplexe maschinentechnische Baugruppen entwickeln und konstruieren		360 - 400
LF 9	Technische Systeme automatisieren		160 - 240
LF 10	Mechanische Bauteile wirtschaftlich fertigen		100 - 140
LF 11	Konstruktion im betriebswirtschaftlichen Kontext		80 - 120

4.3 Beruflicher Lernbereich

4.3.1 Mathematik (Querschnitt-Lernfeld) [200h]

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	MATHEMATIK		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... handhaben algebraische Verfahren, beispielsweise zur Auslegung elektrischer Netze und ebener Trag- und Fachwerke.	Zahlenmengen <ul style="list-style-type: none"> <li>• natürliche Zahlen</li> <li>• ganze Zahlen</li> <li>• rationale Zahlen</li> <li>• irrationale Zahlen</li> <li>• reelle Zahlen</li> </ul> Algebraische Gleichungen <ul style="list-style-type: none"> <li>• linear</li> <li>• quadratisch</li> <li>• exponentiell</li> <li>• gemischt</li> </ul> lineare Gleichungssysteme Potenz- und Logarithmenregeln	Standardlösungsverfahren <ul style="list-style-type: none"> <li>• Äquivalenzumformung,</li> <li>• pq - Formel</li> <li>• Einsetzverfahren</li> <li>• Additionsverfahren</li> <li>• Gaußalgorithmus</li> </ul> Methoden der Abschätzung Ergebniskontrolle	Axiome des mathematischen Körpers Rechengesetze <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kommutativgesetz</li> <li>• Assoziativgesetz</li> <li>• Distributivgesetz</li> </ul> Operatoren
... nutzen geometrische und trigonometrische Verfahren zur Lösung geometrischer Problemstellungen u.a. im Rahmen konstruktiver, steuerungs- und fertigungstechnischer Aufgabenstellungen.	Satz des Pythagoras trigonometrische Seitenverhältnisse Einheitskreis Sinus- und Kosinussatz <ul style="list-style-type: none"> <li>• Flächen und Volumina von geometrischen Formen und Körper</li> </ul>	Berechnung von Längen, Abstände und Winkel Berechnung realer Flächen und Körper Approximation von Flächen und Volumina	Ähnlichkeits- und Kongruenzsätze für Dreiecke Strahlensatz euklidische Axiome

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	MATHEMATIK		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
<p>... handhaben mathematische Funktionen zur Modellierung und Lösung u.a. im Rahmen technischer und wirtschaftlicher Problemstellungen, auch mittels Software, wie Kennlinien von Bauelementen, Ladekurve eines Kondensators, Schnittgrößen und Biegelinien von Trägern.</p>	<p>Darstellungsformen und Funktionsvorschriften</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ganzrationale Funktionen, insbesondere lineare und quadratische</li> <li>• trigonometrische Funktionen</li> <li>• Exponentialfunktionen</li> </ul> <p>Charakteristika</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Steigung</li> <li>• Nullstellen, Abszissenabstand</li> <li>• Schnittpunkt</li> <li>• Scheitelpunkt</li> <li>• Periodizität</li> </ul> <p>Wertebereich, Definitionsbereich</p>	<p>Berechnung der Charakteristika Wechsel der Darstellungsformen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Normal-, Scheitelpunktform, Linearfaktordarstellung</li> <li>• implizite, explizite Funktionsvorschrift</li> <li>• Graph und Wertetabelle</li> </ul> <p>Funktionsermittlung Differenzenquotient Funktionsdarstellung mittels Software Konstruktion trigonometrischer Funktionen mit Hilfe des Einheitskreises</p>	<p>trigonometrische Grundlagen Relationen und Abbildungen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• kartesisches Produkt</li> <li>• Surjektivität, Injektivität, Bijektivität</li> </ul> <p>Funktionsbegriff Mathematisches Modell vs. Realbezug</p>
<p>... verwenden Verfahren der analytischen Geometrie und linearen Algebra, beispielsweise zur Darstellung von Kräften und Momenten als Vektoren.</p>	<p>Vektoren</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vektorkomponenten</li> <li>• Schreibweisen</li> </ul> <p>Vektoroperationen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Skalierung</li> <li>• Vektoraddition</li> <li>• Skalarprodukt</li> <li>• Kreuzprodukt</li> <li>• orthogonale, parallele und linear unabhängige Vektoren</li> </ul>	<p>Addition und Subtraktion von Vektoren Beschreibung geometrischer Körper im Raum mittels Vektoren Winkelberechnung mit Skalarprodukt Flächenberechnung mit Kreuzprodukt</p>	<p>Vektor als Parallelverschiebung bzw. Translation im Raum trigonometrische Grundlagen</p>
HINWEISE:	Wo immer möglich, sollten Anwendungsbeispiele aus dem Kontext der anderen Lernfelder der Fachrichtung / des Schwerpunktes gewählt werden.		

## 4.3.2 Projektarbeit [200h–240h]

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	Vorbemerkung	Organisatorische Hinweise
<p>... analysieren und strukturieren eine Problemstellung und lösen sie praxisgerecht.</p> <p>... bewerten und präsentieren das Handlungsprodukt und den Arbeitsprozess.</p> <p>... berücksichtigen Aspekte wie z. B. Wirtschaftlichkeit, Energie- und Rohstoffeinsatz, Fragen der Arbeitsergonomie und Arbeitssicherheit, Haftung und Gewährleistung, Qualitätssicherung, Auswirkungen auf Mensch und Umwelt sowie Entsorgung und Recycling.</p> <p>... legen besonderen Wert auf die Förderung von Kommunikation und Kooperation.</p>	<p>Für die Projektarbeit werden fachrichtungsbezogene und lernfeldübergreifende Aufgaben bearbeitet, die sich aus den betrieblichen Einsatzbereichen von Technikerinnen und Technikern ergeben. Die Aufgabenstellung ist so offen zu formulieren, dass sie die Aktivität der Studierenden in der Gruppe herausfordert und unterschiedliche Lösungsvarianten zulässt. Durch den lernfeldübergreifenden Ansatz können Beziehungen und Zusammenhänge der einzelnen Fächer und Lernfelder hergestellt werden. Die Projektarbeit findet interdisziplinär statt. In allen Fächern und Lernfeldern soll über eine entsprechende Problem- und Aufgabenorientierung die methodische Vorbereitung für die Durchführung der Projekte geleistet werden.</p>	<p>Mit den Studierenden werden die Zielvorstellungen, die inhaltlichen Anforderungen sowie die Durchführungsmodalitäten besprochen. Die Studierenden sollen in der Regel Projekte aus der betrieblichen Praxis in Kooperation mit Betrieben bearbeiten. Die Vorschläge für Projektaufgaben sind durch einen Anforderungskatalog möglichst genau zu beschreiben.</p> <p>Alle eingebrachten Projektvorschläge werden durch die zuständige Konferenz geprüft, z. B. auf Realisierbarkeit, Finanzierbarkeit, ausgewählt und beschlossen. Jede Projektarbeit wird von einem Lehrerinnen/Lehrerteam betreut. <b>Die im LF1 „Projekte mittels systematischem Projektmanagements zum Erfolg führen“ erworbenen Kenntnisse und Fertigkeiten müssen angewendet werden.</b></p> <p>Es empfiehlt sich während der Projektphase Projekttage einzuführen, an denen nach Rücksprache die am Projekt beteiligten Lehrerinnen und Lehrer beratend zur Verfügung stehen. Während dieser Zeit können die Studierenden die Projektarbeit beim Auftraggeber im Betrieb und in den Räumlichkeiten der Schule durchführen. Da es sich um eine Schulveranstaltung handelt, besteht für die Studierenden während dieser Tätigkeit ein Versicherungsschutz gegen Unfall- und Haftpflichtschäden.</p>
HINWEISE:		



**4.3.3 Lernfeld 1: Projekte mittels systematischen Projektmanagements zum Erfolg führen [80h]**

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF1: PROJEKTE MITTELS SYSTEMATISCHEN PROJEKTMANAGEMENTS ZUM ERFOLG FÜHREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... kommunizieren effizient und organisieren sich selbst im Projektgeschehen.	Präsentationstechniken Kommunikationssituationen Führung Motivation Konflikte und Krisen Zeitmanagement Arbeitsteilung Vorgangsmodelle im Projektmanagement	Vorbereitung und Durchführung einer Präsentation Vorbereitung und Durchführen eines Projektmeetings Analyse eines Konfliktes Durchführung und Dokumentation eines Problemlösungsverfahrens Planung und Einteilung der eigenen Arbeitszeit	Kommunikationsmodelle Effektivität als Prinzip Prinzip der systematischen Kommunikation Bedeutung von Selbst- und Fremdwahrnehmung für Konfliktmanagement und Führung Hybrides Projektmanagement
... initialisieren und definieren ein Vorhaben als Projekt.	Inhalt und Bedeutung der Projektphasen Projekttypen Projekt- und Projektmanagementdefinition Kreativitätstechniken Projektziele <ul style="list-style-type: none"> <li>• Qualität,</li> <li>• Kosten und Termine,</li> <li>• Leistungsziele etc.</li> </ul>	Moderation kreativer Prozesse Zielfindung, –formulierung und Abgrenzung Strukturierung der Projektziele	Prinzip der Zielorientierung
... planen eine Projektdurchführung.	Meilensteine Projektaufwand und -budget sachliche und soziale Projektumfeldfaktoren Risiko, Chance, Maßnahmen zur Risikoverminderung Unternehmens- und Projektorganisationsformen, Rollen im Projekt Lasten- und Pflichtenheft, Projektauftrag,	Phasenplanung Beurteilung des Projektes auf Machbarkeit Projektumfeldanalyse Risikoanalyse Aufstellung einer Projektorganisation Erstellung des Projektauftrages Erstellung des Projektstrukturplans	Prinzip der Ergebnisorientierung Prinzip der personalisierten Verantwortungen

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF1: PROJEKTE MITTELS SYSTEMATISCHEN PROJEKTMANAGEMENTS ZUM ERFOLG FÜHREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
	Projekthandbuch Projektstrukturplan, Arbeitspakete Ablauf- und Terminplan Einsatzmittelplan, Kapazitätsplan, Kostenplan	Durchführung Ablauf- und Terminplanung Erstellung einer Einsatzmittel- und Kostenplanung	
... realisieren das Projekt.	Kosten- und Termentrendanalyse Berichtswesen Projektsteuerung	Stakeholder Management Risikomanagement Überwachung und Steuerung der Projektrealisierung Erstellung, Pflege, und Kommunikation der Projektdokumentation	PM-Regelkreis Prinzip des rechtzeitigen Handelns
... schließen ein Projekt ab.	Übergabeprotokoll Endabnahme	Abschluss der Projektdokumentation Projektübergabe und Abschlusspräsentation Projektreflexion Lessons Learned	
HINWEISE:	Die Kompetenzen in diesem Lernfeld orientieren sich an der ICB (International Competence Baseline, siehe auch <a href="https://www.gpm-ipma.de/know_how/pm_normen_und_standards/standard_icb_4.html">https://www.gpm-ipma.de/know_how/pm_normen_und_standards/standard_icb_4.html</a> ).		

**4.3.4 Lernfeld 2: Die Qualität von Prozessen, Anlagen und Produkten planen und sichern [120h]**

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF2: DIE QUALITÄT VON PROZESSEN, ANLAGEN UND PRODUKTEN PLANEN UND SICHERN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... definieren, reflektieren und wenden die Anforderungen jeweils gültiger Qualitätsmanagementsysteme (QMS) und Umweltmanagementsysteme (UMS) für konkrete Arbeits- und Verantwortungsbereiche an.	<p>Philosophie und Aufbau von QMS und UMS                      Gesetzliche Rahmenbedingungen insbes. Produkthaftungsgesetz                      Grundzüge DIN ISO 9001                      Umweltrecht                      Grundzüge der CE-Kennzeichnung                      Bedeutung von Kundenvorgaben</p>	<p>Analyse und Dokumentation von Anforderungen für neue und bestehende Produkte und Prozesse                      Soll-Ist Vergleiche für bestehende Prozesse und Produkte                      Evaluation hinsichtlich von Verbesserungen für bestehende Prozesse und Produkte</p>	<p>Ökonomische und ökologische Erfordernisse und Zusammenhänge von QMS und UMS                      Notwendigkeit eigener Entscheidungen auf Basis alternativen Möglichkeiten                      Bewertungssysteme und Bewertungsverfahren zur Reflexion des eigenen Handelns                      Rückwirkungen von Entscheidungen auf Kundenwünsche, Produktion, Montage und Qualitätssicherung</p>
... wenden einschlägige Werkzeuge und Methoden der Qualitätssicherung und von QMS zielführend an.	<p>Elementaren QM-Werkzeuge</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Fehlersammelliste , Histogramm, QRK, Pareto-Diagramm, Korrelationsdiagramm, Brainstorming, Ursache-Wirkungsdiagramm)</li> </ul> <p>Managementwerkzeuge</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Affinitätsdiagramm, Relationendiagramm, Baumdiagramm, Matrixdia., Portfolio, Netzplan, Entscheidungsplan</li> </ul>	<p>Anwendung von Fehler- und Schwachstellenanalyse auf Konstruktion und Prozesse (auch Geschäftsprozesse) mittels Qualitätswerkzeugen</p>	<p>Bedeutung der Strukturierung von Prozessen, und der Auswahl geeigneter Methoden und Werkzeuge                      Notwendigkeit alternativer Betrachtungen und entsprechender Abwägung                      Notwendigkeit von Evaluierungen zur Optimierung von Abläufen</p>

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF2: DIE QUALITÄT VON PROZESSEN, ANLAGEN UND PRODUKTEN PLANEN UND SICHERN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... wählen Werkzeuge und Methoden der statistischen Qualitätskontrolle (SPC) aus und wenden sie an.	Normalverteilung Systematische und zufällige Abweichung Qualitätsregelkarten Eingriffs- und Warngrenzen beherrschte und nichtbeherrschte Prozesse Maschinenfähigkeit und Prozessfähigkeit Six-Sigma Lieferantenbewertung	Erhebung und Auswertung von Daten nach den Regeln der Statistik, Bilden von aussagekräftigen Kennziffern schrittweise Einführung einer statistischen Prozessregelung Durchführung von Prozessregelungen mit Hilfe von QRK	Bedeutung der Fehlervermeidungsstrategien für die unternehmerische Praxis
... gestalten Prozesse unter Berücksichtigung geeigneter Qualitätswerkzeuge und Umweltmanagementwerkzeuge im Hinblick auf Fehlervermeidung, Prozessbeherrschung und kontinuierlicher Prozessverbesserung. ... planen, analysieren, dokumentieren und Überprüfen die Wirksamkeit von Veränderungen.	Kaizen und kontinuierlicher Verbesserungsprozess Fehler- und Qualitätskosten PDCA Zyklus FMEA	Strukturierte und zielführende Datenerhebung, Planung, Initiierung, Umsetzung und Kontrolle von KVP-Prozessen Durchführung von FMEA's und ggf. ableiten von Maßnahmen zur Verbesserung von Konstruktionen und Prozessen Evaluierung von Maßnahmen zur Erhöhung der Produkt- und Prozessqualität	Auswirkungen von Schwachstellen in Konstruktionen und Prozesse für Unternehmen und Gesellschaft Bedeutung umfassender vorausschauender Betrachtungen Bedeutung regelmäßiger Evaluierungen Notwendigkeit von Kosten-Nutzen-Erwägungen kurz- und langfristiger Art
... erstellen Prüfplänen zu vorgegebenen Produkten für unterschiedliche Fertigungsarten. <sup>1)</sup>	Prüfpläne und –protokolle Prüfmittelfähigkeit Prüfmittelüberwachung	Planungsschritte zur Erstellung eines Prüfplans Prüfmittelfähigkeit Systeme zur Prüfmittelüberwachung	Notwendigkeit von Prüfplanung und Prüfmittelüberwachung
... <b>bereiten Qualitätsaudits</b> vor und unterstützen deren Durchführung	Ziele und Nutzen von Qualitätsaudits Arten von Qualitätsaudits Interne und externe Auditierung	Vorbereitung und Mitwirkung bei internen und externen Q-audits Nachbereitung von Auditierungen	Bedeutung von Auditierungen für die Aufdeckung von Chancen und Risiken für das Unternehmen

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF2: DIE QUALITÄT VON PROZESSEN, ANLAGEN UND PRODUKTEN PLANEN UND SICHERN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
	Anforderungen und Richtlinien für Auditierungen		
HINWEISE:	1) für dem Schwerpunkt Produktions- und Qualitätsmanagement wird diese Teilqualifikation ausführlich im entsprechenden Lernfeld des 2.Ausbildungsabschnitt behandelt.		

ENTWURF

**4.3.5 Lernfeld 3 (Querschnitt-Lernfeld): Prozesse, Anlagen und Produkte nach naturwissenschaftlichen Aspekten analysieren und bewerten [80h]**

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF3: PROZESSE, ANLAGEN UND PRODUKTE NACH NATURWISSENSCHAFTLICHEN ASPEKTEN ANALYSIEREN UND BEWERTEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... ermitteln relevante Größen zur Dimensionierung von Antriebssystemen und Anlagen.	<p>Kräfte                      Massen und Massenträgheit                      Energieübertragung, Arbeit, Leistung, Wirkungsgrad                      Reibung                      Kinematik und Kinetik</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• geradlinige und kreisförmige Bewegung</li> <li>• Massenträgheitsmoment</li> <li>• Stoßvorgänge</li> <li>• Schwingungen</li> </ul>	<p>Ermittlung von Kräften, Momenten, Energie und Leistung sowie Beschleunigungen in bewegten Systemen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kurbeltrieb im Verbrennungsmotor</li> <li>• Verdichter</li> <li>• Schrittgetriebe</li> </ul> <p>Dimensionierung und Optimierung von Antrieben unter energetischen Aspekten                      Beschreibung und Beurteilungen der Phänomene</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Eigenfrequenz</li> <li>• Resonanz</li> <li>• Dämpfung und Tilgung</li> </ul>	<p>Newton´sche Axiome                      Goldene Regel der Mechanik                      Energie und Impulserhaltung                      Superposition                      relative Bewegung</p>
... berücksichtigen Aspekte der Wärmeübertragung und der Phasenänderung.	<p>Thermodynamische Grundlagen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wärmeausdehnung</li> <li>• Wärmeübertragungsmöglichkeiten</li> <li>• Phasenänderung</li> <li>• Wärmekapazität</li> <li>• 1. Hauptsatz der Thermodynamik</li> <li>• Energieformen</li> </ul>	<p>Lagerung thermisch beanspruchter Bauteile                      Auswahl von Medien für Heiz- und Kühlprozesse                      Wärmeausdehnung bei Kombination verschiedener Werkstoffe                      Thermodynamische Zustandsänderungen</p>	<p>Hauptsätze der Thermodynamik                      Wärme als elektromagnetische Strahlung</p>

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF3: PROZESSE, ANLAGEN UND PRODUKTE NACH NATURWISSENSCHAFTLICHEN ASPEKTEN ANALYSIEREN UND BEWERTEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... analysieren und bewerten die strömungstechnischen Vorgänge in Systemen. <sup>1)</sup>	Grundlagen der Strömungslehre <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kontinuitätsgleichung</li> <li>• Bernoulli</li> </ul>	Auswahl von Armaturen Messung des statischen und dynamischen Druckes Anwendung der Kontinuitätsgleichung und Bernoulli	Energie- und Impulserhaltung
... analysieren und bewerten bei der Konstruktion von Anlagen die Auswirkung chemischer Prozesse. <sup>2)</sup>	Gesetzmäßigkeiten beim Ablauf chemischer Reaktionen <ul style="list-style-type: none"> <li>• Oxidation/Reduktion</li> <li>• Bindungsarten</li> </ul>	Ablaufbeschreibung chemischer Reaktionen unter Berücksichtigung von Druck, Temperatur, Konzentrationen und Katalysator	Atomaufbau
HINWEISE:	1),2) Wird hauptsächlich für den Schwerpunkt Verfahrens- und Umwelttechnik benötigt. Kann als fakultativ für die restlichen Schwerpunkte betrachtet werden.		

**4.3.6 Lernfeld 4: Bauteile und Baugruppen unter mechanischen Aspekten entwerfen und auslegen [200h]**

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF4: BAUTEILE UND BAUGRUPPEN UNTER MECHANISCHEN ASPEKTEN ENTWERFEN UND AUSLEGEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... bilden Bauteile durch aufgabenbezogene Idealisierungen in mechanische Ersatzmodelle ab.	<p>Kräfte und ihre Darstellung                      Freiheitsgrade der Bewegung                      Funktion und Darstellung der Lagerungsarten                      Seil, Kette, Pendelstab und weitere                      Zentrales und allgemeines Kräftesystem                      Kräftepaar und Moment</p>	<p>Zerlegung von Baugruppen in Bauteile                      Erstellung mechanischer Ersatzmodelle und Freikörperbildern</p>	<p>statische Bestimmtheit</p>
... analysieren praxisrelevante Bauteile und einfache Baugruppen auf Funktion, Belastung, Beanspruchung und Wirkungsweise.	<p>Schwerpunkt                      Standsicherheit                      Konzept des Versatzmoments                      Grundbeanspruchungsarten</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zug/Druckbelastung</li> <li>• Schubbeanspruchung</li> <li>• Flächenpressung/Lochleibung</li> <li>• Biege-, Torsionsbelastung</li> </ul> <p>Lastfälle und Belastungsarten</p>	<p>Analyse der Lastfälle aus Betriebsdaten                      Zerlegung von Kräften                      Parallel-Verschiebung einer Kraft                      Schwerpunkts-Ermittlung                      Anwendung des Versatzmoments                      Berechnung von Kräfte- und Momentengleichgewichten                      Analyse von Balkentragwerken und Fachwerken</p>	<p>Gesetze der Statik                      Prinzip des Kräftegleichgewichtes (Actio = Reactio)                      Prinzip des Momentengleichgewichtes                      Hooke'sches Gesetz                      Innere Kräfte und Momente                      Spannungsarten</p>



Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF4: BAUTEILE UND BAUGRUPPEN UNTER MECHANISCHEN ASPEKTEN ENTWERFEN UND AUSLEGEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... führen Berechnungen zur Statik und Festigkeitslehre durch, beurteilen dabei die statische und dynamische Belastbarkeit unter Einbeziehung der Abmessungen und der Werkstoffeigenschaften und dimensionieren die Bauteile.	axiales und polares Flächenträgheits- und Widerstandsmoment Satz von Steiner Vergleichsspannung bei zusammengesetzter Beanspruchung zulässige Spannungen Lastfälle	Analyse der Lastfälle aus Betriebsdaten Analyse von Bauteilen und Baugruppen mit Hilfe der Schnittmethode und der statischen Gleichgewichtsbedingungen Berechnung der Spannungen für kritische Stellen kritischer Querschnitt Ermittlung zulässiger Spannungen aus einschlägigen Normen Auswahl geeigneter Normteile und Halbzeuge	Schnittmethoden und Schnittgrößen Einfluss der Bauteilmassenverteilung auf das dynamische Verhalten Feder- bzw. Schwingungsverhalten von Bauteilen
HINWEISE:			

**4.3.7 Lernfeld 5: Bauteile und Baugruppen mit CAx Methoden modellieren, darstellen und realisieren [120h]**

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF5: BAUTEILE UND BAUGRUPPEN MIT CAx METHODEN MODELLIEREN, DARSTELLEN UND REALISIEREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... erarbeiten konstruktive Lösungen und stellen diese dar.	<p>Zeichnungsaufbau</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ansichten</li> <li>• Bemaßung</li> </ul> <p>Normen und Regelwerke (z. B. Zeichnungsnormen, Toleranzen, Passungen, Oberflächen)</p> <p>Datensicherung, Datenverwaltung manuelle und digitale Ausarbeitungsmöglichkeiten</p>	<p>Analyse von Daten und Datenformaten</p> <p>Ermittlung erforderlicher Daten</p> <p>konstruktive Randbedingungen</p> <p>Entwicklung konstruktiver Strategien und Lösungen</p> <p>Einzelteilanpassung</p> <p>Erstellung von Unterbaugruppen und Zusammenbauten</p> <p>Lösungsoptimierung</p> <p>Handskizzen</p> <p>Erstellung von Zeichnungen, Stücklisten und 3D-Modelle</p> <p>Einordnung und Umsetzung in den Konstruktionsprozess</p>	<p>Werkstoffeigenschaften</p> <p>Technologische Zusammenhänge (Fertigung, Montage etc.)</p> <p>Gültigkeit der Normen</p> <p>Produktentstehungsprozesse</p>
... berücksichtigen beim Modellieren den Produktentstehungsprozess.	<p>Kenntnisse der Fertigungsverfahren</p> <p>Kenntnisse der Fertigungs- und Montageprozesse</p>	<p>fertigungsgerechte Konstruktion</p> <p>Bauteil- und Normteilibibliotheken</p> <p>Parametrisierung von Bauteilen</p>	<p>Kenntnisse des Fertigungsablaufs</p>
... nutzen Analysetools zur Bauteil- und Baugruppenanalyse.	<p>Grundkenntnisse Finite Elemente Methoden und Bewegungssimulationen</p>	<p>Anwendung von Analysetools</p> <p>Darstellung und Interpretation der Simulationsergebnisse</p>	<p>Kinematik</p> <p>Festigkeit (Elastostatik)</p>

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...		LF5: BAUTEILE UND BAUGRUPPEN MIT CAX METHODEN MODELLIEREN, DARSTELLEN UND REALISIEREN		
		Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... binden Arbeitsergebnisse in den CAD-CAM Prozess ein.	Datenformate Schnittstellen	Datenaustausch Umwandelung und Bereitstellung von CAD-Daten	Voraussetzungen für eine CNC-Fertigung <sup>1)</sup> Rapid Prototyping (3D-Druck)	
HINWEISE:	1) nicht anzuwenden in der Verfahrenstechnik.			

**4.3.8 Lernfeld 6: Bauteile und Baugruppen nach technologischen Aspekten analysieren und bearbeiten [80h]**

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF6: BAUTEILE UND BAUGRUPPEN NACH TECHNOLOGISCHEN ASPEKTEN ANALYSIEREN UND BEARBEITEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
<p>... wenden die technologischen Grundlagen und Zusammenhänge bei der Herstellung, Eigenschaftsänderung und Bearbeitung von Werkstoffen an.</p>	<p>Einteilung und Eigenschaften von Werkstoffen                      Aufbau von Eisenwerkstoffen                      Werkstoffe für bes. Einsatzgebiete</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tieftemperatur, Hochtemperatur</li> <li>• Starker mechanischer Verschleiß</li> </ul> <p>Legierungen (Bildung, Zusammensetzung, Anwendung)                      Werkstoffprüfung und Werkstoffkennwerte (statisch, dynamisch)                      Ändern von Werkstoffeigenschaften (Wärmebehandlung, Verfestigen etc.)                      Herstellung und Optimierung von Halbzeugen                      Normung und Kennzeichnung der Werkstoffe und Halbzeuge                      Korrosion und Korrosionsschutz von Werkstoffen                      Umwelt- und ökonomische Aspekte der Werkstoffe (Gewinnung, Wiederverwertung, Entsorgung)                      Recycling und Entsorgung von Werkstoffen                      Verschleißmechanismen</p>	<p>Planung, Durchführungen und Auswertung von Werkstoffprüfungen (Zugversuch etc.)                      Ermittlung von relevanten Werkstoffdaten aus Tabellen und Diagrammen                      Auswahl von Werkstoffen und Verfahren zum Ändern der Eigenschaften                      Beachtung von technologischen-, Umwelt- und ökonomischen Aspekten bei der Werkstoffauswahl, -bearbeitung und -verwendung                      Analyse der Herstellungs- und Bearbeitungsverfahren von Werkstoffen                      Analyse technologischer und tribologischer Eigenschaften                      Analyse von Schadensfällen sowie die Erarbeitung von Präventionsstrategien.</p>	<p>Verhalten von Werkstoffen                      chemische und physikalische und technologische Zusammenhänge                      Wechselwirkung zwischen Werkstoffauswahl und -einsatz                      Wechselwirkung zwischen Werkstoffeigenschaften und Fertigungsverfahren                      Zusammenhänge zwischen Reibung, Schmierung und Verschleißbeständigkeit                      Spannungsreihe chemischer Elemente</p>

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...		LF6: BAUTEILE UND BAUGRUPPEN NACH TECHNOLOGISCHEN ASPEKTEN ANALYSIEREN UND BEARBEITEN		
		Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... analysieren und planen den Einsatz und die Bearbeitung von Werkstoffen.		Werkstoffeigenschaften Fertigungsverfahren und Fertigungsprozesse	Analyse und Planung der Herstellung von Bauteilen Fertigungsverfahren (z. B. Spanen, Umformen, Schweißen) planen Fertigungsprozesse beim Trennen, Umformen oder Fügen Fertigungsplanung innerhalb des CAD/CAM Prozesses	Fertigungsverfahren und Fertigungsfolgen bei der Bauteilherstellung
... nutzen zur Analyse und Bearbeitung Fachliteratur, Datenblätter und technische Beschreibungen.		Normung und Kennzeichnung der Werkstoffe und Halbzeuge technische Unterlagen in schriftlicher und digitaler Form	Selbständige Nutzung einschlägiger technischer Unterlagen (Normen etc.) Ermitteln von relevanten Werkstoffdaten aus Tabellen, Diagrammen und Normen Interpretieren und Anwenden von technischen Unterlagen (schriftlich, digital)	
HINWEISE:				

## 4.3.9 Lernfeld 7: Antriebe, Aktoren und Sensoren in Maschinen und Anlagen integrieren [120h]

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF7: ANTRIEBE, AKTOREN UND SENSOREN IN MASCHINEN UND ANLAGEN INTEGRIEREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... analysieren und bewerten die wechselseitigen Beziehungen und Zusammenhänge zwischen den Komponenten im Sinne des Systemverständnisses.	<p>Aufbau und Funktion von Sensoren elektrische Grundgrößen (Spannung, Strom, Widerstand) Gesetzmäßigkeiten der Elektrotechnik, Pneumatik und Hydraulik genormte Schnittstellensignale Analog-Digital-Wandler Arbeit, Leistung, Wirkungsgrad Systemtechnik Regelungstechnik Messgeräte und deren Funktion</p>	<p>Funktionsbeschreibung von Anlagen und Maschinen Zuordnung von Bauelementen und Komponenten entsprechend den Wirkungsplänen von Steuerketten und Regelkreisen Messung elektrischer Größen rechnerische Überprüfung von Messungen</p>	<p>Wirkungsweise von Steuer und Regelkreise analoge/digitale Signale Energieträger und Energieumwandlung</p>
... analysieren, prüfen und wählen Komponenten aus.	<p>Normen, Maschinenrichtlinien Geräte- und Gütekennzeichnung Sicherheitstechnik, Schutzmaßnahmen Aufbau und Funktion von Aktoren/Sensoren Aufbau und Funktion elektrischer Antriebe Wechselgrößen, Drehstrom technische Dokumentation</p>	<p>Prüfung von Komponenten und Anwendung geeigneter Normen Erstellung von Mess- und Prüfprotokollen Beurteilung von Messergebnissen im Hinblick auf eine betriebssichere Funktion der Komponenten Berechnung von pneumatischen Daten (Druck, Querschnitt etc.) Auswahl von Aktoren/Sensoren Einsatzmöglichkeiten elektrischer Antriebe</p>	<p>Gültigkeit von Normen, Maschinenrichtlinien und Schutzmaßnahmen</p>

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF7: ANTRIEBE, AKTOREN UND SENSOREN IN MASCHINEN UND ANLAGEN INTEGRIEREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
<p>... prüfen, projektieren und dimensionieren anwendungsbezogene Schaltungen bzw. Steuerungen.</p>	<p>elektrische, pneumatische und hydraulische Schaltungstechnik                      Symbole und Darstellungen der Schaltungstechnik, Simulationsprogramme                      Technische Dokumentation                      Messverfahren                      Einsatzmöglichkeiten von elektrischen, pneumatischen und elektro-pneumatischen Steuerungen                      Einsatzmöglichkeiten bzw. Vor- und Nachteile von analogen und digitalen Schaltungen                      energieeffiziente Druckluftherzeugung und Druckluftverteilung                      Ablaufbeschreibung nach DIN EN 60848</p>	<p>Schaltungsentwurf und Schaltungsaufbau                      Prüfen und Messen physikalischer Größen                      Funktions- und Sicherheitsüberprüfung der Schaltungen                      Inbetriebnahme                      Fehleranalyse und Anpassung von Schaltungen</p>	<p>Gültigkeit von Normen, Maschinenrichtlinien und Schutzmaßnahmen</p>
<p>HINWEISE:</p>			

**4.3.10 Lernfeld 8: Komplexe maschinentechnische Baugruppen entwickeln und konstruieren [360h-400h]**

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF8: KOMPLEXE MASCHINENTECHNISCHE BAUGRUPPEN ENTWICKELN UND KONSTRUIEREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
<p>... analysieren Maschinenelemente, Baueinheiten auf Einbaubedingungen Funktion, Belastung und Wirkungsweise.</p>	<p>Funktionsweise von Einheiten zum Übertragen von Kräften, Drehmomenten und Leistungen                      Unterschied und Funktion von Achsen und Wellen                      Arten der Welle-Nabe Verbindungen                      Aufbau und Funktion von Kupplungen und Bremsen                      Arten von Lagerungen und Lagern                      Funktion und Verwendung von Verbindungselemente (Bolzen, Stifte, ...)                      Funktion und Wirkung von Schraubenverbindungen                      Funktion und Wirkung von Schweißverbindungen                      Arten und Funktionsweise von Federn                      Verzahnungsarten und Funktion von Zahnrädern</p>	<p>Analyse von Funktionseinheiten zum Übertragen von Kräften und Drehmomenten                      Analyse der Wirkungsweise und der Belastungen von Kupplungen und Bremsen                      Lagerauswahl                      Analyse der Lageranordnung und Umlaufverhältnisse                      Analyse und Auswahl von Fügeverfahren                      Auswahl von Schweißverfahren, Werkstoffen                      Gestaltung für Schweißbeignung                      Anwendungsoptionen für kraftschlüssige, formschlüssige und stoffschlüssige Verbindungen                      Analyse und Auswahl von Welle Nabe-Verbindungen                      Auswirkung des Verschleißverhaltens auf die Bauteilauswahl</p>	<p>Kinematik der Rotationsbewegung Schnittgrößen                      Grundlagen der Statik                      Life Time Zyklus und Nachhaltigkeit                      Eigenspannung und Kerbwirkung in Schweißkonstruktionen</p>



Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF8: KOMPLEXE MASCHINENTECHNISCHE BAUGRUPPEN ENTWICKELN UND KONSTRUIEREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... berechnen, dimensionieren und legen Maschinenelemente, Baueinheiten und Produkte aus.	<p>Normen und VDI-Richtlinien                      technische Datenblätter, Diagramme und Beschreibungen                      Werkstoffkennwerte/ Werkstoffeigenschaften                      Berechnungssoftware                      Gestaltfestigkeit und Sicherheit                      Lebensdauer                      Montage und Demontage                      Umweltbedingungen und -richtlinien                      Vorrichtungsbau</p>	<p>Berechnung der Lebensdauer von Wälzlagern und Auslegen von Verbindungselementen                      Nachweis der Festigkeit von Maschinenelementen                      Berechnung und Auswahl von Welle Nabe-Verbindungen                      Dimensionierung von Kupplungen und Auswahl von Datenblättern                      Auslegung und Berechnung von Schweißkonstruktionen                      Auslegung und Überprüfung von Schraubverbindungen                      Auslegung von Federverbindungen                      Erstellung von Arbeitsanweisungen (z. B. Montage, Demontage, <b>Wartung...</b>)                      Auswirkung von Kerben auf die Festigkeit von Bauteilen</p>	<p>Statik, Festigkeitslehre und Dynamik</p>

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF8: KOMPLEXE MASCHINENTECHNISCHE BAUGRUPPEN ENTWICKELN UND KONSTRUIEREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... konstruieren, optimieren und detaillieren Baueinheiten.	<p>manuelle Entwürfe und Skizzen                      3D-CAD gestütztes Konstruieren                      Fertigungszeichnungen und Stücklisten                      Kataloge und Normteillbibliotheken                      dynamische Konflikt- und Bewegungsanalyse</p>	<p>Konstruktionsskizzen                      Detailkonstruktion und Ausarbeitung von Fertigungszeichnungen von Einzelteilen mit CAD                      3D-CAD-Modelle für Bauteile und Baugruppen                      Optimierung konstruktiver Lösungen                      Berücksichtigung einer geeigneten Modellierungssystematik abhängig von der vorgesehenen Modellverwendung (Festigkeitsanalyse, Bewegungssimulation, 2D- Dokumentation...)</p>	
... wenden Konstruktionsmethoden und Gestaltungsrichtlinien an.	<p>Funktionsstruktur von Technischen Produkten                      Grundlagen des Gestaltens                      Methoden zur Lösungsfindung                      Normzahlen und Baureihen                      Vorgehensplan zur Schaffung neuer Produkte (z. B. nach VDI-Richtlinie 2222)</p>	<p>Funktionsstruktur/-gliederung für konstruktive Aufgabestellungen erstellen                      Konstruktions-Methodik (Lösungsvarianten bewerten und vergleichen)                      Baureihenentwicklung                      Vorgehensplan und Lösungswege zur Schaffung neuer Produkte</p>	

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF8: KOMPLEXE MASCHINENTECHNISCHE BAUGRUPPEN ENTWICKELN UND KONSTRUIEREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... setzen softwaregestützte (numerische) Verfahren zur Berechnung und Simulation von Baueinheiten ein.	numerische Bauteilanalyse (z. B. FEM, Kontur-Spannungsoptimierung) Unterschied und Vergleich von analytischen zu numerischen Berechnungsverfahren	numerisch gestützte Berechnungsverfahren für Festigkeitsanalysen Auswertung und Interpretation von numerischen Bauteilanalysen Einfluss von Randbedingungen, Belastungen und Modellierung auf das Ergebnis	Validierung von numerischen Simulationsergebnissen
HINWEISE:			

**4.3.11 Lernfeld 9: Technische Systeme automatisieren [160h-240h]**

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF9: TECHNISCHE SYSTEME AUTOMATISIEREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... analysieren die steuerungs- und regelungstechnischen Erfordernisse von technischen Systemen.	Schaltzeichen und Schaltpläne (elektrische, pneumatische, hydraulische) nach DIN Sicherheit an Maschinen und Anlagen Möglichkeiten und Einsatzgebiete von stationären, mobilen und autonom arbeitenden Systemen in der Automatisierungstechnik	Analyse des Lastenheftes Bestimmung der steuerungs- und regelungstechnischen Anforderungen an Sensoren, Aktoren und Automatisierungssysteme Festlegung der Kommunikationsanforderungen Bestimmung der Sicherheitstechnischen Anforderungen Festlegung der technischen Grenzen	Bedeutung von Lastenheft und Pflichtenheft als Schnittstelle zwischen Auftraggeber und Auftragnehmer
... wählen geeignete Prozessperipherie aus.	Aktoren (elektrisch, pneumatisch, hydraulisch) Sensoren (binär, analog) Feldbustechnik (z. B. ASI, Profinet) Systemkomponenten von SPS-Steuerungen Peripherie von SPS-Steuerungen Robotertechnik	Auswahl geeigneter Aktoren, Sensoren und SPS Systemkomponenten Dimensionierung von Aktoren Festlegung der Bustechnologie Festlegung der SPS-Peripherie	elektrische und mechanische Grundgesetze und Grundgrößen elektrisches und magnetisches Feld Leistung Wirkprinzipien der aktiven und passiven Sensoren Signalarten (analog, digital und binär) Datentypen Netzwerktopologien und Netzwerkadressen

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF9: TECHNISCHE SYSTEME AUTOMATISIEREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... erstellen Anwenderprogramme für Teilsysteme von Automatisierungssystemen.	Programmiersprache FUB Aufbau von Steuerungen und Peripherie Aufbau und Funktion von Frequenzumrichter zyklische und strukturierte Programmbearbeitung Grundverknüpfung (UND, ODER, ...) Flip- Flop, Flankenauswertung Timer und Zähler Grafcet Analogwertverarbeitung	Erstellung von Steuerprogrammen Optimierung von Steuerprogrammen	
... nehmen automatisierte Anlagen in Betrieb.	Beobachtungsfunktionen Referenzfunktionen Steuerfunktionen Fehlersuchfunktion	Konfiguration von Automatisierungsgeräten Inbetriebnahme von Anlagen Beobachtung sowie Anpassung und Optimierung der Steuerprogramme	
... erstellen ein Sicherheitskonzept für automatisierte Anlagen.	CE-Kennzeichnung Sicherheitslevel Gefährdungsbeurteilung	Bewertung von Anlagen nach den CE-Kriterien Bestimmung von Sicherheitslevel von Anlagen Planung von Verbesserungen an Anlagen Erstellung von Arbeits- und Betriebsanweisungen	Gültigkeit von Normen, Maschinenrichtlinien und Schutzmaßnahmen
HINWEISE:			

**4.3.12 Lernfeld 10: Mechanische Bauteile wirtschaftlich fertigen [100h-140h]**

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF10: MECHANISCHE BAUTEILE WIRTSCHAFTLICH FERTIGEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... planen die Fertigung von Bauteilen bzw. analysieren Bauteile hinsichtlich ihrer fertigungs- und montagegerechten Gestaltung.	Systematik der Fertigungsverfahren nach DIN 8580 Technologie von spanenden, ur- und umformenden Fertigungsverfahren Fertigungsgerechtes Gestalten von Bauteilen	Analyse von Konstruktionen hinsichtlich der Möglichkeiten und Besonderheit der möglichen Fertigungsverfahren Berücksichtigung sinnvoller Fertigungsverfahren im Konstruktionsprozess	Gestaltung von Bauteilen
... planen die Herstellung von Bauteilen mit Hilfe aktueller Techniken wie z. B. additive Fertigungsverfahren, CAD/CAM-Kopplung, lasergestützte Verfahren, Wasserstrahlschneiden.	Additive Fertigungsverfahren CAD/CAM-Kopplung CNC-Technik	Umsetzung eines Fertigungsauftrages Bereitstellung von Fertigungsdokumenten Erstellung von Fertigungsunterlagen	Möglichkeiten und Grenzen additiver Fertigungsverfahren
... wenden Werkzeuge und Methoden der Qualitätssicherung an.	Methoden und Werkzeuge der QS (z. B. Prüf- und Auswertungsmethoden)	Prüfplanung/Festlegung geeigneter Mess- und Auswertungsverfahren	
HINWEISE:			

**4.3.13 Lernfeld 11: Konstruktion im betriebswirtschaftlichen Kontext [80h-120h]**

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF 11: KONSTRUKTION IM BETRIEBLICHEN UMFELD ORGANISIEREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... beschreiben die Organisation von Unternehmen.	Unternehmensstruktur (Entwicklung, Konstruktion, Vertrieb, Qualitätssicherung, Vorrichtungsbau, Produktion, Fertigung)	Beschreibung der Aufgaben und Pflichten zwischen den Abteilungen Erarbeitung der Konsequenzen für die Abteilungen beim Konstruieren (z. B. Fertigungsmöglichkeiten, Wertschöpfung, Logistik von Betriebsmitteln und Waren)	Organisationsplan Kommunikationsmatrix
... kalkulieren mit der innerbetrieblichen Kostenrechnung.	Kosten (-funktion) Erlös (-funktion) Gewinn (-funktion) Nutzenschwelle/Nutzengrenze Zuschlagszahlung	Kostenkalkulation einer Konstruktionsänderung Berechnung optimaler Produktionsmengen	Kostenfunktion
... planen mit Hilfe des Projektmanagements Einflüsse von Konstruktionsänderungen.	Terminierung Kapazitätsplanung Ressourcenplanung Risikomanagement	Durchführung von Konstruktionsänderung Erstellung eines Termin- und Produktionsplanes	Theorie der Projektplanung
... führen Änderungsprozesse durch.	Produktdatenbanken Projektplanung	Nachverfolgung und Dokumentation der Änderungsprozesse	
HINWEISE:			

## 5 Handhabung des Lehrplans

Die in Kapitel 3 theoretisch begründete strukturell-curriculare Rahmung impliziert einen anspruchsvollen kompetenzorientierten Unterricht. Um die darin gesetzten Vorgaben unterrichtswirksam zu machen, gilt es folgende Prämissen zu berücksichtigen:

- Moderner Fachschulunterricht ist *lernerorientiert*, d. h., dass alle zu planenden Unterrichtsprozesse sich primär an Lernprozessen ausrichten sollen, nicht an Lehrprozessen. Lernprozesse sollen einer kasuistisch-operativen Umsetzungslogik (handlungssystematisch) folgen, die von einer theoretisch-abstrakten Objektivierungslogik (fachsystematisch) ergänzt wird.
- Die Zielbildung in den Querschnitt-Lernfeldern erfolgt als Explikation der Lehrplan-Inhalte durch die *Beschreibung von Wissens- und Fertigungszielen*. Ihr Umfang und Anspruch bemisst sich aus deren jeweiliger Bedeutung für die korrespondierenden fachlich-methodischen Kompetenzen.
- Im Rahmen der beruflichen Lernfelder ist die Explikation von *beruflichen Handlungen* der curriculare Ausgangspunkt der Unterrichtsplanung. Damit wird von Anfang an geklärt, welches Wissen in welchen Handlungszusammenhängen von den Studierenden erworben werden soll. Die im Lehrplan vollzogene Beschreibung der Kompetenzen auf einem mittleren Niveau gilt es dabei in der konkreten Unterrichtskonzeption adäquat zu den jeweils vorliegenden Rahmenbedingungen und im jeweils aktuellen technisch-produktiven, gestalterischen oder betriebswirtschaftlichen Kontext zu konkretisieren.
- Die genaue Zusammenstellung eines unterrichtsrelevanten Gebildes aus Kompetenzen erfolgt über einen einschlägigen *Berufskontext*, welcher dann auch als übergreifende Lernsituation den Gesamtrahmen der jeweiligen Unterrichtseinheit bildet.
- Kompetenzerwerb setzt *Verständnisprozesse* voraus, welche durch eine *Problemorientierung* des Unterrichts ausgelöst werden. Je anspruchsvoller die Problemstellungen, desto höher das zu erreichende Kompetenz-Niveau.
- Kompetenzen im Sinne eines verstandenen Handelns erfordern einschlägiges Sach- und Prozesswissen mit entsprechendem Reflexionswissen mit unmittelbarem Bezug zu dessen *berufsspezifischer Nutzung*, daher soll sich der Kompetenzerwerb in *sinnvollen* Abschnitten zwischen kasuistisch-operativen Phasen (handlungssystematisch) und theoretisch-abstrakten Phasen (fachsystematisch) *wechselseitig ergänzen*.
- *Fachsystematische Lernprozesse* gehen von den Fachwissenschaften aus, beinhalten deren Systematiken und bilden damit ein anwendungsübergreifendes Gerüst für das berufliche Handeln. Sie sind zudem der Raum für die Auseinandersetzung mit den mathematisch-naturwissenschaftlichen bzw. gestalterischen Hintergründen. Lern-Reflexionen beziehen sich hier auf die Kategorien „Wissen“ (kognitive Reproduktion) und „Verstehen“ (kognitive Anwendung).
- *Handlungssystematische Lernprozesse* gehen von beruflichen Prozessen aus, beinhalten deren Eigenlogik und bilden damit anwendungsbezogene Ankerpunkte für das berufliche Handeln. Lernreflexionen beziehen sich hier auf die Kategorie „Können“ (operative Anwendung).
- *Lernerfolgsmessung* kann sich im Einzelnen auf „Wissen“, „Verständnis“ oder „Können“ beziehen, der Anspruch einer Kompetenzdiagnostik kann aber nur dann erfüllt werden, wenn alle drei oben genannten Komponenten *integrativ erhoben* werden, und mit den Zielkategorien *taxiert* werden.
- Der Erwerb sozial-kommunikativer Kompetenzen erfordert *kollektive Lernformen*, wird aber nicht allein durch diese gewährleistet. Entscheidend ist hier ein bewusster und re-



flektierter Kompetenzerwerb, daher sind sozial-kommunikative Kompetenz-Ziele den Studierenden zu kommunizieren, deren Erwerb zu thematisieren und zu reflektieren.

- Der Erwerb von Personalkompetenzen (bzw. Selbstkompetenzen) erfordert die Akzentuierung motivationaler, affektiver und strategisch-organisationaler Auseinandersetzungen der Studierenden mit sich und ihrem Lernen. Fachschulunterricht sollte daher das *Lernen als eigenständigen Lerngegenstand* begreifen und dies pädagogisch und methodisch angemessen umsetzen.

ENTWURF

## 6 Literaturverzeichnis

- Bader, R. (2004): Strategien zur Umsetzung des Lernfeld-Konzepts. In: bwp@ spezial 1
- BIFIE (Hrsg.). (2013). Standardisierte kompetenzorientierte Reifeprüfung. Reife- und Diplomprüfung. Grundlagen – Entwicklung – Implementierung. Unter Mitarbeit von H. Cesnik, S. Dahm, C. Dorninger, E. Dousset-Ortner, K. Eberharter, R. Fless-Klinger, M. Frebort, G. Friedl-Lucyshyn, D. Frötscher, R. Gleeson, A. Pinter, F. J., Punter, S. Reif-Breitwieser, E. Sattlberger, F. Schaffenrath, G. Sigott, H.-S. Siller, P. Simon, C. Spöttl, J. Steinfeld, E. Süß-Stepancik, I. Thelen-Schaefer & B. Zisser. Wien: Herausgeber.
- Chomsky, N. (1965). Aspects of the theory of syntax. Cambridge, Mass: M.I.T. Press.
- Erpenbeck, J. / Rosenstiel, L. / Grote S. / Sauter W. (2017): Handbuch Kompetenzmessung: Erkennen, verstehen und bewerten von Kompetenzen in der betrieblichen, pädagogischen und psychologischen Praxis. Stuttgart, Schäfer & Pöschel
- Euler, D. / Reemtsma-Theis, M. (1999): Sozialkompetenzen? Über die Klärung einer didaktischen Zielkategorie. In: Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik, Heft 2, S. 168 - 198.
- Klafki, W. (1964): Didaktische Analyse als Kern der Unterrichtsvorbereitung in: Roth, H. / Blumenthal, A. (Hrsg.): Grundlegende Aufsätze aus der Zeitschrift Die Deutsche Schule, Hannover 1964, S. 5 - 34.
- Lerch, S. (2013): Selbstkompetenz – eine neue Kategorie zur eigens gesollten Optimierung? Theoretische Analyse und empirische Befunde. In: REPORT 1/2013 (36. Jg.) S. 25 - 34.
- Mandl, H. / Friedrich H.F. (Hrsg.) (2005): Handbuch Lernstrategien. Göttingen, Hogrefe.
- Pittich, D. (2013). Diagnostik fachlich-methodischer Kompetenzen. Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag
- Siller, H.-S., Bruder, R., Hascher, T., Linnemann, T., Steinfeld, J., & Sattlberger, E. (2014). Stufung mathematischer Kompetenzen am Ende der Sekundarstufe II – eine Konkretisierung. In J. Roth & J. Ames (Hrsg.), Beiträge zum Mathematikunterricht 2014, Münster: WTM, S. 1135 - 1138.
- Tenberg, R. (2011): Vermittlung fachlicher und überfachlicher Kompetenzen in technischen Berufen. Theorie und Praxis der Technikdidaktik. Stuttgart: Steiner
- Volpert, W. (1980): Beiträge zur psychologischen Handlungstheorie. Bern: Huber.



# Lehrplan

## Zweijährige Fachschule für Technik

### FACHRICHTUNG MASCHINENTECHNIK

### SCHWERPUNKT MASCHINENBAU

ENTWURF

Impressum

Hessisches Kultusministerium  
Luisenplatz 10, 65185 Wiesbaden  
Tel.: 0611 368-0  
Fax: 0611 368-2096

E-Mail: [poststelle@hkm.hessen.de](mailto:poststelle@hkm.hessen.de)  
Internet: [www.kultusministerium.hessen.de](http://www.kultusministerium.hessen.de)

**Inhaltsverzeichnis**

1	Bedeutung der Fachschule für Technik in der Bildungslandschaft.....	4
2	Grundlegung für die Fachrichtung Maschinentechnik .....	5
3	Theoretische Grundlagen des Lehrplans .....	9
3.1	Sozial-kommunikative Kompetenzen .....	9
3.2	Personale Kompetenzen .....	9
3.3	Fachlich-methodische Kompetenzen .....	10
3.4	Zielkategorien.....	11
3.4.1	Beruflich akzentuierte Zielkategorien.....	12
3.4.2	Mathematisch akzentuierte Zielkategorien .....	14
3.5	Taxierung der Kompetenzen in drei Stufen .....	14
3.5.1	Taxonomietabelle für beruflich akzentuierte Zielkategorien.....	16
3.5.2	Taxonomietabelle für mathematisch akzentuierte Zielkategorien .....	17
3.6	Zusammenfassung.....	18
4	Organisation der Kompetenzen und Kenntnisse .....	19
4.1	Lernfelder .....	19
4.2	Studentafel .....	20
4.3	Beruflicher Lernbereich .....	22
4.3.1	Mathematik (Querschnitt-Lernfeld) .....	22
4.3.2	Projektarbeit .....	24
4.3.3	Lernfeld 1: Projekte mittels systematischen Projektmanagements zum Erfolg führen .....	25
4.3.4	Lernfeld 2: Die Qualität von Prozessen, Anlagen und Produkten planen und sichern .....	27
4.3.5	Lernfeld 3 (Querschnitt-Lernfeld): Prozesse, Anlagen und Produkte nach naturwissenschaftlichen Aspekten analysieren und bewerten.....	30
4.3.6	Lernfeld 4: Bauteile und Baugruppen unter mechanischen Aspekten entwerfen und auslegen .....	32
4.3.7	Lernfeld 5: Bauteile und Baugruppen mit CAx Methoden modellieren, darstellen und realisieren .....	34
4.3.8	Lernfeld 6: Bauteile und Baugruppen nach technologischen Aspekten analysieren und bearbeiten .....	36
4.3.9	Lernfeld 7: Antriebe, Aktoren und Sensoren in Maschinen und Anlagen integrieren .....	38
4.3.10	Lernfeld 8: Technische Systeme automatisieren .....	40
4.3.11	Lernfeld 9: Baueinheiten und Produkte entwickeln und konstruieren .....	42
4.3.12	Lernfeld 10: Fertigungsverfahren analysieren, planen und optimieren .....	45
4.3.13	Lernfeld 11: Produktion organisieren und optimieren .....	46
5	Handhabung des Lehrplans .....	49
6	Literaturverzeichnis .....	51

## 1 Bedeutung der Fachschule für Technik in der Bildungslandschaft

Die Fachschulen sind Einrichtungen der beruflichen Weiterbildung und schließen an eine einschlägige berufliche Ausbildung an. Sie bieten die Möglichkeit zu beruflicher Weiterqualifizierung aus der Praxis für die Praxis und ermöglichen dabei das Erreichen der höchsten Qualifizierungsebene in der beruflichen Bildung.<sup>1</sup>

In der Rahmenvereinbarung der Kultusministerkonferenz zu Fachschulen wird zu Ausbildungsziel, Tätigkeitsbereichen und Qualifikationsprofil das Folgende festgestellt:

„Ziel der Ausbildung im Fachbereich Technik ist es, Fachkräfte mit einschlägiger Berufsausbildung und Berufserfahrung für die Lösung technisch-naturwissenschaftlicher Problemstellungen, für Führungsaufgaben im betrieblichen Management auf der mittleren Führungsebene sowie für die unternehmerische Selbstständigkeit zu qualifizieren.

Die Ausbildung orientiert sich an den Erfordernissen der beruflichen Praxis und befähigt die Absolventinnen/Absolventen, den technologischen Wandel zu bewältigen und die sich daraus ergebenden Entwicklungen der Wirtschaft mitzugestalten.

Der Umsetzung neuer Technologien – verbunden mit der Fähigkeit kostenbewusst zu handeln und Fremdsprachenkenntnisse anzuwenden – wird deshalb auf der Basis des fachrichtungsspezifischen Vertiefungswissens in der Ausbildung besonderer Wert beigemessen. Der Fähigkeit, Mitarbeiter/Mitarbeiterinnen anzuleiten, zu führen, zu motivieren und zu beurteilen – sowie der Fähigkeit zur Teamarbeit – kommen im Zusammenhang mit den speziellen fachlichen Kompetenzen große Bedeutung zu.

Die Absolventinnen/Absolventen müssen vor diesem Hintergrund in der Lage sein, im Team und selbstständig Probleme des entsprechenden Aufgabenbereiches zu erkennen, zu analysieren, zu strukturieren, zu beurteilen und Wege zur Lösung dieser Probleme in wechselnden Situationen zu finden.“<sup>2</sup>

Die Studierenden sollen in der beruflichen Aufstiegsfortbildung zum staatlich geprüften Techniker / zur staatlich geprüften Technikerin befähigt werden, betriebswirtschaftliche, technisch-naturwissenschaftliche sowie künstlerische Aufgaben zu bewältigen.

Die Fachschulen orientieren sich dabei nicht an Studiengängen, sondern am Stand der Technik sowie ihrer praktischen Anwendung und genießen dadurch einen hohen Stellenwert in der Erwachsenenbildung.

Die Studierenden erlernen und vertiefen in der Weiterbildung das selbständige Erkennen, Strukturieren, Analysieren und Beurteilen von Problemen des Berufsbereiches und deren Lösung. Sie lernen, Projekte mittels systematischen Projektmanagements zum Erfolg zu führen

---

<sup>1</sup>DQR Niveau 6

<sup>2</sup>Rahmenvereinbarung über Fachschulen; Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 07.11.2002 i.d.F. vom 02.06.2016 S.16

Dabei liegt ein besonderes Augenmerk auf der Förderung des wirtschaftlichen Denkens und verantwortlichen Handelns in Führungspositionen und der damit verbundenen Fähigkeit zu konstruktiver Kritik und der Bewältigung von Konflikten.

Nicht zuletzt vertiefen die Studierenden ihre Fähigkeiten, sprachlich sicher zu agieren, um in allen Kontexten des beruflichen Handelns bestehen zu können.

Die rasante Entwicklung digitaler Technologien und die damit einhergehenden, tiefgreifenden Veränderungen in der Wirtschaft, in Arbeitsprozessen und im Kommunikationsverhalten stellen auch neue Anforderungen an Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen. So ist auch der Tätigkeitsbereich der Techniker und Technikerinnen in vielen Bereichen durch zusätzliche Merkmale betroffen:

- Vernetzung der Infrastruktur sowie der gesamten Wertschöpfungskette,
- Erfassung, Transport, Speicherung und Auswertung großer Datenmengen,
- Echtzeitfähigkeit der Systeme,
- cyber-physische Systeme – intelligente, kommunikationsfähige und autonome Maschinen und Systeme,
- Verschmelzung von virtueller und realer Welt,
- Gewährleistung von Datensicherheit und Datenschutz.

Somit muss die klassische Trennung in prozess- und produktorientierte berufsspezifische Handlungsfelder zugunsten eines die Schnittstellen vernetzenden, stärker systemorientierten und unternehmerischen Handlungskontextes aufgelöst werden.<sup>3</sup>

Der Erwerb der dazu benötigten Kompetenzen muss, auch wenn sie in den Lernfeldmatrizen nicht explizit aufgeführt sein sollten, durch die unterrichtliche Umsetzung in den Fachschulen für Technik ermöglicht werden.

## 2 Grundlegung für die Fachrichtung Maschinentechnik

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker der Fachrichtung Maschinentechnik werden mit vielfältigen technischen, organisatorischen und wirtschaftlichen Aufgaben betraut und z. B. bei der Planung, Projektierung, Konstruktion, im Versuch, in der Auftragsabwicklung, in der Produktion von Maschinen und anderer mittels Maschinen- und Apparatechnik erzeugter Produkte, in der Instandhaltung und im Service eingesetzt. Gegenüber dem Ingenieur grenzt die Technikerin / der Techniker sich durch die verstärkte Praxisbezogenheit seiner schulischen und betrieblichen Vor- und Ausbildung ab.

Im Rahmen der betrieblichen Tätigkeitsbereiche führt die staatlich geprüfte Technikerin / der staatlich geprüfte Techniker der Fachrichtung Maschinentechnik folgende typische Tätigkeiten unter Beachtung vorgegebener Regeln, Normen und Vorschriften aus:

- Methoden der Ideenfindung und Kreativitätstechniken anwenden,
- Methoden der Projektplanung, -durchführung und des Projektcontrollings anwenden,

---

<sup>3</sup> Kompetenzorientiertes Qualifikationsprofil zur Integration der Thematik „Industrie 4.0“ in die Ausbildung an Fachschulen für Technik (Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 24.11.2017)

- nationale sowie internationale wirtschaftliche und ökologische Rahmenbedingungen und Besonderheiten analysieren und umsetzen,
- nationale sowie internationale Rechtsvorschriften und Normwerke für die Bewältigung technischer und betrieblicher Aufgaben analysieren und umsetzen,
- Lösungsstrategien entwickeln, Lösungsverfahren auswählen,
- Planungs- und Arbeitsschritte dokumentieren,
- Arbeitsanweisungen und Betriebsanleitungen erstellen,
- mathematische, natur- und technikwissenschaftliche Erkenntnisse und Methoden anwenden,
- Teilprozesse in Gesamtabläufe integrieren,
- Lösungen technisch und wirtschaftlich beurteilen,
- Technik sowohl human-, sozial- und umweltverträglich gestalten,
- Qualitätsmanagement realisieren,
- Arbeitsplätze und Arbeitsorganisation gestalten,
- Betriebsmittel, Vorrichtungen, Werkzeuge, Maschinen, Geräte und Anlagen konzipieren, entwerfen, projektieren, detaillieren,
- Maschinen, Geräte und Apparate auswählen, in Betrieb nehmen, instand halten,
- automatisierte Systeme zum Fertigen, Prüfen, Montieren, Transportieren, Lagern planen, entwickeln und verknüpfen,
- automatisierte Systeme zum Fertigen, Produzieren, Prüfen, Montieren, Transportieren, Lagern, in Betrieb nehmen, warten, inspizieren, instand setzen, Arbeitsplanungen durchführen, Fertigungsprozesse organisieren,
- mengen- und termingerechte Planung, Steuerung und Überwachung der Produktions- bzw. Fertigungsabläufe, des Material- und Maschineneinsatzes und der Lager-, Auftrags- und Bestellbestände durchführen,
- Kostenrechnungen durchführen,
- in der Normenüberwachung und Werksnormerstellung mitarbeiten,
- Versuche planen und durchführen,
- beraten und verkaufen,
- ausbilden und schulen.

Die Breite der Verantwortung reicht von der Erledigung definiert vorgegebener Aufträge, der Mitwirkung bei der Abwicklung bis zur selbstständigen Planung und Durchführung von Projekten. Um diesen Verantwortungsrahmen auszufüllen, sollen staatlich geprüfte Technikerinnen und Techniker

- Probleme analysieren, strukturieren und lösen,
- Informationen selbstständig beschaffen, auswerten und strukturieren,
- fähig sein, im Team zu arbeiten, aber auch Führungsaufgaben zu übernehmen,
- sich in einer Fremdsprache berufsbezogen zu informieren und zu kommunizieren,
- sich weiterbilden.

Die unterschiedlichen Einsatzgebiete der staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker der Fachrichtung Maschinentechnik erfordern eine Differenzierung der Weiterbildung in die Schwerpunkte:

- Automatisierungstechnik
- Konstruktion und Entwicklung
- Maschinenbau
- Produktions- und Qualitätsmanagement



- Verfahrens- und Umwelttechnik
- Technische Betriebswirtschaft

Die Zielsetzung der einzelnen Schwerpunkte der beruflichen Weiterbildung sind:

### **Automatisierungstechnik**

Maschinen und Anlagen werden mit komplexen Automatisierungssystemen ausgestattet. Dabei muss der zunehmenden Digitalisierung Rechnung getragen werden. Zum Beispiel kommunizieren Sensoren, Aktoren und Antriebssysteme über Feldbussysteme mit einer zentralen Steuereinheit (Automatisierungsgerät), die wiederum häufig mittels eines Netzwerkes mit weiteren dezentralen Peripheriegeräten (z. B. **Human Machine Interface**) sowie übergeordneten Leitrechnern verbunden ist. Die Studierenden werden für die Projektierung und Inbetriebnahme dieser komplexen Automatisierungssysteme qualifiziert. Im Zusammenhang mit den erworbenen Qualifikationen in der Fertigungstechnik und der Produktionsorganisation werden die Studierenden dieses Schwerpunktes für eine qualifizierte Implementierung von Automatisierungssystemen in Maschinen und Anlagen weitergebildet.

### **Konstruktion und Entwicklung**

Im Schwerpunkt Konstruktion und Entwicklung findet, neben den Inhalten aus dem allgemeinen Maschinenbau, eine Vertiefung der konstruktiven Einflussgrößen in den technischen Abteilungen von Unternehmen unter kapazitäts-, fertigungs- und kostenrelevanten Aspekten statt.

### **Maschinenbau**

Der Schwerpunkt Maschinenbau verknüpft interdisziplinär die Wissensbereiche und beruflichen Kompetenzen aus den verschiedenen Schwerpunkten der Maschinenteknik mit den klassischen Naturwissenschaften und der Mathematik. Dazu zählen Aufgabenstellungen, die sich insbesondere mit der Konstruktion und Entwicklung, der Fertigung von Bauteilen, Baugruppen und Produkten sowie der Automatisierung befassen. Dabei sind Qualitätsvorgaben ebenso zu berücksichtigen wie ökonomische und ökologische Aspekte.

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker des Schwerpunkts Maschinenbau können aufgrund Ihrer vielseitigen Ausbildung in vielfältigen technischen, organisatorischen und wirtschaftlichen Aufgabenbereichen eingesetzt werden, z. B. in der Planung, Projektierung, Konstruktion, Qualitätssicherung und im Versuchsbereich.

### **Produktions- und Qualitätsmanagement**

Technikerinnen und Techniker mit Weiterbildungsschwerpunkt Produktions- und Qualitätsmanagement übernehmen vorzugsweise verantwortliche Tätigkeiten im Produktionsumfeld der Industrie. Damit haben sie eine große Bedeutung für die vorwiegend industriell geprägte Volkswirtschaft Deutschlands.

Insbesondere werden die produktionsbezogenen Bereiche gezielt ausgebildet:

- Qualitätsmanagement und Qualitätssteuerung,

**Maschinenbau****Fachschule für Technik**

- Planen und Steuern von Produktionsabläufen,
- Ermittlung von Daten, Kosten und Zeiten,
- Optimierung bestehender Produktionssysteme,
- Beschaffung und Entwicklung von Werkzeugen und Vorrichtungen,
- Gestaltung von Arbeitssystemen und Arbeitsplätzen.

In den aufgezählten Tätigkeitsfeldern übernehmen sie eigenverantwortliche Aufgaben im mittleren Management. Ihre Qualifikation in diesen Bereichen ist vergleichbar mit der von Ingenieuren und Ingenieurinnen.

**Verfahrens- und Umwelttechnik**

Die Verfahren- und Umwelttechnik ist die Technik von Stoffumwandlungsprozessen. In ihr führen sogenannte Unit-Operations zu Änderung von Stoffeigenschaften.

Da umwelttechnische Prozesse im Wesentlichen auch Stoffumwandlungsprozesse sind, stellt die Synthese beider Disziplinen eine natürliche Vereinigung dar. Um diese Prozesse zu planen und vorherzusagen, sind vertiefte Kenntnisse der chemischen- und physikalischen Abläufe der jeweiligen Operation notwendig. Die Umsetzung der Abläufe erfolgt durch ausgewählte Maschinen und Apparate. Diese Maschinen und Apparate müssen dimensioniert und konstruiert werden. Dieses geschieht u.a. unter wirtschaftlichen und ökologischen Gesichtspunkten. Die Weiterbildung zum Verfahrens- und Umwelttechniker berücksichtigt den weiterhin zunehmenden Automatisierungsgrad der verfahrenstechnischen Anlagen.

In den aufgezählten Tätigkeitsfeldern übernehmen die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker eigenverantwortliche Aufgaben im mittleren Management. Ihre Qualifikationen in diesen Bereichen sind vergleichbar mit der von Ingenieuren und Ingenieurinnen.

**Technische Betriebswirtschaft**

Der große Anteil betriebswirtschaftlicher Problemstellungen innerhalb der Arbeitswelt stellt erhöhte Anforderungen an die Beschäftigten in der Industrie. Neue Organisationsformen und Managementtechniken bestimmen den betrieblichen Alltag und die Ausgestaltung von Geschäftsprozessen. Im Zentrum steht die Kundenorientierung, die die Wettbewerbsfähigkeit nachhaltig sichert. Das Unternehmen ist bestrebt, aus dem Zielkonflikt zwischen Qualität, Kosten und Termin die Ausprägung zu finden, die den Bedürfnissen der Kunden am besten entspricht. Hierfür sind neben technischen auch betriebswirtschaftliche Kompetenzen notwendig, um langfristig einen Markterfolg zu erzielen.

Im Rahmen des Studiums werden die unternehmerischen Kompetenzen in Lernfeldern abgebildet, die sowohl technische als auch betriebswirtschaftliche berufliche Handlungen umfassen. Die Studierenden projektieren und entwickeln folglich technische Systeme und Anlagen und nehmen sie in Betrieb. Ferner planen, steuern und optimieren sie Absatz-, Beschaffungs- und Leistungserstellungsprozesse. Außerdem gestalten sie die Unternehmenskultur mit und setzen diese personalwirtschaftlich um. Darüber hinaus bereiten die Technikerinnen und Techniker Investitionen vor und stellen deren Finanzierung sicher. Sie erfassen und überwachen die daraus entstehenden Wertströme zur Kostenkontrolle und Preisgestaltung.

### 3 Theoretische Grundlagen des Lehrplans

Der vorliegende Lehrplan für Fachschulen in Hessen orientiert sich am aktuellen Anspruch beruflicher Bildung, Menschen auf Basis eines umfassenden Verständnisses handlungsfähig zu machen, also ihnen nicht alleine Wissen oder Qualifikationen, sondern Kompetenzen zu vermitteln. Eine im deutschsprachigen Raum anerkannte Grunddefinition von Kompetenz basiert auf dem US-amerikanischen Sprachwissenschaftler NOAM CHOMSKY, der diese als *Disposition zu einem eigenständigen, variablen Handeln* beschreibt (CHOMSKY, 1965). Das Kompetenzmodell von JOHN ERPENBECK und LUTZ VON ROSENSTIEL präzisiert dieses Basiskonzept, indem es sozial-kommunikative, personale und fachlich-methodische Kompetenzen unterscheidet (ERPENBECK, ROSENSTIEL, GROTE, SAUTER, 2017, S. XXI ff).

#### 3.1 Sozial-kommunikative Kompetenzen

Sozial-kommunikative Kompetenzen sind Dispositionen, kommunikativ und kooperativ selbstorganisiert zu handeln, d. h. sich mit anderen kreativ auseinander- und zusammensetzen, sich gruppen- und beziehungsorientiert zu verhalten, und neue Pläne, Aufgaben und Ziele zu entwickeln.

Diese werden im Kontext beruflichen Handelns nach EULER & REEMTSMA-THEIS (1999) konkretisiert und differenziert in einen (a) agentiven Schwerpunkt, einen (b) reflexiven Schwerpunkt und (c) deren Integration:

Zu (a): Fähigkeit zur Artikulation und Interpretation von verbalen und nonverbalen Äußerungen auf der Sach-, Beziehungs-, Selbstkundgabe- und Absichtsebene und Fähigkeit zur Artikulation und Interpretation von verbalen und nonverbalen Äußerungen im Rahmen einer Meta-Kommunikation auf der Sach-, Beziehungs-, Selbstkundgabe- und Absichtsebene.

Zu (b): Fähigkeit zur Klärung der Bedeutung und Ausprägung der situativen Bedingungen, insbesondere von zeitlichen und räumlichen Rahmenbedingungen der Kommunikation, 'Nachwirkungen' aus vorangegangenen Ereignissen, der sozialen Erwartungen an die Gesprächspartner, der Wirkungen aus der Gruppenzusammensetzung (jeweils im Hinblick auf die eigene Person sowie die Kommunikationspartner), Fähigkeit zur Klärung der Bedeutung und Ausprägung der personalen Bedingungen, insbesondere der emotionalen Befindlichkeit (Gefühle) der normativen Ausrichtung (Werte), der Handlungsprioritäten (Ziele), der fachlichen Grundlagen (Wissen), des Selbstkonzepts ('Bild' von der Person), (jeweils im Hinblick auf die eigene Person sowie die Kommunikationspartner), Fähigkeit zur Klärung der Übereinstimmung zwischen den äußeren Erwartungen an ein situationsgerechtes Handeln und den inneren Ansprüchen an ein authentisches Handeln.

Zu (c): Fähigkeit und Sensibilität, Kommunikationsstörungen zu identifizieren, und die Bereitschaft, sich mit ihnen (auch reflexiv) auseinanderzusetzen. Fähigkeit, reflexiv gewonnene Einsichten und Vorhaben in die Kommunikationsgestaltung einbringen und (ggf. unter Zuhilfenahme von Strategien der Handlungskontrolle) umsetzen zu können.

#### 3.2 Personale Kompetenzen

Personale Kompetenzen sind Dispositionen, sich selbst einzuschätzen, produktive Einstellungen, Werthaltungen, Motive und Selbstbilder zu entwickeln, eigene Begabungen, Moti-

vationen, Leistungsvorsätze zu entfalten und sich im Rahmen der Arbeit und außerhalb kreativ zu entwickeln und zu lernen.

LERCH (2013) bezeichnet personale Kompetenzen in Orientierung an aktuellen bildungswissenschaftlichen Konzepten auch als Selbstkompetenzen und unterscheidet dabei motivational-affektive Komponenten wie Selbstmotivation, Lern- und Leistungsbereitschaft, Sorgfalt, Flexibilität, Entscheidungsfähigkeit, Eigeninitiative, Verantwortungsfähigkeit, Zielstrebigkeit, Selbstvertrauen, Selbstständigkeit, Hilfsbereitschaft, Selbstkontrolle und Anstrengungsbereitschaft und strategisch-organisatorische Komponenten wie Selbstmanagement, Selbstorganisation, Zeitmanagement sowie Reflexionsfähigkeit. Hier sind auch sogenannte Lernkompetenzen (MANDL & FRIEDRICH, 2005) als jene personalen Kompetenzen einzuordnen, welche auf die eigenständige Organisation und Regulation des Lernens ausgerichtet sind.

### 3.3 Fachlich-methodische Kompetenzen

Fachlich-methodische Kompetenzen sind Dispositionen einer Person, bei der Lösung von sachlich-gegenständlichen Problemen geistig und physisch selbstorganisiert zu handeln, d. h. mit fachlichen und instrumentellen Kenntnissen, Fertigkeiten und Fähigkeiten kreativ Probleme zu lösen, Wissen sinnorientiert einzuordnen und zu bewerten; das schließt Dispositionen ein, Tätigkeiten, Aufgaben und Lösungen methodisch selbstorganisiert zu gestalten, sowie die Methoden selbst kreativ weiterzuentwickeln.

Fachlich-methodische Kompetenzen sind – im Sinne von ERPENBECK, ROSENSTIEL, GROTE, UND SAUTER (2017, S.XXI ff) – durch die Korrespondenz konkreter Handlungen und spezifischem Wissen beschreibbar. Wenn bekannt ist, was ein Mensch als Folge eines Lernprozesses können soll und auf welcher Wissensbasis dieses Können abgestützt sein soll, um ein eigenständiges und variables Handeln zu ermöglichen, kann sehr gezielt ein Unterricht geplant und gestaltet werden, der solche Kompetenzen integrativ vermittelt und eine Diagnostik entwickelt, mit welcher diese überprüft werden können. Im vorliegenden Lehrplan werden somit fachlich-methodische Kompetenzen als geschlossene Sinneinheiten aus Können und Wissen konkretisiert. Das Können wird dabei in Form einer beruflichen Handlung beschrieben, das Wissen in drei eigenständigen Kategorien auf mittlerem Konkretisierungsniveau spezifiziert: (a) Sachwissen, (b) Prozesswissen und (c) Reflexionswissen (PITTICH, 2013).

Zu (a): Sachwissen umfasst ein *anwendungs- und umsetzungsunabhängiges Wissen* über Dinge, Gegenstände, Geräte, Abläufe, Systeme etc. Es ist Teil fachlicher Systematiken und daher sachlogisch-hierarchisch strukturiert, wird durch assoziierendes Wahrnehmen, Verstehen und Merken erworben und ist damit die *gegenständliche Voraussetzung für ein eigenständiges, selbstreguliertes Handeln*. Beispiele: Aufbau eines Temperatursensors, Bauteile eines Kompaktreglers, Funktion eines Kompaktreglers, Aufbau einer Speicherprogrammierbaren Steuerung, Programmiersprache einer Speicherprogrammierbaren Steuerung, Struktur des Risikomanagement-Prozesses, EFQM-Modell.

Zu (b): Prozesswissen umfasst ein *anwendungs- und umsetzungsabhängiges Wissen* über berufliche Handlungssequenzen. Prozesse können auf drei verschiedenen Ebenen stattfinden, daher hat Prozesswissen entweder eine Produktdimension (Handhabung von Werkzeug, Material etc.), eine Aufgabendimension (Aufgaben-Typus, -Abfolgen etc.) oder eine Organisationsdimension (Geschäftsprozesse, Kreisläufe etc.). Prozesswissen ist immer Teil handlungsbezogener Systematiken und daher prozesslogisch-multizyklisch struk-

turiert, wird durch zielgerichtetes und feedback-gesteuertes Tun erworben und ist damit *funktionale Voraussetzung für ein eigenständiges, selbstreguliertes Handeln*. Beispiele: Kalibrierung eines Temperatursensors, Bedienung eines Kompaktreglers, Umgang mit der Programmierumgebung einer speicherprogrammierbaren Steuerung, Umsetzung des Risikomanagements, Handhabung einer EFQM-Zertifizierung.

Zu (c): Reflexionswissen umfasst ein *anwendungs- und umsetzungsunabhängiges Wissen*, welches hinter dem zugeordneten Sach- und Prozesswissen steht. Als konzeptuelles Wissen bildet es die theoretische Basis für das vorgeordnete Sach- und Prozesswissen und steht damit diesen gegenüber auf einer Meta-Ebene. Mit dem Reflexionswissen steht und fällt der Anspruch einer Kompetenz (und deren Erwerb). Seine Bestimmung erfolgt im Hinblick auf a) das unmittelbare Verständnis des Sach- und Prozesswissens (Erklärungsfunktion), b) die breitere wissenschaftliche Abstützung des Sach- und Prozesswissens (Fundierungsfunktion), c) die Relativierung des Sach- und Prozesswissens im Hinblick auf dessen berufliche Flexibilisierung und Dynamisierung (Transferfunktion). Umfang und Tiefe des Reflexionswissens werden ausschließlich so bestimmt, dass diesen drei Funktionen Rechnung getragen wird.

In der Trias dieser drei Wissenskategorien besteht ein bedeutsamer Zusammenhang: Das Sachwissen muss am Prozesswissen anschließen und umgekehrt, das Reflexionswissen muss sich auf die Hintergründe des Sach- und Prozesswissens eingrenzen. D. h., dass die hier anzuführenden Wissensbestandteile nur dann kompetenzrelevant sind, wenn sie innerhalb des hier eingrenzenden Handlungsrahmens liegen. Eine Teilkompetenz ist somit das Aggregat aus einer beruflichen Handlung und dem damit korrespondierenden Wissen:

Teilkompetenz			
Berufliche Handlung	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen

Innerhalb der einzelnen Lernfelder sind die einbezogenen Teilkompetenzen nicht zufällig angeordnet, gegenteilig folgen sie einem generativen Ansatz. D. h., dass die jeweils nachfolgende Teilkompetenz den Erwerb der vorausgehenden voraussetzt. Somit gelten innerhalb eines Lernfeldes alle Wissensaspekte, die in den vorausgehenden Teilkompetenzen konkretisiert wurden. Damit wird der Tatsache Rechnung getragen, dass Kompetenzen in einer sachlogischen Abfolge aufgebaut werden, dabei aber vermieden, dass innerhalb der Wissenszuordnungen der Teilkompetenzen nach unten zunehmend Redundanzen dargestellt werden.

### 3.4 Zielkategorien

Alle im Lehrplan aufgeführten Ziele lassen sich den folgenden Kategorien zuordnen:

1. Beruflich akzentuierte Zielkategorien: Kommunizieren & Kooperieren, Darstellen & Visualisieren, Informieren & Strukturieren, Planen & Projektieren, Entwerfen & Entwickeln, Realisieren & Betreiben und Evaluieren & Optimieren.
2. Mathematisch akzentuierte Zielkategorien: Operieren, Modellieren und Argumentieren.

Diese Kategorisierung soll in beruflicher Ausrichtung den Lehrplan mit dem Konzept der vollständigen Handlung (VOLPERT, 1980) hinterlegen, in mathematischer Ausrichtung mit dem O-M-A-Konzept (SILLER ET AL. 2014). Damit wird zum einen eine theoretisch abgestützte Differenzierung der vielfältigen Ziele beruflicher Lehrpläne erreicht, zum anderen die strukturelle Basis für eine nachvollziehbare und handhabbare Taxierung hergestellt.

### 3.4.1 Beruflich akzentuierte Zielkategorien

#### **Kommunizieren und Kooperieren**

Zum Kommunizieren gehören die schriftliche und mündliche Darlegung technischer, gestalterischer und betriebswirtschaftlicher Sachverhalte sowie die Führung einer Diskussion oder eines Diskurses über Problemstellungen unter Nutzung der erforderlichen Fachsprache. Das Spektrum der Zielkategorie reicht von einfachen Erläuterungen über fachlich fundierte Argumentation bis hin zur fachlichen Bewertung und Begründung technischer bzw. gestalterischer Zusammenhänge und Entscheidungen. Dabei sind die Sachverhalte und Problemstellungen inhaltlich klar, logisch strukturiert und anschaulich aufzubereiten. Der sachgemäße Gebrauch von Kommunikationsmedien und Kommunikationsplattformen sowie die Kenntnis der Kommunikationswege ermöglichen effektive Teamarbeit. Nicht zuletzt sind in diesem Zusammenhang der angemessene Umgang mit interkulturellen Aspekten sowie fremdsprachliche Kenntnisse erforderlich.

Kooperation ist eine wesentliche Voraussetzung zur Lösung komplexer Problemstellungen. Notwendig für erfolgreiche Kooperation ist Klarheit über die Gesamtzielsetzung, über die Teilziele, über die Schnittstellen und Randbedingungen sowie über die Arbeitsteilung und die Stärken und Schwächen aller Kooperationspartner. Um erfolgreich zu kooperieren, ist es erforderlich, die eigene Person und Leistung als Teil eines Ganzen zu sehen und einem gemeinsamen Ziel unterzuordnen. Auftretende Konflikte müssen respektvoll und sachbezogen gelöst werden.

#### **Darstellen und Visualisieren**

Diese Zielkategorie umfasst das Darstellen und Illustrieren technischer, gestalterischer und betriebswirtschaftlicher Sachverhalte, insbesondere das 'Übersetzen' abstrakter Daten und dynamischer Prozesse in fachgerechte Tabellen, Zeichnungen, Skizzen, Diagramme und weitere grafische Formen sowie beschreibende und erläuternde Texte. Dazu gehört es, geeignete Medien zur Visualisierung zu wählen, Sachverhalte, Problemstellungen und Lösungsvarianten in Dokumenten und Präsentationen darzustellen und zu erläutern. Ferner sind bei der Erstellung von Dokumenten die geltenden Normen und Konventionen zu beachten.

#### **Informieren und Strukturieren**

Das Internet bietet Information in großer Fülle zu vielen technischen, gestalterischen und betriebswirtschaftlichen Sachverhalten. Weitere Informationsquellen sind die wissenschaftliche Literatur und Dokumente aus den Betrieben und der Industrie sowie Experten und Kollegen. Sich umfassend und objektiv zu informieren stellt unter dieser Vielfalt eine grundsätzliche und wichtige Kompetenz dar. Die Studierenden sollen die Fähigkeit erwerben, zu Sachverhalten und Problemstellungen wichtige Informationsquellen zu benennen, sowie die Glaubwürdigkeit und Seriosität dieser Quellen anhand belastbarer Kriterien zu bewerten. Das Spektrum dieser Zielkategorie beinhaltet ferner die korrekte und sachgerechte Verwendung von Zitaten und die Beachtung von Persönlichkeitsrechten. Mit dem Informationserwerb geht die Strukturierung der Informationen durch zielgerechtes Auswählen, Zusammenfassen und Aufbereiten einher.

#### **Planen und Projektieren**

Diese Zielkategorie beinhaltet die wesentlichen Fertigkeiten und Kenntnisse, um komplexere und umfangreichere Aufgaben- oder Problemstellungen inhaltlich wie auch zeitlich zu

strukturieren, mit Qualitätssicherungsmaßnahmen zu belegen und die Kosten und Ressourcen zu kalkulieren und zu bewerten. Im Detail gehören dazu die Fähigkeiten, überprüfbare Kriterien und Planungsziele zu definieren und deren Umsetzung zu planen und zu kontrollieren. Die zeitliche und inhaltliche Gliederung der Aufgaben ist zu Zwecken der Kontrolle und Steuerung, der Kooperation und Visualisierung durch eine begründete Wahl von Projektmethoden und Werkzeugen sicherzustellen.

### **Entwerfen und Entwickeln**

Das Entwerfen ist die zielgerichtete geistige und kreative Vorbereitung eines später zu realisierenden Produktes. Dieses Produkt kann beispielsweise ein Modell, eine Kollektion, eine Vorrichtung, eine Schaltung, eine Baugruppe, ein Steuerungsprogramm oder auch ein Regelkreis sein. Das Ergebnis dieses Prozesses – der Entwurf – wird in Form von Texten, Zeichnungen, Grafiken, (Näh-) Proben, Schnittmustern, Schaltplänen, Modellen oder Berechnungen dokumentiert.

Entwickeln ist die zielgerichtete Konkretisierung eines Entwurfs oder Verbesserung eines bestehenden Produktes oder technischen Systems. Dabei bilden die Studierenden in Schritten stufenweise Detaillösungen zu den Problemstellungen ab. Die Kenntnis über Kreativitätstechniken, Analyse- und Berechnungsmethoden sowie deren fachspezifischen Anwendungen spielen in diesem Entwicklungsprozess eine zentrale Rolle.

### **Realisieren und Betreiben**

Neben dem eigentlichen Umsetzen des Entwurfs (z. B. Prototyp, Nullserie, Testanlage) geht es hier um die Inbetriebnahme, das Einbinden des Produktes in die Produktumgebung, das Messen und Prüfen der realisierten Komponenten und Modelle, die konkrete Fertigung, auch in Form einer Serie, die Integration einer Software in ein System, die Integration von Software und Hardware oder das Testen einer implementierten Software oder eines Verfahrens möglichst unter Realbedingungen. Dabei können auch geeignete Simulationsverfahren zum Einsatz kommen. Gewonnene Erkenntnisse können auf neue Problemstellungen transferiert werden. Damit ein technisches System dauerhaft funktioniert, sind ggf. Instandhaltungsmaßnahmen rechtzeitig, bedarfsgerecht und geplant unter Berücksichtigung der Wirtschaftlichkeit des gesamten Systems durchzuführen.

### **Evaluieren und Optimieren**

Im Interesse der Qualitätssicherung ist ein stetiges Reflektieren, Evaluieren und Optimieren erforderlich. Sowohl bei überschaubaren Arbeitspaketen als auch bei ganzen Projekten ist hinsichtlich der eingesetzten Methoden, Ressourcen, Kosten und erbrachten Ergebnisse zu klären: Was hat sich bewährt, was sollte bei der nächsten Gelegenheit wie verbessert werden (Lessons Learned)?

Die Kenntnis und Anwendung spezieller Methoden der Reflektion und Evaluation mit der dazugehörigen Datenerfassung und Auswertung sind in dieser Zielkategorie essenziell.

Jeder Prozess oder jede Anlage bedarf eines kontinuierlichen Verbesserungsprozesses (KVP). Dafür sind spezielle Kompetenzen notwendig, die die Datenerfassung, die Datenauswertung zur Identifikation von Verbesserungspotential und die Entscheidung für Maßnahmen unter Berücksichtigung von Effektivität und Effizienz ermöglichen.

Zur Bewältigung zukünftiger Herausforderungen im Privaten wie Beruflichen ist es wichtig, sich selbstbestimmt und selbstverantwortlich neuen Lerninhalten und Lernzielen zu stellen. Die Studierenden sollen deshalb unterschiedliche Lerntechniken kennen und anwen-

den sowie über das Reflektieren des eigenen Lernverhaltens in die Lage versetzt werden, ihren Lernprozess aus der Perspektive des lebenslangen Lernens bewusst und selbstständig zu gestalten und zu fördern.

### 3.4.2 Mathematisch akzentuierte Zielkategorien

Den mathematisch akzentuierten Zielkategorien werden die Handlungsdimensionen „Operieren“, „Modellieren“ und „Argumentieren“ (kurz: O-M-A) zu Grunde gelegt, welche sich nach SILLER ET. AL (2014) zum einen an grundlegenden mathematischen Tätigkeiten und zum anderen an den fundamentalen Ideen der Mathematik orientieren.

Die Dimension *Operieren* bezieht sich auf „die Planung sowie die korrekte, sinnvolle und effiziente Durchführung von Rechen- oder Konstruktionsabläufen und schließt z. B. geometrisches Konstruieren oder (...) das Arbeiten mit bzw. in Tabellen und Grafiken mit ein“ (BIFIE, 2013, S. 21).

Die Dimension *Modellieren* ist darauf ausgerichtet „in einem gegebenen Sachverhalt die relevanten mathematischen Beziehungen zu erkennen (...), allenfalls Annahmen zu treffen, Vereinfachungen bzw. Idealisierungen vorzunehmen und Ähnliches“ (BIFIE, 2013, S. 21).

Die Dimension *Argumentieren* fokussiert „eine korrekte und adäquate Verwendung mathematischer Eigenschaften, Beziehungen und Regeln sowie der mathematischen Fachsprache“ (BIFIE, 2013, S. 22).

### 3.5 Taxierung der Kompetenzen in drei Stufen

Die Qualität einer fachlich-methodischen Kompetenz kann nicht anhand einzelner Wissenskomponenten bemessen werden. Entscheidend ist hier vielmehr der Freiheitsgrad des Handlungsraums, in dem sie eingebettet ist. Nicht diejenigen, die hier in einzelnen Facetten das breiteste Wissen nachweisen können, sind die Kompetentesten, sondern diejenigen, deren Handlungsfähigkeit im einschlägigen Kontext am weitesten reicht. Hier lassen sich theoriebasiert drei Handlungsqualitäten unterscheiden:

Qualität 1 (linear-serielle Struktur):

Start und Ziel eindeutig, Umsetzung durch „reflektiertes Abarbeiten“ (Abfolgen).

Qualität 2 (zyklisch-verzweigte Struktur):

Start und Ziel eindeutig, Umsetzung durch das koordinierte Abarbeiten mehrerer Abfolgen und damit zusammenhängenden Auswahlentscheidungen (Algorithmen).

Qualität 3 (mehrschichtige Struktur):

Ziel und Start müssen definiert werden, Umsetzung durch Antizipieren tragfähiger Algorithmen bzw. deren Erprobung und reflektierter Kombination (Heuristiken).

Es ist erkennbar, dass die jeweils höhere Qualität die der vorausgehenden integriert. Handeln auf Ebene des Algorithmus bedingt die Beherrschung der darin zu vollziehenden Abfolgen, Handeln auf Heuristik-Ebene bedingt die Beherrschung der darin zu vollziehenden Algorithmen. Für die Qualität 1 ist daher Reflexionswissen funktional nicht erforderlich, trotzdem ist es für Lernende bedeutsam, da ein Verständnislernen immer interessanter und motivierender ist als ein rein funktionalistisches Lernen. Für Qualität 2 ist moderates Reflexionswissen erforderlich, da hier schon Entscheidungen eigenständig getroffen werden müssen. Mit dem Anspruchsniveau der erforderlichen Entscheidungen steigt der Bedarf an Reflexionswissen. Qualität 3 kann nur umgesetzt werden, wenn über das Reflexi-



onswissen der Stufe 2 hinaus weiteres Reflexionswissen verfügbar ist, welche neben, hinter oder über diesem steht. Um komplexe Probleme zu lösen, sind kognitive Freiheitsgrade erforderlich, die nur mit einem entsprechend tiefen Verständnis der jeweiligen Zusammenhänge erreicht werden können.

Diese Handlungsqualitäten können für den Lehrplan als Kompetenzstufen genutzt werden, denn sie repräsentieren Kompetenz-Unterschiede, welche nicht auf einem Kontinuum darstellbar sind, sondern sich in diskreten Qualitäten ausdrücken. Um die in den Lernfeldern aufgelisteten Kompetenz-Beschreibungen nicht zu überladen, wird im vorliegenden Lehrplan nicht jede einzelne Kompetenz in den drei Niveaustufen konkretisiert. Vielmehr erfolgt dies entlang der beruflichen und mathematischen Zielkategorien.

ENTWURF

## 3.5.1 Taxonomietabelle für beruflich akzentuierte Zielkategorien

Zielkategorien	Stufe I (Abfolge)	Stufe II (Algorithmus)	Stufe III (Heuristik)
<b>Kommunizieren &amp; Kooperieren</b>	Mitteilen und Annehmen von Informationen, koagierend zusammenarbeiten	an konstruktiven, adaptiven Gesprächen teilnehmen, kooperierend zusammenarbeiten	komplexe bzw. konfliktäre Gespräche führen, Kooperationen gestalten und steuern, Konflikte lösen
<b>Darstellen &amp; Visualisieren</b>	Präsentieren von klaren Gegenständlichkeiten, Fakten, Strukturen, Details	Präsentieren von eindeutigen Zusammenhängen und Funktionen mittels geeignet ausgewählter Darstellungsformen	Präsentieren und Dokumentieren komplexer Zusammenhänge und offener Sachverhalte mittels geeigneter Werkzeuge und Methoden
<b>Informieren &amp; Strukturieren</b>	Handhaben von Informationsmaterialien, Finden und Ordnen von Informationen	Finden einschlägiger Informationsmaterialien, Verifizieren, Selektieren und Ordnen von Informationen	Umsetzen offener Informationsbedarfe, von der Quellensuche bis zur strukturierten Information
<b>Planen &amp; Projektieren</b>	Problemstellungen inhaltlich strukturieren und zeitlich gliedern	routinenaher Projekte inhaltlich strukturieren und zeitlich gliedern	komplexe Projekte inhaltlich strukturieren und zeitlich gliedern unter Beachtung verfügbarer Ressourcen
<b>Entwerfen &amp; Entwickeln</b>	Umsetzen einfacher Ideen in Skizzen, Plänen oder konkreten Lösungen	Abgleichen konkurrierender Ideen, Umsetzen in Skizzen, Plänen oder konkreten Lösungen	Integration einzelner Ideen zu einer Gesamtlösung, Umsetzen in Skizzen, Plänen oder konkreten Lösungen
<b>Realisieren &amp; Betreiben</b>	Aktivieren und Kontrollieren serieller Prozesse	Aktivieren und Regulieren zyklischer Prozesse	Abstimmen, Aktivieren und Modulieren mehrschichtiger Prozesse
<b>Evaluieren &amp; Optimieren</b>	Bewerten entlang eines standardisierten Rasters, Umsetzen unmittelbarer Konsequenzen	Bewerten entlang eines offenen Rasters, Herleiten und Umsetzen von adäquaten Konsequenzen	Bewerten in Anwendung eigenständiger Kategorien, Herleiten und Umsetzen von adäquaten Konsequenzen

## 3.5.2 Taxonomietabelle für mathematisch akzentuierte Zielkategorien

Zielkategorien	Stufe I (Abfolge)	Stufe II (Algorithmus)	Stufe III (Heuristik)
<b>mathematisches Operieren</b>	Anwenden eines gegebenen bzw. vertrauten Verfahrens im Sinne eines Abarbeitens bzw. Ausführens	Abarbeiten und Ausführen mehrschrittiger Verfahren ggf. durch Rechneinsatz und Nutzung von Kontrollmöglichkeiten	Erkennen, ob ein bestimmtes Verfahren auf eine gegebene Situation passt, das Verfahren anpassen und ggf. weiterentwickeln
<b>mathematisches Modellieren</b>	Durchführen eines Darstellungswechsels zwischen Kontext und mathematischer Repräsentation Verwenden vertrauter und direkt erkennbarer Standardmodelle zur Beschreibung einer vorgegebenen (mathematisierter) Situation	Beschreiben vorgegebener (mathematisierter) Situation durch mathematische Standardmodelle bzw. mathematische Zusammenhänge Erkennen und Setzen von Rahmenbedingungen zum Einsatz von mathematischen Standardmodellen Anwenden von Standardmodellen auf neuartige Situationen Finden einer Passung zwischen geeigneten mathematischen Modellen und realen Situationen	komplexe Modellierung einer vorgegebenen Situation Reflektieren der Lösungsvarianten bzw. der Modellwahl Beurteilen der zugrunde gelegten Lösungsverfahren
<b>mathematisches Argumentieren</b>	einfache fachsprachliche Begründungen ausführen; das Zutreffen eines Zusammenhangs oder Verfahrens bzw. die Passung eines Begriffes auf eine gegebene Situation prüfen	mehrschrittige mathematische Standard-Argumentationen durchführen und beschreiben Nachvollziehen und Erläutern von mathematischen Begriffen, Sätzen, Verfahren, Darstellungen, Argumentationsketten und Kontexten fachlich und fachsprachlich korrekte Erklärung von einfachen mathematischen Sachverhalten, Resultaten und Entscheidungen	mathematische Argumentationen prüfen bzw. vervollständigen eigenständige Argumentationsketten aufbauen

### 3.6 Zusammenfassung

Das hier zugrundeliegende Kompetenzmodell schließt drei Kompetenzklassen nach ER-PENBECK, ROSENSTIEL, GROTE, SAUTER (2017, XXI ff.) ein: Sozial-kommunikative Kompetenzen, personale Kompetenzen (bzw. Selbstkompetenzen) und fachlich-methodische Kompetenzen.

Sozial-kommunikative Kompetenzen werden nach EULER & REEMTSMA-THEIS (1999) in einen agentiven Schwerpunkt, einen reflexiven Schwerpunkt und deren Integration unterteilt. Personale Kompetenzen (bzw. Selbstkompetenzen) werden nach LERCH (2013) in motivational-affektive und strategisch-organisatorische Komponenten unterschieden. Für diese beiden Kompetenzklassen sieht der Lehrplan keine weitere Detaillierung vor, da die Entwicklung überfachlicher Kompetenzen – durch deren enge Verschränkung mit der persönlichen Entwicklung des Individuums – deutlich anderen Gesetzmäßigkeiten unterliegt als die Entwicklung fachlich-methodischer Kompetenzen. Eine Anregung und Unterstützung in der Entwicklung überfachlicher Kompetenzen durch den Fachschulunterricht kann daher auch nicht entlang einer jahresplanmäßigen Umsetzung einzelner, thematisch determinierter Lernstrecken erfolgen, sondern muss vielmehr fortlaufend produktiv und dabei aber auch reflexiv in die Vermittlung fachlich-methodischer Kompetenzen eingebettet werden.

Im Zentrum dieses Lehrplankonzepts stehen die fachlich-methodischen Kompetenzen und deren differenzierte und taxiierte curriculare Dokumentation. Teilkompetenzen sind hierbei Aggregate aus spezifischen beruflichen Handlungen und dem diesen jeweils zugeordneten Wissen. Dabei unterscheidet man zwischen Sach-, Prozess- und Reflexionswissen. Als Basis für einen kompetenzorientierten Unterricht konkretisiert dieser Lehrplan zusammenhängende Komplexe aus Handlungskomponenten und Wissenskomponenten auf einem mittleren Konkretisierungsniveau. Der Fachschulunterricht wird dann erstens durch die Explikation und Konkretisierung der Handlungs- und Wissenskomponenten inhaltlich ausgestaltet und zweitens durch die Umsetzung der Taxonomietabellen (Tabellen in Abschnitt 3.5.1 und 3.5.2) in seinem Anspruch dimensioniert. Damit besteht einerseits eine curriculare Rahmung, die dem Anspruch eines Kompetenzstufenmodells gerecht wird, zum anderen liegen die für Fachschulen erforderlichen Freiheitsgrade vor, um der Heterogenität der Adressatengruppen gerecht werden und dem technologischen Wandel folgen zu können.

## 4 Organisation der Kompetenzen und Kenntnisse

### 4.1 Lernfelder

Wie der vorausgehende Lehrplan ist auch dieser in Lernfelder segmentiert. Als Novität ist hier nun zwischen berufsbezogenen Lernfeldern und Querschnitt-Lernfeldern zu unterscheiden (Abbildung 1).

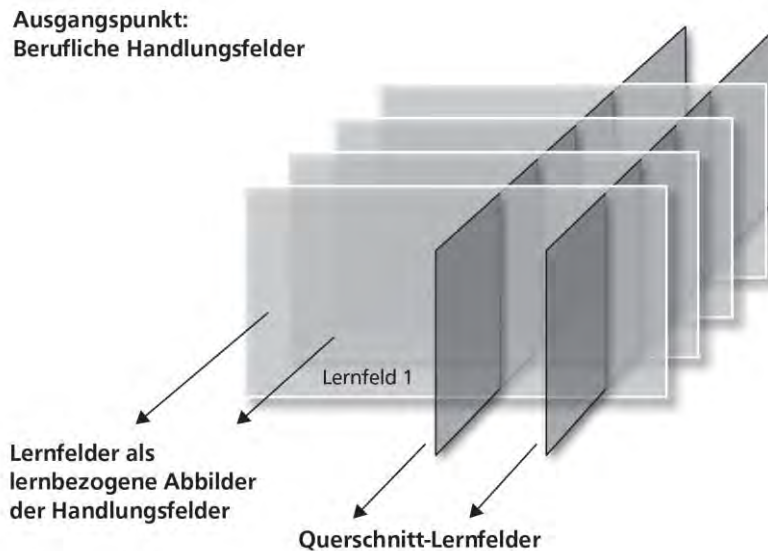


Abbildung 1: Beziehung von berufsbezogenen Lernfeldern als lernbezogene Abbilder beruflicher Handlungsfelder und Querschnitt-Lernfeldern.

**Berufsbezogene Lernfelder** sind curriculare Teilsegmente, welche sich aus einer spezifischen didaktischen Transformation beruflicher Handlungsfelder ergeben (BADER, 2004, S. 1). Wesentlich ist hierbei, dass die für das jeweilige Berufssegment wesentlichen Tätigkeitsbereiche adressiert werden. Relevante berufliche Handlungsfelder haben Gegenwarts- und Zukunftsbedeutung, ihre didaktische Reduktion in das Format eines Lernfeldes folgt dem Prinzip der Exemplarität (KLAFKI, 1964). Somit steht jedes einzelne Lernfeld des Lehrplans für einen gegenwarts- und zukunftsrelevanten Ausschnitt des dazugehörigen Berufssegments, als Gesamtheit repräsentieren sie dieses als exemplarisches Gesamtgefüge.

**Querschnitt-Lernfelder** integrieren übergreifende Aspekte der berufsbezogenen Lernfelder und adressieren entsprechend primär Grundlagenthemen, welche innerhalb der berufsbezogenen Lernfelder bedeutsam sind, jedoch diesbezüglich vorbereitend oder ergänzend vermittelt werden müssen. Insbesondere handelt es sich hier um mathematische, naturwissenschaftliche, informatische, volks- und betriebswirtschaftliche, gestalterische und ästhetische Kenntnisse bzw. Fertigkeiten, welche sich im Hinblick auf die Berufskompetenzen als Basis- oder Bezugskategorien darstellen. Zu den Querschnitt-Lernfeldern gehört die fachrichtungsbezogene Mathematik.

Innerhalb jeden Lernfeldes werden dessen Nummer, Bezeichnung sowie Zeit-Horizont dargestellt und insbesondere die darin adressierten Lernziele. Die Abfolge der Lernfelder im Lehrplan ist nicht beliebig, impliziert jedoch keine Reihenfolge der Vermittlung. In den *berufsbezogenen* Lernfeldern werden die Lernziele durch (weitgehend fachlich-methodische) Kompetenzen beschrieben (TENBERG, 2011, S. 61 ff). Dies erfolgt in Aggre-

gaten aus beruflichen Handlungen und zugeordnetem Wissen. Diese Lehrplaninhalte sind angesichts der Streuung und Unschärfe beruflicher Tätigkeitsspektren in den jeweiligen Segmenten sowie der Dynamik des technisch-produktiven Wandels auf einem mittleren Konkretisierungsniveau angelegt. Zur Taxierung dieser Lernziele liegt eine eigenständige Tabelle (siehe Abschnitt 3.5.1) vor, welche geordnet nach Zielkategorien die jeweils erforderlichen Handlungsqualitäten für die Stufen 1 (Minimalanspruch), 2 (Regelanspruch) und 3 (hoher Anspruch) konkretisiert. Zur Taxierung der Lernziele in der Mathematik (beruflicher Lernbereich) liegt eine gesonderte Tabelle (siehe Abschnitt 3.5.2) mit gleichem Aufbau vor. In den übrigen *Querschnitt*-Lernfeldern werden die Lernziele entweder durch Kenntnisse oder durch Fertigkeiten beschrieben. Sie werden dabei weder taxiert noch zeitlich näher präzisiert, da dieses nur im Rahmen der schulspezifischen Umsetzung möglich und sinnvoll erscheint. Als Orientierung dient hier jeweils der in den berufsbezogenen Lernfeldern konkret feststellbare Anspruch an übergreifende Aspekte.

## 4.2 Stundentafel

Für jedes Lernfeld und die Projektarbeit dürfen die Unterrichtsstunden innerhalb der angegebenen Grenzen variieren, wobei die Gesamtstundenzahl 2000 im beruflichen Lernbereich<sup>4</sup> in Summe erreicht werden muss. Für alle Studierenden eines Jahrgangs muss der Stundenumfang für die individuelle Projektarbeit gleich sein.

---

<sup>4</sup> Zur Begünstigung eines Wechsels des Schwerpunktes ist die Aufteilung der Lernfelder in einen ersten und zweiten Ausbildungsabschnitt als Empfehlung zu betrachten.

Beruflicher Lernbereich	Unterrichtsstunden		
	1. Ausbildungsabschnitt	2. Ausbildungsabschnitt	
Mathematik	200		
Projektarbeit		200 - 240	
<b>Lernfelder</b>			
LF 1	Projekte mittels systematischen Projektmanagements zum Erfolg führen	80	
LF 2	Die Qualität von Prozessen, Anlagen und Produkten planen und sichern	120	
LF 3	Prozesse, Anlagen und Produkte nach naturwissenschaftlichen Aspekten analysieren und bewerten	80	
LF 4	Bauteile und Baugruppen unter mechanischen Aspekten entwerfen und auslegen	200	
LF 5	Bauteile und Baugruppen mit CAx Methoden modellieren, darstellen und realisieren	120	
LF 6	Bauteile und Baugruppen nach technologischen Aspekten analysieren und bearbeiten	80	
LF 7	Antriebe, Aktoren und Sensoren in Maschinen und Anlagen integrieren	120	
LF 8	Technische Systeme automatisieren		140 - 180
LF 9	Baueinheiten und Produkte entwickeln und konstruieren		240 - 320
LF 10	Fertigungsverfahren analysieren, planen und optimieren		180 - 220
LF 11	Produktion organisieren und optimieren		140 - 180

4.3 Beruflicher Lernbereich

4.3.1 Mathematik (Querschnitt-Lernfeld) [200h]

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	MATHEMATIK		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... handhaben algebraische Verfahren, beispielsweise zur Auslegung elektrischer Netze und ebener Trag- und Fachwerke.	Zahlenmengen <ul style="list-style-type: none"> <li>• natürliche Zahlen</li> <li>• ganze Zahlen</li> <li>• rationale Zahlen</li> <li>• irrationale Zahlen</li> <li>• reelle Zahlen</li> </ul> Algebraische Gleichungen <ul style="list-style-type: none"> <li>• linear</li> <li>• quadratisch</li> <li>• exponentiell</li> <li>• gemischt</li> </ul> lineare Gleichungssysteme Potenz- und Logarithmenregeln	Standardlösungsverfahren <ul style="list-style-type: none"> <li>• Äquivalenzumformung,</li> <li>• pq - Formel</li> <li>• Einsetzverfahren</li> <li>• Additionsverfahren</li> <li>• Gaußalgorithmus</li> </ul> Methoden der Abschätzung Ergebniskontrolle	Axiome des mathematischen Körpers Rechengesetze <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kommutativgesetz</li> <li>• Assoziativgesetz</li> <li>• Distributivgesetz</li> </ul> Operatoren
... nutzen geometrische und trigonometrische Verfahren zur Lösung geometrischer Problemstellungen u.a. im Rahmen konstruktiver, steuerungs- und fertigungstechnischer Aufgabenstellungen.	Satz des Pythagoras trigonometrische Seitenverhältnisse Einheitskreis Sinus- und Kosinussatz <ul style="list-style-type: none"> <li>• Flächen und Volumina von geometrischen Formen und Körper</li> </ul>	Berechnung von Längen, Abstände und Winkel Berechnung realer Flächen und Körper Approximation von Flächen und Volumina	Ähnlichkeits- und Kongruenzsätze für Dreiecke Strahlensatz euklidische Axiome



Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	MATHEMATIK		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... handhaben mathematische Funktionen zur Modellierung und Lösung u.a. im Rahmen technischer und wirtschaftlicher Problemstellungen, auch mittels Software, wie Kennlinien von Bauelementen, Ladekurve eines Kondensators, Schnittgrößen und Biegelinien von Trägern.	Darstellungsformen und Funktionsvorschriften • ganzrationale Funktionen, insbesondere lineare und quadratische • trigonometrische Funktionen • Exponentialfunktionen Charakteristika • Steigung • Nullstellen, Abszissenabstand • Schnittpunkt • Scheitelpunkt • Periodizität Wertebereich, Definitionsbereich	Berechnung der Charakteristika Wechsel der Darstellungsformen • Normal-, Scheitelpunktform, Linearfaktordarstellung • implizite, explizite Funktionsvorschrift • Graph und Wertetabelle Funktionsermittlung Differenzenquotient Funktionsdarstellung mittels Software Konstruktion trigonometrischer Funktionen mit Hilfe des Einheitskreises	trigonometrische Grundlagen Relationen und Abbildungen • kartesisches Produkt • Surjektivität, Injektivität, Bijektivität Funktionsbegriff Mathematisches Modell vs. Realbezug
... verwenden Verfahren der analytischen Geometrie und linearen Algebra, beispielsweise zur Darstellung von Kräften und Momenten als Vektoren.	Vektoren • Vektorkomponenten • Schreibweisen Vektoroperationen • Skalierung • Vektoraddition • Skalarprodukt • Kreuzprodukt • orthogonale, parallele und linear unabhängige Vektoren	Addition und Subtraktion von Vektoren Beschreibung geometrischer Körper im Raum mittels Vektoren Winkelberechnung mit Skalarprodukt Flächenberechnung mit Kreuzprodukt	Vektor als Parallelverschiebung bzw. Translation im Raum trigonometrische Grundlagen
HINWEISE:	Wo immer möglich, sollten Anwendungsbeispiele aus dem Kontext der anderen Lernfelder der Fachrichtung / des Schwerpunktes gewählt werden.		

## 4.3.2 Projektarbeit [200h–240h]

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	Vorbemerkung	Organisatorische Hinweise
<p>... analysieren und strukturieren eine Problemstellung und lösen sie praxisgerecht.</p> <p>... bewerten und präsentieren das Handlungsprodukt und den Arbeitsprozess.</p> <p>... berücksichtigen Aspekte wie z. B. Wirtschaftlichkeit, Energie- und Rohstoffeinsatz, Fragen der Arbeitsergonomie und Arbeitssicherheit, Haftung und Gewährleistung, Qualitätssicherung, Auswirkungen auf Mensch und Umwelt sowie Entsorgung und Recycling.</p> <p>... legen besonderen Wert auf die Förderung von Kommunikation und Kooperation.</p>	<p>Für die Projektarbeit werden fachrichtungsbezogene und lernfeldübergreifende Aufgaben bearbeitet, die sich aus den betrieblichen Einsatzbereichen von Technikerinnen und Technikern ergeben. Die Aufgabenstellung ist so offen zu formulieren, dass sie die Aktivität der Studierenden in der Gruppe herausfordert und unterschiedliche Lösungsvarianten zulässt. Durch den lernfeldübergreifenden Ansatz können Beziehungen und Zusammenhänge der einzelnen Fächer und Lernfelder hergestellt werden. Die Projektarbeit findet interdisziplinär statt. In allen Fächern und Lernfeldern soll über eine entsprechende Problem- und Aufgabenorientierung die methodische Vorbereitung für die Durchführung der Projekte geleistet werden.</p>	<p>Mit den Studierenden werden die Zielvorstellungen, die inhaltlichen Anforderungen sowie die Durchführungsmodalitäten besprochen. Die Studierenden sollen in der Regel Projekte aus der betrieblichen Praxis in Kooperation mit Betrieben bearbeiten. Die Vorschläge für Projektaufgaben sind durch einen Anforderungskatalog möglichst genau zu beschreiben.</p> <p>Alle eingebrachten Projektvorschläge werden durch die zuständige Konferenz geprüft, z. B. auf Realisierbarkeit, Finanzierbarkeit, ausgewählt und beschlossen. Jede Projektarbeit wird von einem Lehrerinnen/Lehrerteam betreut. <b>Die im LF1 „Projekte mittels systematischem Projektmanagements zum Erfolg führen“ erworbenen Kenntnisse und Fertigkeiten müssen angewendet werden.</b></p> <p>Es empfiehlt sich während der Projektphase Projekttage einzuführen, an denen nach Rücksprache die am Projekt beteiligten Lehrerinnen und Lehrer beratend zur Verfügung stehen. Während dieser Zeit können die Studierenden die Projektarbeit beim Auftraggeber im Betrieb und in den Räumlichkeiten der Schule durchführen. Da es sich um eine Schulveranstaltung handelt, besteht für die Studierenden während dieser Tätigkeit ein Versicherungsschutz gegen Unfall- und Haftpflichtschäden.</p>
HINWEISE:		

**4.3.3 Lernfeld 1: Projekte mittels systematischen Projektmanagements zum Erfolg führen [80h]**

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF1: PROJEKTE MITTELS SYSTEMATISCHEN PROJEKTMANAGEMENTS ZUM ERFOLG FÜHREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... kommunizieren effizient und organisieren sich selbst im Projektgeschehen.	Präsentationstechniken Kommunikationssituationen Führung Motivation Konflikte und Krisen Zeitmanagement Arbeitsteilung Vorgangsmodelle im Projektmanagement	Vorbereitung und Durchführung einer Präsentation Vorbereitung und Durchführen eines Projektmeetings Analyse eines Konfliktes Durchführung und Dokumentation eines Problemlösungsverfahrens Planung und Einteilung der eigenen Arbeitszeit	Kommunikationsmodelle Effektivität als Prinzip Prinzip der systematischen Kommunikation Bedeutung von Selbst- und Fremdwahrnehmung für Konfliktmanagement und Führung Hybrides Projektmanagement
... initialisieren und definieren ein Vorhaben als Projekt.	Inhalt und Bedeutung der Projektphasen Projekttypen Projekt- und Projektmanagementdefinition Kreativitätstechniken Projektziele <ul style="list-style-type: none"> <li>• Qualität,</li> <li>• Kosten und Termine,</li> <li>• Leistungsziele etc.</li> </ul>	Moderation kreativer Prozesse Zielfindung, -formulierung und Abgrenzung Strukturierung der Projektziele	Prinzip der Zielorientierung
... planen eine Projektdurchführung.	Meilensteine Projektaufwand und -budget sachliche und soziale Projektumfeldfaktoren Risiko, Chance, Maßnahmen zur Risikoverminderung Unternehmens- und Projektorganisationsformen, Rollen im Projekt Lasten- und Pflichtenheft, Projektauftrag,	Phasenplanung Beurteilung des Projektes auf Machbarkeit Projektumfeldanalyse Risikoanalyse Aufstellung einer Projektorganisation Erstellung des Projektauftrages Erstellung des Projektstrukturplans	Prinzip der Ergebnisorientierung Prinzip der personifizierten Verantwortungen

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF1: PROJEKTE MITTELS SYSTEMATISCHEN PROJEKTMANAGEMENTS ZUM ERFOLG FÜHREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
	Projekthandbuch Projektstrukturplan, Arbeitspakete Ablauf- und Terminplan Einsatzmittelplan, Kapazitätsplan, Kostenplan	Durchführung Ablauf- und Terminplanung Erstellung einer Einsatzmittel- und Kostenplanung	
... realisieren das Projekt.	Kosten- und Termentrendanalyse Berichtswesen Projektsteuerung	Stakeholder Management Risikomanagement Überwachung und Steuerung der Projektrealisierung Erstellung, Pflege, und Kommunikation der Projektdokumentation	PM-Regelkreis Prinzip des rechtzeitigen Handelns
... schließen ein Projekt ab.	Übergabeprotokoll Endabnahme	Abschluss der Projektdokumentation Projektübergabe und Abschlusspräsentation Projektreflexion Lessons Learned	
HINWEISE:	Die Kompetenzen in diesem Lernfeld orientieren sich an der ICB (International Competence Baseline, siehe auch <a href="https://www.gpm-ipma.de/know_how/pm_normen_und_standards/standard_icb_4.html">https://www.gpm-ipma.de/know_how/pm_normen_und_standards/standard_icb_4.html</a> ).		

**4.3.4 Lernfeld 2: Die Qualität von Prozessen, Anlagen und Produkten planen und sichern [120h]**

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF2: DIE QUALITÄT VON PROZESSEN, ANLAGEN UND PRODUKTEN PLANEN UND SICHERN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... definieren, reflektieren und wenden die Anforderungen jeweils gültiger Qualitätsmanagementsysteme (QMS) und Umweltmanagementsysteme (UMS) für konkrete Arbeits- und Verantwortungsbereiche an.	Philosophie und Aufbau von QMS und UMS Gesetzliche Rahmenbedingungen insbes. Produkthaftungsgesetz Grundzüge DIN ISO 9001 Umweltrecht Grundzüge der CE-Kennzeichnung Bedeutung von Kundenvorgaben	Analyse und Dokumentation von Anforderungen für neue und bestehende Produkte und Prozesse Soll-Ist Vergleiche für bestehende Prozesse und Produkte Evaluation hinsichtlich von Verbesserungen für bestehende Prozesse und Produkte	Ökonomische und ökologische Erfordernisse und Zusammenhänge von QMS und UMS Notwendigkeit eigener Entscheidungen auf Basis alternativen Möglichkeiten Bewertungssysteme und Bewertungsverfahren zur Reflexion des eigenen Handelns Rückwirkungen von Entscheidungen auf Kundenwünsche, Produktion, Montage und Qualitätssicherung
... wenden einschlägige Werkzeuge und Methoden der Qualitätssicherung und von QMS zielführend an.	Elementaren QM-Werkzeuge <ul style="list-style-type: none"> <li>Fehlersammelliste , Histogramm, QRK, Pareto-Diagramm, Korrelationsdiagramm, Brainstorming, Ursache-Wirkungsdiagramm)</li> </ul> Managementwerkzeuge <ul style="list-style-type: none"> <li>Affinitätsdiagramm, Relationendiagramm, Baumdiagramm, Matrixdia., Portfolio, Netzplan, Entscheidungsplan</li> </ul>	Anwendung von Fehler- und Schwachstellenanalyse auf Konstruktion und Prozesse (auch Geschäftsprozesse) mittels Qualitätswerkzeugen	Bedeutung der Strukturierung von Prozessen, und der Auswahl geeigneter Methoden und Werkzeuge Notwendigkeit alternativer Betrachtungen und entsprechender Abwägung Notwendigkeit von Evaluierungen zur Optimierung von Abläufen

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF2: DIE QUALITÄT VON PROZESSEN, ANLAGEN UND PRODUKTEN PLANEN UND SICHERN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... wählen Werkzeuge und Methoden der statistischen Qualitätskontrolle (SPC) aus und wenden sie an.	Normalverteilung Systematische und zufällige Abweichung Qualitätsregelkarten Eingriffs- und Warngrenzen beherrschte und nichtbeherrschte Prozesse Maschinenfähigkeit und Prozessfähigkeit Six-Sigma Lieferantenbewertung	Erhebung und Auswertung von Daten nach den Regeln der Statistik, Bilden von aussagekräftigen Kennziffern schrittweise Einführung einer statistischen Prozessregelung Durchführung von Prozessregelungen mit Hilfe von QRK	Bedeutung der Fehlervermeidungsstrategien für die unternehmerische Praxis
... gestalten Prozesse unter Berücksichtigung geeigneter Qualitätswerkzeuge und Umweltmanagementwerkzeuge im Hinblick auf Fehlervermeidung, Prozessbeherrschung und kontinuierlicher Prozessverbesserung. ... planen, analysieren, dokumentieren und Überprüfen die Wirksamkeit von Veränderungen.	Kaizen und kontinuierlicher Verbesserungsprozess Fehler- und Qualitätskosten PDCA Zyklus FMEA	Strukturierte und zielführende Datenerhebung, Planung, Initiierung, Umsetzung und Kontrolle von KVP-Prozessen Durchführung von FMEA's und ggf. ableiten von Maßnahmen zur Verbesserung von Konstruktionen und Prozessen Evaluierung von Maßnahmen zur Erhöhung der Produkt- und Prozessqualität	Auswirkungen von Schwachstellen in Konstruktionen und Prozesse für Unternehmen und Gesellschaft Bedeutung umfassender vorausschauender Betrachtungen Bedeutung regelmäßiger Evaluierungen Notwendigkeit von Kosten-Nutzen-Erwägungen kurz- und langfristiger Art
... erstellen Prüfplänen zu vorgegebenen Produkten für unterschiedliche Fertigungsarten. <sup>1)</sup>	Prüfpläne und –protokolle Prüfmittelfähigkeit Prüfmittelüberwachung	Planungsschritte zur Erstellung eines Prüfplans Prüfmittelfähigkeit Systeme zur Prüfmittelüberwachung	Notwendigkeit von Prüfplanung und Prüfmittelüberwachung
... <b>bereiten Qualitätsaudits</b> vor und unterstützen deren Durchführung	Ziele und Nutzen von Qualitätsaudits Arten von Qualitätsaudits Interne und externe Auditierung	Vorbereitung und Mitwirkung bei internen und externen Q-audits Nachbereitung von Auditierungen	Bedeutung von Auditierungen für die Aufdeckung von Chancen und Risiken für das Unternehmen

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF2: DIE QUALITÄT VON PROZESSEN, ANLAGEN UND PRODUKTEN PLANEN UND SICHERN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
	Anforderungen und Richtlinien für Auditierungen		
HINWEISE:	1) für dem Schwerpunkt Produktions- und Qualitätsmanagement wird diese Teilqualifikation ausführlich im entsprechenden Lernfeld des 2. Ausbildungsabschnitt behandelt.		

ENTWURF

**4.3.5 Lernfeld 3 (Querschnitt-Lernfeld): Prozesse, Anlagen und Produkte nach naturwissenschaftlichen Aspekten analysieren und bewerten [80h]**

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF3: PROZESSE, ANLAGEN UND PRODUKTE NACH NATURWISSENSCHAFTLICHEN ASPEKTEN ANALYSIEREN UND BEWERTEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... ermitteln relevante Größen zur Dimensionierung von Antriebssystemen und Anlagen.	<p>Kräfte Massen und Massenträgheit Energieübertragung, Arbeit, Leistung, Wirkungsgrad Reibung Kinematik und Kinetik</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• geradlinige und kreisförmige Bewegung</li> <li>• Massenträgheitsmoment</li> <li>• Stoßvorgänge</li> <li>• Schwingungen</li> </ul>	<p>Ermittlung von Kräften, Momenten, Energie und Leistung sowie Beschleunigungen in bewegten Systemen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kurbeltrieb im Verbrennungsmotor</li> <li>• Verdichter</li> <li>• Schrittgetriebe</li> </ul> <p>Dimensionierung und Optimierung von Antrieben unter energetischen Aspekten Beschreibung und Beurteilungen der Phänomene</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Eigenfrequenz</li> <li>• Resonanz</li> <li>• Dämpfung und Tilgung</li> </ul>	<p>Newton´sche Axiome Goldene Regel der Mechanik Energie und Impulserhaltung Superposition relative Bewegung</p>
... berücksichtigen Aspekte der Wärmeübertragung und der Phasenänderung.	<p>Thermodynamische Grundlagen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wärmeausdehnung</li> <li>• Wärmeübertragungsmöglichkeiten</li> <li>• Phasenänderung</li> <li>• Wärmekapazität</li> <li>• 1. Hauptsatz der Thermodynamik</li> <li>• Energieformen</li> </ul>	<p>Lagerung thermisch beanspruchter Bauteile Auswahl von Medien für Heiz- und Kühlprozesse Wärmeausdehnung bei Kombination verschiedener Werkstoffe Thermodynamische Zustandsänderungen</p>	<p>Hauptsätze der Thermodynamik Wärme als elektromagnetische Strahlung</p>



Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...		LF3: PROZESSE, ANLAGEN UND PRODUKTE NACH NATURWISSENSCHAFTLICHEN ASPEKTEN ANALYSIEREN UND BEWERTEN		
		Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... analysieren und bewerten die strömungstechnischen Vorgänge in Systemen. <sup>1)</sup>		Grundlagen der Strömungslehre <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kontinuitätsgleichung</li> <li>• Bernoulli</li> </ul>	Auswahl von Armaturen Messung des statischen und dynamischen Druckes Anwendung der Kontinuitätsgleichung und Bernoulli	Energie- und Impulserhaltung
... analysieren und bewerten bei der Konstruktion von Anlagen die Auswirkung chemischer Prozesse. <sup>2)</sup>		Gesetzmäßigkeiten beim Ablauf chemischer Reaktionen <ul style="list-style-type: none"> <li>• Oxidation/Reduktion</li> <li>• Bindungsarten</li> </ul>	Ablaufbeschreibung chemischer Reaktionen unter Berücksichtigung von Druck, Temperatur, Konzentrationen und Katalysator	Atomaufbau
HINWEISE:	1),2) Wird hauptsächlich für den Schwerpunkt Verfahrens- und Umwelttechnik benötigt. Kann als fakultativ für die restlichen Schwerpunkte betrachtet werden.			

**4.3.6 Lernfeld 4: Bauteile und Baugruppen unter mechanischen Aspekten entwerfen und auslegen [200h]**

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF4: BAUTEILE UND BAUGRUPPEN UNTER MECHANISCHEN ASPEKTEN ENTWERFEN UND AUSLEGEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... bilden Bauteile durch aufgabenbezogene Idealisierungen in mechanische Ersatzmodelle ab.	<p>Kräfte und ihre Darstellung                      Freiheitsgrade der Bewegung                      Funktion und Darstellung der Lagerungsarten                      Seil, Kette, Pendelstab und weitere                      Zentrales und allgemeines Kräftesystem                      Kräftepaar und Moment</p>	<p>Zerlegung von Baugruppen in Bauteile                      Erstellung mechanischer Ersatzmodelle und Freikörperbildern</p>	<p>statische Bestimmtheit</p>
... analysieren praxisrelevante Bauteile und einfache Baugruppen auf Funktion, Belastung, Beanspruchung und Wirkungsweise.	<p>Schwerpunkt                      Standsicherheit                      Konzept des Versatzmoments                      Grundbeanspruchungsarten</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zug/Druckbelastung</li> <li>• Schubbeanspruchung</li> <li>• Flächenpressung/Lochleibung</li> <li>• Biege-, Torsionsbelastung</li> </ul> <p>Lastfälle und Belastungsarten</p>	<p>Analyse der Lastfälle aus Betriebsdaten                      Zerlegung von Kräften                      Parallel-Verschiebung einer Kraft                      Schwerpunkts-Ermittlung                      Anwendung des Versatzmoments                      Berechnung von Kräfte- und Momentengleichgewichten                      Analyse von Balkentragwerken und Fachwerken</p>	<p>Gesetze der Statik                      Prinzip des Kräftegleichgewichtes (Actio = Reactio)                      Prinzip des Momentengleichgewichtes                      Hooke'sches Gesetz                      Innere Kräfte und Momente                      Spannungsarten</p>

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF4: BAUTEILE UND BAUGRUPPEN UNTER MECHANISCHEN ASPEKTEN ENTWERFEN UND AUSLEGEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... führen Berechnungen zur Statik und Festigkeitslehre durch, beurteilen dabei die statische und dynamische Belastbarkeit unter Einbeziehung der Abmessungen und der Werkstoffeigenschaften und dimensionieren die Bauteile.	axiales und polares Flächenträgheits- und Widerstandsmoment Satz von Steiner Vergleichsspannung bei zusammengesetzter Beanspruchung zulässige Spannungen Lastfälle	Analyse der Lastfälle aus Betriebsdaten Analyse von Bauteilen und Baugruppen mit Hilfe der Schnittmethode und der statischen Gleichgewichtsbedingungen Berechnung der Spannungen für kritische Stellen kritischer Querschnitt Ermittlung zulässiger Spannungen aus einschlägigen Normen Auswahl geeigneter Normteile und Halbzeuge	Schnittmethoden und Schnittgrößen Einfluss der Bauteilmassenverteilung auf das dynamische Verhalten Feder- bzw. Schwingungsverhalten von Bauteilen
HINWEISE:			

**4.3.7 Lernfeld 5: Bauteile und Baugruppen mit CAx Methoden modellieren, darstellen und realisieren [120h]**

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF5: BAUTEILE UND BAUGRUPPEN MIT CAx METHODEN MODELLIEREN, DARSTELLEN UND REALISIEREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... erarbeiten konstruktive Lösungen und stellen diese dar.	Zeichnungsaufbau <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ansichten</li> <li>• Bemaßung</li> </ul> Normen und Regelwerke (z. B. Zeichnungsnormen, Toleranzen, Passungen, Oberflächen) Datensicherung, Datenverwaltung manuelle und digitale Ausarbeitungsmöglichkeiten	Analyse von Daten und Datenformaten Ermittlung erforderlicher Daten konstruktive Randbedingungen Entwicklung konstruktiver Strategien und Lösungen Einzelteilanpassung Erstellung von Unterbaugruppen und Zusammenbauten Lösungsoptimierung Handskizzen Erstellung von Zeichnungen, Stücklisten und 3D-Modelle Einordnung und Umsetzung in den Konstruktionsprozess	Werkstoffeigenschaften Technologische Zusammenhänge (Fertigung, Montage etc.) Gültigkeit der Normen Produktentstehungsprozesse
... berücksichtigen beim Modellieren den Produktentstehungsprozess.	Kenntnisse der Fertigungsverfahren Kenntnisse der Fertigungs- und Montageprozesse	fertigungsgerechte Konstruktion Bauteil- und Normteilibibliotheken Parametrisierung von Bauteilen	Kenntnisse des Fertigungsablaufs
... nutzen Analysetools zur Bauteil- und Baugruppenanalyse.	Grundkenntnisse Finite Elemente Methoden und Bewegungssimulationen	Anwendung von Analysetools Darstellung und Interpretation der Simulationsergebnisse	Kinematik Festigkeit (Elastostatik)

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...		LF5: BAUTEILE UND BAUGRUPPEN MIT CAX METHODEN MODELLIEREN, DARSTELLEN UND REALISIEREN		
		Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... binden Arbeitsergebnisse in den CAD-CAM Prozess ein.	Datenformate Schnittstellen	Datenaustausch Umwandelung und Bereitstellung von CAD-Daten	Voraussetzungen für eine CNC-Fertigung <sup>1)</sup> Rapid Prototyping (3D-Druck)	
HINWEISE:	1) nicht anzuwenden in der Verfahrenstechnik.			

**4.3.8 Lernfeld 6: Bauteile und Baugruppen nach technologischen Aspekten analysieren und bearbeiten [80h]**

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF6: BAUTEILE UND BAUGRUPPEN NACH TECHNOLOGISCHEN ASPEKTEN ANALYSIEREN UND BEARBEITEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
<p>... wenden die technologischen Grundlagen und Zusammenhänge bei der Herstellung, Eigenschaftsänderung und Bearbeitung von Werkstoffen an.</p>	<p>Einteilung und Eigenschaften von Werkstoffen                      Aufbau von Eisenwerkstoffen                      Werkstoffe für bes. Einsatzgebiete</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tieftemperatur, Hochtemperatur</li> <li>• Starker mechanischer Verschleiß</li> </ul> <p>Legierungen (Bildung, Zusammensetzung, Anwendung)                      Werkstoffprüfung und Werkstoffkennwerte (statisch, dynamisch)                      Ändern von Werkstoffeigenschaften (Wärmebehandlung, Verfestigen etc.)                      Herstellung und Optimierung von Halbzeugen                      Normung und Kennzeichnung der Werkstoffe und Halbzeuge                      Korrosion und Korrosionsschutz von Werkstoffen                      Umwelt- und ökonomische Aspekte der Werkstoffe (Gewinnung, Wiederverwertung, Entsorgung)                      Recycling und Entsorgung von Werkstoffen                      Verschleißmechanismen</p>	<p>Planung, Durchführungen und Auswertung von Werkstoffprüfungen (Zugversuch etc.)                      Ermittlung von relevanten Werkstoffdaten aus Tabellen und Diagrammen                      Auswahl von Werkstoffen und Verfahren zum Ändern der Eigenschaften                      Beachtung von technologischen-, Umwelt- und ökonomischen Aspekten bei der Werkstoffauswahl, -bearbeitung und -verwendung                      Analyse der Herstellungs- und Bearbeitungsverfahren von Werkstoffen                      Analyse technologischer und tribologischer Eigenschaften                      Analyse von Schadensfällen sowie die Erarbeitung von Präventionsstrategien.</p>	<p>Verhalten von Werkstoffen                      chemische und physikalische und technologische Zusammenhänge                      Wechselwirkung zwischen Werkstoffauswahl und -einsatz                      Wechselwirkung zwischen Werkstoffeigenschaften und Fertigungsverfahren                      Zusammenhänge zwischen Reibung, Schmierung und Verschleißbeständigkeit                      Spannungsreihe chemischer Elemente</p>

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...		LF6: BAUTEILE UND BAUGRUPPEN NACH TECHNOLOGISCHEN ASPEKTEN ANALYSIEREN UND BEARBEITEN		
		Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... analysieren und planen den Einsatz und die Bearbeitung von Werkstoffen.		Werkstoffeigenschaften Fertigungsverfahren und Fertigungsprozesse	Analyse und Planung der Herstellung von Bauteilen Fertigungsverfahren (z. B. Spanen, Umformen, Schweißen) planen Fertigungsprozesse beim Trennen, Umformen oder Fügen Fertigungsplanung innerhalb des CAD/CAM Prozesses	Fertigungsverfahren und Fertigungsfolgen bei der Bauteilherstellung
... nutzen zur Analyse und Bearbeitung Fachliteratur, Datenblätter und technische Beschreibungen.		Normung und Kennzeichnung der Werkstoffe und Halbzeuge technische Unterlagen in schriftlicher und digitaler Form	Selbständige Nutzung einschlägiger technischer Unterlagen (Normen etc.) Ermitteln von relevanten Werkstoffdaten aus Tabellen, Diagrammen und Normen Interpretieren und Anwenden von technischen Unterlagen (schriftlich, digital)	
HINWEISE:				

## 4.3.9 Lernfeld 7: Antriebe, Aktoren und Sensoren in Maschinen und Anlagen integrieren [120h]

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF7: ANTRIEBE, AKTOREN UND SENSOREN IN MASCHINEN UND ANLAGEN INTEGRIEREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... analysieren und bewerten die wechselseitigen Beziehungen und Zusammenhänge zwischen den Komponenten im Sinne des Systemverständnisses.	<p>Aufbau und Funktion von Sensoren elektrische Grundgrößen (Spannung, Strom, Widerstand) Gesetzmäßigkeiten der Elektrotechnik, Pneumatik und Hydraulik genormte Schnittstellensignale Analog-Digital-Wandler Arbeit, Leistung, Wirkungsgrad Systemtechnik Regelungstechnik Messgeräte und deren Funktion</p>	<p>Funktionsbeschreibung von Anlagen und Maschinen Zuordnung von Bauelementen und Komponenten entsprechend den Wirkungsplänen von Steuerketten und Regelkreisen Messung elektrischer Größen rechnerische Überprüfung von Messungen</p>	<p>Wirkungsweise von Steuer und Regelkreise analoge/digitale Signale Energieträger und Energieumwandlung</p>
... analysieren, prüfen und wählen Komponenten aus.	<p>Normen, Maschinenrichtlinien Geräte- und Gütekennzeichnung Sicherheitstechnik, Schutzmaßnahmen Aufbau und Funktion von Aktoren/Sensoren Aufbau und Funktion elektrischer Antriebe Wechselgrößen, Drehstrom technische Dokumentation</p>	<p>Prüfung von Komponenten und Anwendung geeigneter Normen Erstellung von Mess- und Prüfprotokollen Beurteilung von Messergebnissen im Hinblick auf eine betriebssichere Funktion der Komponenten Berechnung von pneumatischen Daten (Druck, Querschnitt etc.) Auswahl von Aktoren/Sensoren Einsatzmöglichkeiten elektrischer Antriebe</p>	<p>Gültigkeit von Normen, Maschinenrichtlinien und Schutzmaßnahmen</p>



Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF7: ANTRIEBE, AKTOREN UND SENSOREN IN MASCHINEN UND ANLAGEN INTEGRIEREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... prüfen, projektieren und dimensionieren anwendungsbezogene Schaltungen bzw. Steuerungen.	elektrische, pneumatische und hydraulische Schaltungstechnik Symbole und Darstellungen der Schaltungstechnik, Simulationsprogramme Technische Dokumentation Messverfahren Einsatzmöglichkeiten von elektrischen, pneumatischen und elektro-pneumatischen Steuerungen Einsatzmöglichkeiten bzw. Vor- und Nachteile von analogen und digitalen Schaltungen energieeffiziente Druckluftherzeugung und Druckluftverteilung Ablaufbeschreibung nach DIN EN 60848	Schaltungsentwurf und Schaltungsaufbau Prüfen und Messen physikalischer Größen Funktions- und Sicherheitsüberprüfung der Schaltungen Inbetriebnahme Fehleranalyse und Anpassung von Schaltungen	Gültigkeit von Normen, Maschinenrichtlinien und Schutzmaßnahmen
HINWEISE:			

## 4.3.10 Lernfeld 8: Technische Systeme automatisieren [140h-180h]

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF8: TECHNISCHE SYSTEME AUTOMATISIEREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... analysieren die steuerungs- und regelungstechnischen Erfordernisse von technischen Systemen.	Schaltzeichen und Schaltpläne (elektrische, pneumatische, hydraulische) nach DIN Sicherheit an Maschinen und Anlagen Möglichkeiten und Einsatzgebiete von stationären, mobilen und autonom arbeitenden Systemen in der Automatisierungstechnik	Analyse des Lastenheftes Bestimmung der steuerungs- und regelungstechnischen Anforderungen an Sensoren, Aktoren und Automatisierungssystem Festlegung der Kommunikationsanforderungen Bestimmung der Sicherheitstechnischen Anforderungen Festlegung der technischen Grenzen	Lastenheft, Pflichtenheft
... wählen ein Automatisierungssystem mit geeigneten Komponenten aus.	Aktoren (elektrisch, pneumatisch, Hydraulisch) Sensoren (binär, analog) Frequenzumrichter Kenntnisse der Feldbustechnik Aufbau und Funktion von kompakten, modularen und rechnerbasierten Steuerungen mit zentraler und dezentraler Peripherie	Auswahl geeigneter Sensoren und Aktoren Auswahl eines Automatisierungssystems mit geeigneter Hard- und Software sowie geeigneten	
... projektieren ein Automatisierungssystem.	Sicherheit an Maschinen und Anlagen	Projektierung, Konfiguration und Parametrierung von Automatisierungssystemen (SPS, Roboter)	Netzwerksicherheit

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF8: TECHNISCHE SYSTEME AUTOMATISIEREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... erstellen die Anwendungsprogramme.	zyklische und azyklische Programm-bearbeitung Programmstrukturen Programmiersprachen und Darstellungsarten Datentypen	Programmierung von Anwenderprogrammen Dokumentation der Software	
... nehmen Automatisierungssysteme in Betrieb.	Kommunikationstechnik zwischen Programmiergerät, Automatisierungsgeräte Beobachtungs- und Steuerfunktionen Fehlersuchfunktionen	Adressierung von Teilnehmern Ladung von Konfiguration und Parametrierung Testen der Eingänge und Ausgänge Inbetriebnahme der Software Fehlersuche	Automatisierungssysteme
... erstellen eine Risikobeurteilung und eine Dokumentation.	Textverarbeitung, Tabellenkalkulation Zeichenprogramme Risikobeurteilung	Durchführung einer Risikobeurteilung (Risikoanalyse, Risikoeinschätzung, Risikobewertung) Erstellung von Schaltplänen	Risikobeurteilung und eine Dokumentation
HINWEISE:			

**4.3.11 Lernfeld 9: Baueinheiten und Produkte entwickeln und konstruieren [240h-320h]**

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF9: BAUEINHEITEN UND PRODUKTE ENTWICKELN UND KONSTRUIEREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... analysieren Maschinenelemente und Bauteile auf Funktion, Belastung und Wirkungsweise.	<p>Arten von Lagerungen und Lagern Funktion und Verwendung von Verbindungselemente (Bolzen, Stifte, Nieten) Maschinenelemente:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gleit- und Wälzlagerungen</li> <li>• Schraubenverbindungen</li> <li>• Achsen und Wellen</li> <li>• Arten der Welle-Nabe Verbindungen</li> <li>• Zahnräder</li> </ul> <p>Aufbau und Funktion von Kupplungen und Bremsen kennen Funktionsweise von Einheiten zum Übertragen von Kräften und Drehmomenten (z. B. Antriebe, Getriebe, Riementriebe) kennen Funktion und Wirkung von Schweißverbindungen kennen</p>	<p>Analyse der Wälzlagerauswahl und Lebensdauer Analyse von Lageranordnung und Umlaufverhältnissen Analyse von Funktionseinheiten zum Übertragen von Kräften und Drehmomenten Analysieren die Wirkungsweise und Belastungen einzelner Bauteile (z. B. Getriebe, Kupplungen, Bremsen) Analyse und Auswahl von Fügeverfahren, insbesondere Welle Nabe-Verbindungen Analyse von Schweißkonstruktionen</p>	<p>Kinematik der Rotationsbewegung Schnittgrößen Grundlagen der Statik und Festigkeitslehre Anforderungen an Wälzlager und Wälzlagerungen Anforderungen an Welle-Nabe-Verbindungen Qualitätskriterien für konstruktiven Lösungen</p>

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF9: BAUEINHEITEN UND PRODUKTE ENTWICKELN UND KONSTRUIEREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... analysieren Maschinenelemente, Baueinheiten und Produkte auf Funktion, Belastung und Wirkungsweise.	<p>Normen und VDI-Richtlinien                      technische Datenblätter, Diagramme und Beschreibungen                      Statik, Festigkeitslehre und Dynamik                      Werkstoffkennwerte/Werkstoffeigenschaften                      Berechnungssoftware                      Gestaltfestigkeit und Sicherheit                      Lebensdauer</p>	<p>Berechnung und Auslegung der Lebensdauer von Wälzlagern                      Tragfähigkeitsnachweis von Maschinenelementen                      Dimensionierung von Bauteilen einer Baueinheit (z. B. Wellen, Zahnräder, Bremshebel)                      Auswahl und Berechnung von Welle Nabe-Verbindungen                      Auswahl und Dimensionierung von Kupplungen anhand von Datenblättern                      Auslegung und Berechnung von Schweißkonstruktionen                      Auslegung von Schraubenverbindungen</p>	<p>Zusammenhänge zwischen Festigkeit, Konstruktion, Herstellung und Kosten                      Anforderungen an Maschinenelemente                      Schnittgrößen                      Grundlagen der Elastostatik</p>
... legen Maschinenelemente und Baueinheiten aus und konstruieren, optimieren und detaillieren diese.	<p>manuelle Entwürfe und Skizzen                      CAD gestütztes Konstruieren                      Fertigungszeichnungen und Stücklisten                      Kataloge und Normteillbibliotheken</p>	<p>Erstellung von Entwurf- und Konstruktions-skizzen                      Erstellung von Detailkonstruktionen und Fertigungszeichnungen von Einzelteilen mit CAD                      Erstellung von 3D CAD-Modellen von Bauteilen und Baugruppen                      Optimierung von konstruktiven Lösungen</p>	<p>Möglichkeiten der Kostenbeeinflussung</p>

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF9: BAUEINHEITEN UND PRODUKTE ENTWICKELN UND KONSTRUIEREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... wenden Konstruktionsmethoden und Gestaltungsrichtlinien an.	<p>Funktionsstruktur von Technischen Produkten                      Grundlagen des Gestaltens                      Methoden zur Lösungsfindung                      Normzahl und Baureihen                      Vorgehensplan zur Schaffung neuer Produkte nach VDI-Richtlinie 2222</p>	<p>Erstellung von Funktionsstrukturen/-gliederungen für konstruktive Aufgabestellungen                      Anwendung der Konstruktionsmethodik (Lösungsvarianten bewerten und vergleichen)                      Anwendung von Normzahlenreihen bei der Größenabstufung von Baureihen                      Anwendung des Vorgehensplan und der Lösungswege zur Schaffung neuer Produkte</p>	<p>Konstruktionsmethodik</p>
... setzen softwaregestützte (numerische) Verfahren zur Berechnung und Simulation von Baueinheiten ein.	<p>numerische Bauteilanalyse (z. B. FEM, Kontur-Spannungsoptimierung)                      Pre-, Solve- und Postprozess</p>	<p>Nutzung numerisch gestützter Berechnungsverfahren für Festigkeits- und Verzerungsanalysen                      Auswertung und Interpretation von numerischen Bauteilanalysen                      Auswirkung von Randbedingungen, Belastungen und Modellierung auf das Ergebnis</p>	<p>Korrelation zwischen manueller/analytischer und numerischer Berechnung</p>
HINWEISE:			

**4.3.12 Lernfeld 10: Fertigungsverfahren analysieren, planen und optimieren [180h-220h]**

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF10: FERTIGUNGSVERFAHREN ANALYSIEREN, PLANEN UND OPTIMIEREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... planen Produktionsprozesse unter Berücksichtigung technologischer und wirtschaftlicher Aspekte.	technologische Grundlagen der Fertigungsverfahren und Fertigungsprozesse wirtschaftliche Aspekte der Produktionsverfahren Produktionsplanung (Verfahrens-/Arbeitsplanung)	Planung von Fertigungsprozessen Bewertung der Wirtschaftlichkeit von Fertigungsmaschinen und –verfahren Analyse, Bewertung und Optimierung von Produktionsprozessen	technologische und wirtschaftliche Aspekte unterschiedlicher Fertigungsprozesse Wechselwirkung von Einflussgrößen der Fertigung auf den Gesamtprozess
... realisieren Fertigungsprozesse mit CAD/CAM-Systemen.	CNC-Systeme (Maschinen und Programmiersprachen) Kenntnisse über Werkzeugmaschinen (z. B. Bearbeitungsebenen) Kenntnisse über Produktanforderungen (z. B. Toleranzen, Oberflächengüte etc.) Kenntnisse von Prozessparametern (Bearbeitungszeit, Standzeiten, Verschleiß)	CNC-Programmierung (z. B. PAL oder Heidenhain-Klartext Programmiersprachen) Simulation von Fertigungsprozessen Analyse und Optimierung von Fertigungsprozessen	Einfluss von Prozessparametern (z. B. Bearbeitungszeit, Standzeiten, Verschleiß)
... wenden Werkzeuge und Methoden der Qualitätssicherung an.	Methoden und Werkzeuge der QS (z. B. Prüf- und Auswertungsmethoden)	Prüfplanung, Festlegung geeigneter Mess- und Auswertungsverfahren	Prüfverfahren
... beachten sowohl Richtlinien, Normen und Rechtsvorgaben sowie ökologische Gesichtspunkte.	Kenntnisse über einschlägiger Regelwerke und Richtlinien relevante Rechtsvorschriften	Anwendung von Rechtsvorschriften	Produkthaftung
HINWEISE:			

**4.3.13 Lernfeld 11: Produktion organisieren und optimieren [140h-180h]**

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF11: PRODUKTION ORGANISIEREN UND OPTIMIEREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... analysieren, planen und steuern die Materialwirtschaft in einem Unternehmen.	Arbeitsplan und Stückliste Analyse und Gestaltung des Materialflusses Bedarfsermittlung <ul style="list-style-type: none"> <li>• ABC-Analyse</li> <li>• XYZ-Analyse</li> <li>• optimale Bestellmenge</li> </ul> Dispositionsverfahren <ul style="list-style-type: none"> <li>• verbrauchsgesteuert</li> <li>• bedarfsgesteuert</li> </ul>	Planung der Teilprozesse des Materialflusses Durchführung der Bedarfsermittlung	Materialfluss bei Produktionsprozessen Materialwirtschaft, Servicegrad und Kosten
... erfassen, bewerten und kontrollieren die Daten aus der Finanz- und Betriebsbuchhaltung.	Aufgaben der Kosten- und Leistungsrechnung Kostenartenrechnung Leistungsrechnung <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kostenstellenrechnung</li> <li>• Betriebsabrechnungsbogen (BAB)</li> <li>• Platzkostenrechnung</li> </ul> Kostenträgerrechnung	Aufteilung der Kostenarten auf die Kostenstellen Festlegung der Verteilungsschlüssel Controlling der Wirtschaftlichkeit	Kosten- und Leistungsrechnung zur Betriebskontrolle
... kalkulieren Preise für ein Produkt.	Arten der Kalkulation <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zuschlagskalkulation</li> <li>• Divisionskalkulation</li> <li>• Deckungsbeitragsrechnung</li> </ul>	Durchführung einer Angebotskalkulation	Preisermittlung und Kostenkontrolle



Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF11: PRODUKTION ORGANISIEREN UND OPTIMIEREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... analysieren, bewerten und planen Arbeitssysteme.	Grundlagen der Arbeitssystemgestaltung Arbeitsplatz <ul style="list-style-type: none"> <li>• Belastung und Beanspruchung</li> <li>• Ergonomie</li> </ul> Arbeitsumgebung Arbeitsanalyse <ul style="list-style-type: none"> <li>• REFA</li> <li>• MTM</li> </ul>	Bewertung und Planung eines Arbeitsplatzes unter Berücksichtigung ergonomischer Gesichtspunkte und entsprechenden gesetzlichen Bestimmungen Erfassung von Zeiten für Produktionsvorgänge	Ergonomie
... berücksichtigen rechtliche Grundlagen der Arbeitssystemgestaltung.	Regelwerke Risikobeurteilung/Gefährdungsbeurteilung	Durchführung von Risikobeurteilungen Erstellung von Regelwerken <ul style="list-style-type: none"> <li>• Montageanleitung</li> </ul> Gesundheitsschutz	Gefährdungsbeurteilung
... planen und ändern die Abläufe eines Unternehmens.	Organisationsformen im Betrieb <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufbauorganisation</li> <li>• Ablauforganisation</li> </ul> Organisation der Arbeit <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mengenteilung</li> <li>• Arteilung</li> </ul> Steuerungsprinzipien in der Produktion Organisationsprinzipien der Fertigung	Planung von Arbeitsabläufen	Magisches Dreieck der Produktion

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF11: PRODUKTION ORGANISIEREN UND OPTIMIEREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... informieren sich über das betriebliche Informationssystem.	Produktionsplanung und –steuerung (PPS) <ul style="list-style-type: none"> <li>• Enterprise Resource Planning (ERP)</li> <li>• Manufacturing Execution Systeme (MES)</li> <li>• Betriebsdatenerfassung (BDE)</li> </ul> Datenmanagement Computer Aided Industry (CAI)	Vergleich und Auswahl vernetzter Datenmanagementsysteme Überwachung des Datenflusses von ERP-Systemen und MES Aufbereitung der Produktionsdaten im ERP System und Übermittlung in das MES	
... planen und steuern Produktionsabläufe.	Methoden der Planung in der Produktion <ul style="list-style-type: none"> <li>• Netzplantechnik</li> <li>• Balkendiagramm</li> </ul> Arbeitsablauf und Zeiten <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zeitermittlung</li> </ul> Prozesszeiten	Anwendung des PPS Systems Planerische Gliederung und Durchführung eines Auftrags Minimierung von Planungsfehlern in Hinblick auf Zeit, Kosten und Qualität	Kostenoptimierung der Produktion Qualitätssicherung
HINWEISE:			

## 5 Handhabung des Lehrplans

Die in Kapitel 3 theoretisch begründete strukturell-curriculare Rahmung impliziert einen anspruchsvollen kompetenzorientierten Unterricht. Um die darin gesetzten Vorgaben unterrichtswirksam zu machen, gilt es folgende Prämissen zu berücksichtigen:

- Moderner Fachschulunterricht ist *lernerorientiert*, d. h., dass alle zu planenden Unterrichtsprozesse sich primär an Lernprozessen ausrichten sollen, nicht an Lehrprozessen. Lernprozesse sollen einer kasuistisch-operativen Umsetzungslogik (handlungssystematisch) folgen, die von einer theoretisch-abstrakten Objektivierungslogik (fachsystematisch) ergänzt wird.
- Die Zielbildung in den Querschnitt-Lernfeldern erfolgt als Explikation der Lehrplan-Inhalte durch die *Beschreibung von Wissens- und Fertigungszielen*. Ihr Umfang und Anspruch bemisst sich aus deren jeweiliger Bedeutung für die korrespondierenden fachlich-methodischen Kompetenzen.
- Im Rahmen der beruflichen Lernfelder ist die Explikation von *beruflichen Handlungen* der curriculare Ausgangspunkt der Unterrichtsplanung. Damit wird von Anfang an geklärt, welches Wissen in welchen Handlungszusammenhängen von den Studierenden erworben werden soll. Die im Lehrplan vollzogene Beschreibung der Kompetenzen auf einem mittleren Niveau gilt es dabei in der konkreten Unterrichtskonzeption adäquat zu den jeweils vorliegenden Rahmenbedingungen und im jeweils aktuellen technisch-produktiven, gestalterischen oder betriebswirtschaftlichen Kontext zu konkretisieren.
- Die genaue Zusammenstellung eines unterrichtsrelevanten Gebildes aus Kompetenzen erfolgt über einen einschlägigen *Berufskontext*, welcher dann auch als übergreifende Lernsituation den Gesamtrahmen der jeweiligen Unterrichtseinheit bildet.
- Kompetenzerwerb setzt *Verständnisprozesse* voraus, welche durch eine *Problemorientierung* des Unterrichts ausgelöst werden. Je anspruchsvoller die Problemstellungen, desto höher das zu erreichende Kompetenz-Niveau.
- Kompetenzen im Sinne eines verstandenen Handelns erfordern einschlägiges Sach- und Prozesswissen mit entsprechendem Reflexionswissen mit unmittelbarem Bezug zu dessen *berufsspezifischer Nutzung*, daher soll sich der Kompetenzerwerb in *sinnvollen* Abschnitten zwischen kasuistisch-operativen Phasen (handlungssystematisch) und theoretisch-abstrakten Phasen (fachsystematisch) *wechselseitig ergänzen*.
- *Fachsystematische Lernprozesse* gehen von den Fachwissenschaften aus, beinhalten deren Systematiken und bilden damit ein anwendungsübergreifendes Gerüst für das berufliche Handeln. Sie sind zudem der Raum für die Auseinandersetzung mit den mathematisch-naturwissenschaftlichen bzw. gestalterischen Hintergründen. Lern-Reflexionen beziehen sich hier auf die Kategorien „Wissen“ (kognitive Reproduktion) und „Verstehen“ (kognitive Anwendung).
- *Handlungssystematische Lernprozesse* gehen von beruflichen Prozessen aus, beinhalten deren Eigenlogik und bilden damit anwendungsbezogene Ankerpunkte für das berufliche Handeln. Lernreflexionen beziehen sich hier auf die Kategorie „Können“ (operative Anwendung).
- *Lernerfolgsmessung* kann sich im Einzelnen auf „Wissen“, „Verständnis“ oder „Können“ beziehen, der Anspruch einer Kompetenzdiagnostik kann aber nur dann erfüllt werden, wenn alle drei oben genannten Komponenten *integrativ erhoben* werden, und mit den Zielkategorien *taxiert* werden.
- Der Erwerb sozial-kommunikativer Kompetenzen erfordert *kollektive Lernformen*, wird aber nicht allein durch diese gewährleistet. Entscheidend ist hier ein bewusster und re-

flektierter Kompetenzerwerb, daher sind sozial-kommunikative Kompetenz-Ziele den Studierenden zu kommunizieren, deren Erwerb zu thematisieren und zu reflektieren.

- Der Erwerb von Personalkompetenzen (bzw. Selbstkompetenzen) erfordert die Akzentuierung motivationaler, affektiver und strategisch-organisationaler Auseinandersetzungen der Studierenden mit sich und ihrem Lernen. Fachschulunterricht sollte daher das *Lernen als eigenständigen Lerngegenstand* begreifen und dies pädagogisch und methodisch angemessen umsetzen.

ENTWURF

## 6 Literaturverzeichnis

- Bader, R. (2004): Strategien zur Umsetzung des Lernfeld-Konzepts. In: bwp@ spezial 1
- BIFIE (Hrsg.). (2013). Standardisierte kompetenzorientierte Reifeprüfung. Reife- und Diplomprüfung. Grundlagen – Entwicklung – Implementierung. Unter Mitarbeit von H. Cesnik, S. Dahm, C. Dorninger, E. Dousset-Ortner, K. Eberharter, R. Fless-Klinger, M. Frebort, G. Friedl-Lucyshyn, D. Frötscher, R. Gleeson, A. Pinter, F. J., Punter, S. Reif-Breitwieser, E. Sattlberger, F. Schaffenrath, G. Sigott, H.-S. Siller, P. Simon, C. Spöttl, J. Steinfeld, E. Süß-Stepancik, I. Thelen-Schaefer & B. Zisser. Wien: Herausgeber.
- Chomsky, N. (1965). Aspects of the theory of syntax. Cambridge, Mass: M.I.T. Press.
- Erpenbeck, J. / Rosenstiel, L. / Grote S. / Sauter W. (2017): Handbuch Kompetenzmessung: Erkennen, verstehen und bewerten von Kompetenzen in der betrieblichen, pädagogischen und psychologischen Praxis. Stuttgart, Schäfer & Pöschel
- Euler, D. / Reemtsma-Theis, M. (1999): Sozialkompetenzen? Über die Klärung einer didaktischen Zielkategorie. In: Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik, Heft 2, S. 168 - 198.
- Klafki, W. (1964): Didaktische Analyse als Kern der Unterrichtsvorbereitung in: Roth, H. / Blumenthal, A. (Hrsg.): Grundlegende Aufsätze aus der Zeitschrift Die Deutsche Schule, Hannover 1964, S. 5 - 34.
- Lerch, S. (2013): Selbstkompetenz – eine neue Kategorie zur eigens gesollten Optimierung? Theoretische Analyse und empirische Befunde. In: REPORT 1/2013 (36. Jg.) S. 25 - 34.
- Mandl, H. / Friedrich H.F. (Hrsg.) (2005): Handbuch Lernstrategien. Göttingen, Hogrefe.
- Pittich, D. (2013). Diagnostik fachlich-methodischer Kompetenzen. Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag
- Siller, H.-S., Bruder, R., Hascher, T., Linnemann, T., Steinfeld, J., & Sattlberger, E. (2014). Stufung mathematischer Kompetenzen am Ende der Sekundarstufe II – eine Konkretisierung. In J. Roth & J. Ames (Hrsg.), Beiträge zum Mathematikunterricht 2014, Münster: WTM, S. 1135 - 1138.
- Tenberg, R. (2011): Vermittlung fachlicher und überfachlicher Kompetenzen in technischen Berufen. Theorie und Praxis der Technikdidaktik. Stuttgart: Steiner
- Volpert, W. (1980): Beiträge zur psychologischen Handlungstheorie. Bern: Huber.



# Lehrplan

## Zweijährige Fachschule für Technik

### FACHRICHTUNG MASCHINENTECHNIK

### SCHWERPUNKT PRODUKTIONS- UND QUALITÄTSMANAGEMENT

BILDUNGSLAND  
Hessen 

Version C

Februar 2019

ENTWURF

Impressum

Hessisches Kultusministerium  
Luisenplatz 10, 65185 Wiesbaden  
Tel.: 0611 368-0  
Fax: 0611 368-2096

E-Mail: [poststelle@hkm.hessen.de](mailto:poststelle@hkm.hessen.de)  
Internet: [www.kultusministerium.hessen.de](http://www.kultusministerium.hessen.de)

## Inhaltsverzeichnis

1	Bedeutung der Fachschule für Technik in der Bildungslandschaft.....	5
2	Grundlegung für die Fachrichtung Maschinentechnik .....	6
3	Theoretische Grundlagen des Lehrplans .....	10
3.1	Sozial-kommunikative Kompetenzen .....	10
3.2	Personale Kompetenzen .....	10
3.3	Fachlich-methodische Kompetenzen .....	11
3.4	Zielkategorien.....	12
3.4.1	Beruflich akzentuierte Zielkategorien.....	13
3.4.2	Mathematisch akzentuierte Zielkategorien .....	15
3.5	Taxierung der Kompetenzen in drei Stufen .....	15
3.5.1	Taxonomietabelle für beruflich akzentuierte Zielkategorien.....	17
3.5.2	Taxonomietabelle für mathematisch akzentuierte Zielkategorien .....	18
3.6	Zusammenfassung.....	19
4	Organisation der Kompetenzen und Kenntnisse .....	20
4.1	Lernfelder .....	20
4.2	Stundentafel .....	21
4.3	Beruflicher Lernbereich .....	23
4.3.1	Mathematik (Querschnitt-Lernfeld) .....	23
4.3.2	Projektarbeit .....	25
4.3.3	Lernfeld 1: Projekte mittels systematischen Projektmanagements zum Erfolg führen .....	26
4.3.4	Lernfeld 2: Die Qualität von Prozessen, Anlagen und Produkten planen und sichern .....	28
4.3.5	Lernfeld 3 (Querschnitt-Lernfeld): Prozesse, Anlagen und Produkte nach naturwissenschaftlichen Aspekten analysieren und bewerten.....	31
4.3.6	Lernfeld 4: Bauteile und Baugruppen unter mechanischen Aspekten entwerfen und auslegen .....	33
4.3.7	Lernfeld 5: Bauteile und Baugruppen mit CAx Methoden modellieren, darstellen und realisieren .....	35
4.3.8	Lernfeld 6: Bauteile und Baugruppen nach technologischen Aspekten analysieren und bearbeiten .....	37
4.3.9	Lernfeld 7: Antriebe, Aktoren und Sensoren in Maschinen und Anlagen integrieren .....	39
4.3.10	Lernfeld 8: Computergestützte Verfahren im Produktionsumfeld zur Planung und Lenkung einsetzen .....	41
4.3.11	Lernfeld 9: Produktion und Arbeitssysteme planen .....	42
4.3.12	Lernfeld 10: Produktionsabläufe organisieren und steuern sowie Daten und Kosten ermitteln.....	44
4.3.13	Lernfeld 11: Fertigungs- und Montageprozesse planen, optimieren und automatisieren .....	46



4.3.14	Lernfeld 12: Bauteile und Baugruppen prüfen sowie Prozesse und Maschinen überwachen.....	48
4.3.15	Lernfeld 13: Betriebsmittel projektieren, entwerfen und konstruieren .....	50
5	Handhabung des Lehrplans .....	52
6	Literaturverzeichnis .....	54

ENTWURF

## 1 Bedeutung der Fachschule für Technik in der Bildungslandschaft

Die Fachschulen sind Einrichtungen der beruflichen Weiterbildung und schließen an eine einschlägige berufliche Ausbildung an. Sie bieten die Möglichkeit zu beruflicher Weiterqualifizierung aus der Praxis für die Praxis und ermöglichen dabei das Erreichen der höchsten Qualifizierungsebene in der beruflichen Bildung.<sup>1</sup>

In der Rahmenvereinbarung der Kultusministerkonferenz zu Fachschulen wird zu Ausbildungsziel, Tätigkeitsbereichen und Qualifikationsprofil das Folgende festgestellt:

„Ziel der Ausbildung im Fachbereich Technik ist es, Fachkräfte mit einschlägiger Berufsausbildung und Berufserfahrung für die Lösung technisch-naturwissenschaftlicher Problemstellungen, für Führungsaufgaben im betrieblichen Management auf der mittleren Führungsebene sowie für die unternehmerische Selbstständigkeit zu qualifizieren.

Die Ausbildung orientiert sich an den Erfordernissen der beruflichen Praxis und befähigt die Absolventinnen/Absolventen, den technologischen Wandel zu bewältigen und die sich daraus ergebenden Entwicklungen der Wirtschaft mitzugestalten.

Der Umsetzung neuer Technologien – verbunden mit der Fähigkeit kostenbewusst zu handeln und Fremdsprachenkenntnisse anzuwenden – wird deshalb auf der Basis des fachrichtungsspezifischen Vertiefungswissens in der Ausbildung besonderer Wert beigemessen. Der Fähigkeit, Mitarbeiter/Mitarbeiterinnen anzuleiten, zu führen, zu motivieren und zu beurteilen – sowie der Fähigkeit zur Teamarbeit – kommen im Zusammenhang mit den speziellen fachlichen Kompetenzen große Bedeutung zu.

Die Absolventinnen/Absolventen müssen vor diesem Hintergrund in der Lage sein, im Team und selbstständig Probleme des entsprechenden Aufgabenbereiches zu erkennen, zu analysieren, zu strukturieren, zu beurteilen und Wege zur Lösung dieser Probleme in wechselnden Situationen zu finden.“<sup>2</sup>

Die Studierenden sollen in der beruflichen Aufstiegsfortbildung zum staatlich geprüften Techniker / zur staatlich geprüften Technikerin befähigt werden, betriebswirtschaftliche, technisch-naturwissenschaftliche sowie künstlerische Aufgaben zu bewältigen.

Die Fachschulen orientieren sich dabei nicht an Studiengängen, sondern am Stand der Technik sowie ihrer praktischen Anwendung und genießen dadurch einen hohen Stellenwert in der Erwachsenenbildung.

Die Studierenden erlernen und vertiefen in der Weiterbildung das selbständige Erkennen, Strukturieren, Analysieren und Beurteilen von Problemen des Berufsbereiches und deren Lösung. Sie lernen, Projekte mittels systematischen Projektmanagements zum Erfolg zu führen

Dabei liegt ein besonderes Augenmerk auf der Förderung des wirtschaftlichen Denkens und verantwortlichen Handelns in Führungspositionen und der damit verbundenen Fähigkeit zu konstruktiver Kritik und der Bewältigung von Konflikten.

---

<sup>1</sup>DQR Niveau 6

<sup>2</sup>Rahmenvereinbarung über Fachschulen; Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 07.11.2002 i.d.F. vom 02.06.2016 S.16

Nicht zuletzt vertiefen die Studierenden ihre Fähigkeiten, sprachlich sicher zu agieren, um in allen Kontexten des beruflichen Handelns bestehen zu können.

Die rasante Entwicklung digitaler Technologien und die damit einhergehenden, tiefgreifenden Veränderungen in der Wirtschaft, in Arbeitsprozessen und im Kommunikationsverhalten stellen auch neue Anforderungen an Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen. So ist auch der Tätigkeitsbereich der Techniker und Technikerinnen in vielen Bereichen durch zusätzliche Merkmale betroffen:

- Vernetzung der Infrastruktur sowie der gesamten Wertschöpfungskette,
- Erfassung, Transport, Speicherung und Auswertung großer Datenmengen,
- Echtzeitfähigkeit der Systeme,
- cyber-physische Systeme – intelligente, kommunikationsfähige und autonome Maschinen und Systeme,
- Verschmelzung von virtueller und realer Welt,
- Gewährleistung von Datensicherheit und Datenschutz.

Somit muss die klassische Trennung in prozess- und produktorientierte berufsspezifische Handlungsfelder zugunsten eines die Schnittstellen vernetzenden, stärker systemorientierten und unternehmerischen Handlungskontextes aufgelöst werden.<sup>3</sup>

Der Erwerb der dazu benötigten Kompetenzen muss, auch wenn sie in den Lernfeldmatrizen nicht explizit aufgeführt sein sollten, durch die unterrichtliche Umsetzung in den Fachschulen für Technik ermöglicht werden.

## 2 Grundlegung für die Fachrichtung Maschinentechnik

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker der Fachrichtung Maschinentechnik werden mit vielfältigen technischen, organisatorischen und wirtschaftlichen Aufgaben betraut und z. B. bei der Planung, Projektierung, Konstruktion, im Versuch, in der Auftragsabwicklung, in der Produktion von Maschinen und anderer mittels Maschinen- und Apparatetechnik erzeugter Produkte, in der Instandhaltung und im Service eingesetzt. Gegenüber dem Ingenieur grenzt die Technikerin / der Techniker sich durch die verstärkte Praxisbezogenheit seiner schulischen und betrieblichen Vor- und Ausbildung ab.

Im Rahmen der betrieblichen Tätigkeitsbereiche führt die staatlich geprüfte Technikerin / der staatlich geprüfte Techniker der Fachrichtung Maschinentechnik folgende typische Tätigkeiten unter Beachtung vorgegebener Regeln, Normen und Vorschriften aus:

- Methoden der Ideenfindung und Kreativitätstechniken anwenden,
- Methoden der Projektplanung, -durchführung und des Projektcontrollings anwenden,
- nationale sowie internationale wirtschaftliche und ökologische Rahmenbedingungen und Besonderheiten analysieren und umsetzen,
- nationale sowie internationale Rechtsvorschriften und Normwerke für die Bewältigung technischer und betrieblicher Aufgaben analysieren und umsetzen,
- Lösungsstrategien entwickeln, Lösungsverfahren auswählen,

---

<sup>3</sup> Kompetenzorientiertes Qualifikationsprofil zur Integration der Thematik „Industrie 4.0“ in die Ausbildung an Fachschulen für Technik (Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 24.11.2017)

- Planungs- und Arbeitsschritte dokumentieren,
- Arbeitsanweisungen und Betriebsanleitungen erstellen,
- mathematische, natur- und technikkwissenschaftliche Erkenntnisse und Methoden anwenden,
- Teilprozesse in Gesamtabläufe integrieren,
- Lösungen technisch und wirtschaftlich beurteilen,
- Technik sowohl human-, sozial- und umweltverträglich gestalten,
- Qualitätsmanagement realisieren,
- Arbeitsplätze und Arbeitsorganisation gestalten,
- Betriebsmittel, Vorrichtungen, Werkzeuge, Maschinen, Geräte und Anlagen konzipieren, entwerfen, projektieren, detaillieren,
- Maschinen, Geräte und Apparate auswählen, in Betrieb nehmen, instand halten,
- automatisierte Systeme zum Fertigen, Prüfen, Montieren, Transportieren, Lagern planen, entwickeln und verknüpfen,
- automatisierte Systeme zum Fertigen, Produzieren, Prüfen, Montieren, Transportieren, Lagern, in Betrieb nehmen, warten, inspizieren, instand setzen, Arbeitsplanungen durchführen, Fertigungsprozesse organisieren,
- mengen- und termingerechte Planung, Steuerung und Überwachung der Produktions- bzw. Fertigungsabläufe, des Material- und Maschineneinsatzes und der Lager-, Auftrags- und Bestellbestände durchführen,
- Kostenrechnungen durchführen,
- in der Normenüberwachung und Werksnormerstellung mitarbeiten,
- Versuche planen und durchführen,
- beraten und verkaufen,
- ausbilden und schulen.

Die Breite der Verantwortung reicht von der Erledigung definiert vorgegebener Aufträge, der Mitwirkung bei der Abwicklung bis zur selbstständigen Planung und Durchführung von Projekten. Um diesen Verantwortungsrahmen auszufüllen, sollen staatlich geprüfte Technikerinnen und Techniker

- Probleme analysieren, strukturieren und lösen,
- Informationen selbstständig beschaffen, auswerten und strukturieren,
- fähig sein, im Team zu arbeiten, aber auch Führungsaufgaben zu übernehmen,
- sich in einer Fremdsprache berufsbezogen zu informieren und zu kommunizieren,
- sich weiterbilden.

Die unterschiedlichen Einsatzgebiete der staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker der Fachrichtung Maschinentechnik erfordern eine Differenzierung der Weiterbildung in die Schwerpunkte:

- Automatisierungstechnik
- Konstruktion und Entwicklung
- Maschinenbau
- Produktions- und Qualitätsmanagement
- Verfahrens- und Umwelttechnik
- Technische Betriebswirtschaft

Die Zielsetzung der einzelnen Schwerpunkte der beruflichen Weiterbildung sind:

### **Automatisierungstechnik**

Maschinen und Anlagen werden mit komplexen Automatisierungssystemen ausgestattet. Dabei muss der zunehmenden Digitalisierung Rechnung getragen werden. Zum Beispiel kommunizieren Sensoren, Aktoren und Antriebssysteme über Feldbussysteme mit einer zentralen Steuereinheit (Automatisierungsgerät), die wiederum häufig mittels eines Netzwerkes mit weiteren dezentralen Peripheriegeräten (z. B. **Human Machine Interface**) sowie übergeordneten Leitrechnern verbunden ist. Die Studierenden werden für die Projektierung und Inbetriebnahme dieser komplexen Automatisierungssysteme qualifiziert. Im Zusammenhang mit den erworbenen Qualifikationen in der Fertigungstechnik und der Produktionsorganisation werden die Studierenden dieses Schwerpunktes für eine qualifizierte Implementierung von Automatisierungssystemen in Maschinen und Anlagen weitergebildet.

### **Konstruktion und Entwicklung**

Im Schwerpunkt Konstruktion und Entwicklung findet, neben den Inhalten aus dem allgemeinen Maschinenbau, eine Vertiefung der konstruktiven Einflussgrößen in den technischen Abteilungen von Unternehmen unter kapazitäts-, fertigungs- und kostenrelevanten Aspekten statt.

### **Maschinenbau**

Der Schwerpunkt Maschinenbau verknüpft interdisziplinär die Wissensbereiche und beruflichen Kompetenzen aus den verschiedenen Schwerpunkten der Maschinenteknik mit den klassischen Naturwissenschaften und der Mathematik. Dazu zählen Aufgabenstellungen, die sich insbesondere mit der Konstruktion und Entwicklung, der Fertigung von Bauteilen, Baugruppen und Produkten sowie der Automatisierung befassen. Dabei sind Qualitätsvorgaben ebenso zu berücksichtigen wie ökonomische und ökologische Aspekte.

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker des Schwerpunkts Maschinenbau können aufgrund Ihrer vielseitigen Ausbildung in vielfältigen technischen, organisatorischen und wirtschaftlichen Aufgabenbereichen eingesetzt werden, z. B. in der Planung, Projektierung, Konstruktion, Qualitätssicherung und im Versuchsbereich.

### **Produktions- und Qualitätsmanagement**

Technikerinnen und Techniker mit Weiterbildungsschwerpunkt Produktions- und Qualitätsmanagement übernehmen vorzugsweise verantwortliche Tätigkeiten im Produktionsumfeld der Industrie. Damit haben sie eine große Bedeutung für die vorwiegend industriell geprägte Volkswirtschaft Deutschlands.

Insbesondere werden die produktionsbezogenen Bereiche gezielt ausgebildet:

- Qualitätsmanagement und Qualitätssteuerung,
- Planen und Steuern von Produktionsabläufen,
- Ermittlung von Daten, Kosten und Zeiten,
- Optimierung bestehender Produktionssysteme,
- Beschaffung und Entwicklung von Werkzeugen und Vorrichtungen,
- Gestaltung von Arbeitssystemen und Arbeitsplätzen.

In den aufgezählten Tätigkeitsfeldern übernehmen sie eigenverantwortliche Aufgaben im mittleren Management. Ihre Qualifikation in diesen Bereichen ist vergleichbar mit der von Ingenieuren und Ingenieurinnen.

### **Verfahrens- und Umwelttechnik**

Die Verfahren- und Umwelttechnik ist die Technik von Stoffumwandlungsprozessen. In ihr führen sogenannte Unit-Operations zu Änderung von Stoffeigenschaften.

Da umwelttechnische Prozesse im Wesentlichen auch Stoffumwandlungsprozesse sind, stellt die Synthese beider Disziplinen eine natürliche Vereinigung dar. Um diese Prozesse zu planen und vorherzusagen, sind vertiefte Kenntnisse der chemischen- und physikalischen Abläufe der jeweiligen Operation notwendig. Die Umsetzung der Abläufe erfolgt durch ausgewählte Maschinen und Apparate. Diese Maschinen und Apparate müssen dimensioniert und konstruiert werden. Dieses geschieht u.a. unter wirtschaftlichen und ökologischen Gesichtspunkten. Die Weiterbildung zum Verfahrens- und Umwelttechniker berücksichtigt den weiterhin zunehmenden Automatisierungsgrad der verfahrenstechnischen Anlagen.

In den aufgezählten Tätigkeitsfeldern übernehmen die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker eigenverantwortliche Aufgaben im mittleren Management. Ihre Qualifikationen in diesen Bereichen sind vergleichbar mit der von Ingenieuren und Ingenieurinnen.

### **Technische Betriebswirtschaft**

Der große Anteil betriebswirtschaftlicher Problemstellungen innerhalb der Arbeitswelt stellt erhöhte Anforderungen an die Beschäftigten in der Industrie. Neue Organisationsformen und Managementtechniken bestimmen den betrieblichen Alltag und die Ausgestaltung von Geschäftsprozessen. Im Zentrum steht die Kundenorientierung, die die Wettbewerbsfähigkeit nachhaltig sichert. Das Unternehmen ist bestrebt, aus dem Zielkonflikt zwischen Qualität, Kosten und Termin die Ausprägung zu finden, die den Bedürfnissen der Kunden am besten entspricht. Hierfür sind neben technischen auch betriebswirtschaftliche Kompetenzen notwendig, um langfristig einen Markterfolg zu erzielen.

Im Rahmen des Studiums werden die unternehmerischen Kompetenzen in Lernfeldern abgebildet, die sowohl technische als auch betriebswirtschaftliche berufliche Handlungen umfassen. Die Studierenden projektieren und entwickeln folglich technische Systeme und Anlagen und nehmen sie in Betrieb. Ferner planen, steuern und optimieren sie Absatz-, Beschaffungs- und Leistungserstellungsprozesse. Außerdem gestalten sie die Unternehmenskultur mit und setzen diese personalwirtschaftlich um. Darüber hinaus bereiten die Technikerinnen und Techniker Investitionen vor und stellen deren Finanzierung sicher. Sie erfassen und überwachen die daraus entstehenden Wertströme zur Kostenkontrolle und Preisgestaltung.

### 3 Theoretische Grundlagen des Lehrplans

Der vorliegende Lehrplan für Fachschulen in Hessen orientiert sich am aktuellen Anspruch beruflicher Bildung, Menschen auf Basis eines umfassenden Verständnisses handlungsfähig zu machen, also ihnen nicht alleine Wissen oder Qualifikationen, sondern Kompetenzen zu vermitteln. Eine im deutschsprachigen Raum anerkannte Grunddefinition von Kompetenz basiert auf dem US-amerikanischen Sprachwissenschaftler NOAM CHOMSKY, der diese als *Disposition zu einem eigenständigen, variablen Handeln* beschreibt (CHOMSKY, 1965). Das Kompetenzmodell von JOHN ERPENBECK und LUTZ VON ROSENSTIEL präzisiert dieses Basiskonzept, indem es sozial-kommunikative, personale und fachlich-methodische Kompetenzen unterscheidet (ERPENBECK, ROSENSTIEL, GROTE, SAUTER, 2017, S. XXI ff).

#### 3.1 Sozial-kommunikative Kompetenzen

Sozial-kommunikative Kompetenzen sind Dispositionen, kommunikativ und kooperativ selbstorganisiert zu handeln, d. h. sich mit anderen kreativ auseinander- und zusammensetzen, sich gruppen- und beziehungsorientiert zu verhalten, und neue Pläne, Aufgaben und Ziele zu entwickeln.

Diese werden im Kontext beruflichen Handelns nach EULER & REEMTSMA-THEIS (1999) konkretisiert und differenziert in einen (a) agentiven Schwerpunkt, einen (b) reflexiven Schwerpunkt und (c) deren Integration:

Zu (a): Fähigkeit zur Artikulation und Interpretation von verbalen und nonverbalen Äußerungen auf der Sach-, Beziehungs-, Selbstkundgabe- und Absichtsebene und Fähigkeit zur Artikulation und Interpretation von verbalen und nonverbalen Äußerungen im Rahmen einer Meta-Kommunikation auf der Sach-, Beziehungs-, Selbstkundgabe- und Absichtsebene.

Zu (b): Fähigkeit zur Klärung der Bedeutung und Ausprägung der situativen Bedingungen, insbesondere von zeitlichen und räumlichen Rahmenbedingungen der Kommunikation, 'Nachwirkungen' aus vorangegangenen Ereignissen, der sozialen Erwartungen an die Gesprächspartner, der Wirkungen aus der Gruppenzusammensetzung (jeweils im Hinblick auf die eigene Person sowie die Kommunikationspartner), Fähigkeit zur Klärung der Bedeutung und Ausprägung der personalen Bedingungen, insbesondere der emotionalen Befindlichkeit (Gefühle) der normativen Ausrichtung (Werte), der Handlungsprioritäten (Ziele), der fachlichen Grundlagen (Wissen), des Selbstkonzepts ('Bild' von der Person), (jeweils im Hinblick auf die eigene Person sowie die Kommunikationspartner), Fähigkeit zur Klärung der Übereinstimmung zwischen den äußeren Erwartungen an ein situationsgerechtes Handeln und den inneren Ansprüchen an ein authentisches Handeln.

Zu (c): Fähigkeit und Sensibilität, Kommunikationsstörungen zu identifizieren, und die Bereitschaft, sich mit ihnen (auch reflexiv) auseinanderzusetzen. Fähigkeit, reflexiv gewonnene Einsichten und Vorhaben in die Kommunikationsgestaltung einbringen und (ggf. unter Zuhilfenahme von Strategien der Handlungskontrolle) umsetzen zu können.

#### 3.2 Personale Kompetenzen

Personale Kompetenzen sind Dispositionen, sich selbst einzuschätzen, produktive Einstellungen, Werthaltungen, Motive und Selbstbilder zu entwickeln, eigene Begabungen, Moti-

vationen, Leistungsvorsätze zu entfalten und sich im Rahmen der Arbeit und außerhalb kreativ zu entwickeln und zu lernen.

LERCH (2013) bezeichnet personale Kompetenzen in Orientierung an aktuellen bildungswissenschaftlichen Konzepten auch als Selbstkompetenzen und unterscheidet dabei motivational-affektive Komponenten wie Selbstmotivation, Lern- und Leistungsbereitschaft, Sorgfalt, Flexibilität, Entscheidungsfähigkeit, Eigeninitiative, Verantwortungsfähigkeit, Zielstrebigkeit, Selbstvertrauen, Selbstständigkeit, Hilfsbereitschaft, Selbstkontrolle und Anstrengungsbereitschaft und strategisch-organisatorische Komponenten wie Selbstmanagement, Selbstorganisation, Zeitmanagement sowie Reflexionsfähigkeit. Hier sind auch sogenannte Lernkompetenzen (MANDL & FRIEDRICH, 2005) als jene personalen Kompetenzen einzuordnen, welche auf die eigenständige Organisation und Regulation des Lernens ausgerichtet sind.

### 3.3 Fachlich-methodische Kompetenzen

Fachlich-methodische Kompetenzen sind Dispositionen einer Person, bei der Lösung von sachlich-gegenständlichen Problemen geistig und physisch selbstorganisiert zu handeln, d. h. mit fachlichen und instrumentellen Kenntnissen, Fertigkeiten und Fähigkeiten kreativ Probleme zu lösen, Wissen sinnorientiert einzuordnen und zu bewerten; das schließt Dispositionen ein, Tätigkeiten, Aufgaben und Lösungen methodisch selbstorganisiert zu gestalten, sowie die Methoden selbst kreativ weiterzuentwickeln.

Fachlich-methodische Kompetenzen sind – im Sinne von ERPENBECK, ROSENSTIEL, GROTE, UND SAUTER (2017, S.XXI ff) – durch die Korrespondenz konkreter Handlungen und spezifischem Wissen beschreibbar. Wenn bekannt ist, was ein Mensch als Folge eines Lernprozesses können soll und auf welcher Wissensbasis dieses Können abgestützt sein soll, um ein eigenständiges und variables Handeln zu ermöglichen, kann sehr gezielt ein Unterricht geplant und gestaltet werden, der solche Kompetenzen integrativ vermittelt und eine Diagnostik entwickelt, mit welcher diese überprüft werden können. Im vorliegenden Lehrplan werden somit fachlich-methodische Kompetenzen als geschlossene Sinneinheiten aus Können und Wissen konkretisiert. Das Können wird dabei in Form einer beruflichen Handlung beschrieben, das Wissen in drei eigenständigen Kategorien auf mittlerem Konkretisierungsniveau spezifiziert: (a) Sachwissen, (b) Prozesswissen und (c) Reflexionswissen (PITTICH, 2013).

Zu (a): Sachwissen umfasst ein *anwendungs- und umsetzungsunabhängiges Wissen* über Dinge, Gegenstände, Geräte, Abläufe, Systeme etc. Es ist Teil fachlicher Systematiken und daher sachlogisch-hierarchisch strukturiert, wird durch assoziierendes Wahrnehmen, Verstehen und Merken erworben und ist damit die *gegenständliche Voraussetzung für ein eigenständiges, selbstreguliertes Handeln*. Beispiele: Aufbau eines Temperatursensors, Bauteile eines Kompaktreglers, Funktion eines Kompaktreglers, Aufbau einer Speicherprogrammierbaren Steuerung, Programmiersprache einer Speicherprogrammierbaren Steuerung, Struktur des Risikomanagement-Prozesses, EFQM-Modell.

Zu (b): Prozesswissen umfasst ein *anwendungs- und umsetzungsabhängiges Wissen* über berufliche Handlungssequenzen. Prozesse können auf drei verschiedenen Ebenen stattfinden, daher hat Prozesswissen entweder eine Produktdimension (Handhabung von Werkzeug, Material etc.), eine Aufgabendimension (Aufgaben-Typus, -Abfolgen etc.) oder eine Organisationsdimension (Geschäftsprozesse, Kreisläufe etc.). Prozesswissen ist immer Teil handlungsbezogener Systematiken und daher prozesslogisch-multizyklisch struk-



turiert, wird durch zielgerichtetes und feedback-gesteuertes Tun erworben und ist damit *funktionale Voraussetzung für ein eigenständiges, selbstreguliertes Handeln*. Beispiele: Kalibrierung eines Temperatursensors, Bedienung eines Kompaktreglers, Umgang mit der Programmierumgebung einer speicherprogrammierbaren Steuerung, Umsetzung des Risikomanagements, Handhabung einer EFQM-Zertifizierung.

Zu (c): Reflexionswissen umfasst ein *anwendungs- und umsetzungsunabhängiges Wissen*, welches hinter dem zugeordneten Sach- und Prozesswissen steht. Als konzeptuelles Wissen bildet es die theoretische Basis für das vorgeordnete Sach- und Prozesswissen und steht damit diesen gegenüber auf einer Meta-Ebene. Mit dem Reflexionswissen steht und fällt der Anspruch einer Kompetenz (und deren Erwerb). Seine Bestimmung erfolgt im Hinblick auf a) das unmittelbare Verständnis des Sach- und Prozesswissens (Erklärungsfunktion), b) die breitere wissenschaftliche Abstützung des Sach- und Prozesswissens (Fundierungsfunktion), c) die Relativierung des Sach- und Prozesswissens im Hinblick auf dessen berufliche Flexibilisierung und Dynamisierung (Transferfunktion). Umfang und Tiefe des Reflexionswissens werden ausschließlich so bestimmt, dass diesen drei Funktionen Rechnung getragen wird.

In der Trias dieser drei Wissenskategorien besteht ein bedeutsamer Zusammenhang: Das Sachwissen muss am Prozesswissen anschließen und umgekehrt, das Reflexionswissen muss sich auf die Hintergründe des Sach- und Prozesswissens eingrenzen. D. h., dass die hier anzuführenden Wissensbestandteile nur dann kompetenzrelevant sind, wenn sie innerhalb des hier eingrenzenden Handlungsrahmens liegen. Eine Teilkompetenz ist somit das Aggregat aus einer beruflichen Handlung und dem damit korrespondierenden Wissen:

Teilkompetenz			
Berufliche Handlung	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen

Innerhalb der einzelnen Lernfelder sind die einbezogenen Teilkompetenzen nicht zufällig angeordnet, gegenteilig folgen sie einem generativen Ansatz. D. h., dass die jeweils nachfolgende Teilkompetenz den Erwerb der vorausgehenden voraussetzt. Somit gelten innerhalb eines Lernfeldes alle Wissensaspekte, die in den vorausgehenden Teilkompetenzen konkretisiert wurden. Damit wird der Tatsache Rechnung getragen, dass Kompetenzen in einer sachlogischen Abfolge aufgebaut werden, dabei aber vermieden, dass innerhalb der Wissenszuordnungen der Teilkompetenzen nach unten zunehmend Redundanzen dargestellt werden.

### 3.4 Zielkategorien

Alle im Lehrplan aufgeführten Ziele lassen sich den folgenden Kategorien zuordnen:

1. Beruflich akzentuierte Zielkategorien: Kommunizieren & Kooperieren, Darstellen & Visualisieren, Informieren & Strukturieren, Planen & Projektieren, Entwerfen & Entwickeln, Realisieren & Betreiben und Evaluieren & Optimieren.
2. Mathematisch akzentuierte Zielkategorien: Operieren, Modellieren und Argumentieren.

Diese Kategorisierung soll in beruflicher Ausrichtung den Lehrplan mit dem Konzept der vollständigen Handlung (VOLPERT, 1980) hinterlegen, in mathematischer Ausrichtung mit dem O-M-A-Konzept (SILLER ET AL. 2014). Damit wird zum einen eine theoretisch abgestützte Differenzierung der vielfältigen Ziele beruflicher Lehrpläne erreicht, zum anderen die strukturelle Basis für eine nachvollziehbare und handhabbare Taxierung hergestellt.

### 3.4.1 Beruflich akzentuierte Zielkategorien

#### **Kommunizieren und Kooperieren**

Zum Kommunizieren gehören die schriftliche und mündliche Darlegung technischer, gestalterischer und betriebswirtschaftlicher Sachverhalte sowie die Führung einer Diskussion oder eines Diskurses über Problemstellungen unter Nutzung der erforderlichen Fachsprache. Das Spektrum der Zielkategorie reicht von einfachen Erläuterungen über fachlich fundierte Argumentation bis hin zur fachlichen Bewertung und Begründung technischer bzw. gestalterischer Zusammenhänge und Entscheidungen. Dabei sind die Sachverhalte und Problemstellungen inhaltlich klar, logisch strukturiert und anschaulich aufzubereiten. Der sachgemäße Gebrauch von Kommunikationsmedien und Kommunikationsplattformen sowie die Kenntnis der Kommunikationswege ermöglichen effektive Teamarbeit. Nicht zuletzt sind in diesem Zusammenhang der angemessene Umgang mit interkulturellen Aspekten sowie fremdsprachliche Kenntnisse erforderlich.

Kooperation ist eine wesentliche Voraussetzung zur Lösung komplexer Problemstellungen. Notwendig für erfolgreiche Kooperation ist Klarheit über die Gesamtzielsetzung, über die Teilziele, über die Schnittstellen und Randbedingungen sowie über die Arbeitsteilung und die Stärken und Schwächen aller Kooperationspartner. Um erfolgreich zu kooperieren, ist es erforderlich, die eigene Person und Leistung als Teil eines Ganzen zu sehen und einem gemeinsamen Ziel unterzuordnen. Auftretende Konflikte müssen respektvoll und sachbezogen gelöst werden.

#### **Darstellen und Visualisieren**

Diese Zielkategorie umfasst das Darstellen und Illustrieren technischer, gestalterischer und betriebswirtschaftlicher Sachverhalte, insbesondere das 'Übersetzen' abstrakter Daten und dynamischer Prozesse in fachgerechte Tabellen, Zeichnungen, Skizzen, Diagramme und weitere grafische Formen sowie beschreibende und erläuternde Texte. Dazu gehört es, geeignete Medien zur Visualisierung zu wählen, Sachverhalte, Problemstellungen und Lösungsvarianten in Dokumenten und Präsentationen darzustellen und zu erläutern. Ferner sind bei der Erstellung von Dokumenten die geltenden Normen und Konventionen zu beachten.

#### **Informieren und Strukturieren**

Das Internet bietet Information in großer Fülle zu vielen technischen, gestalterischen und betriebswirtschaftlichen Sachverhalten. Weitere Informationsquellen sind die wissenschaftliche Literatur und Dokumente aus den Betrieben und der Industrie sowie Experten und Kollegen. Sich umfassend und objektiv zu informieren stellt unter dieser Vielfalt eine grundsätzliche und wichtige Kompetenz dar. Die Studierenden sollen die Fähigkeit erwerben, zu Sachverhalten und Problemstellungen wichtige Informationsquellen zu benennen, sowie die Glaubwürdigkeit und Seriosität dieser Quellen anhand belastbarer Kriterien zu bewerten. Das Spektrum dieser Zielkategorie beinhaltet ferner die korrekte und sachgerechte Verwendung von Zitaten und die Beachtung von Persönlichkeitsrechten. Mit dem Informationserwerb geht die Strukturierung der Informationen durch zielgerechtes Auswählen, Zusammenfassen und Aufbereiten einher.

#### **Planen und Projektieren**

Diese Zielkategorie beinhaltet die wesentlichen Fertigkeiten und Kenntnisse, um komplexere und umfangreichere Aufgaben- oder Problemstellungen inhaltlich wie auch zeitlich zu

strukturieren, mit Qualitätssicherungsmaßnahmen zu belegen und die Kosten und Ressourcen zu kalkulieren und zu bewerten. Im Detail gehören dazu die Fähigkeiten, überprüfbare Kriterien und Planungsziele zu definieren und deren Umsetzung zu planen und zu kontrollieren. Die zeitliche und inhaltliche Gliederung der Aufgaben ist zu Zwecken der Kontrolle und Steuerung, der Kooperation und Visualisierung durch eine begründete Wahl von Projektmethoden und Werkzeugen sicherzustellen.

### **Entwerfen und Entwickeln**

Das Entwerfen ist die zielgerichtete geistige und kreative Vorbereitung eines später zu realisierenden Produktes. Dieses Produkt kann beispielsweise ein Modell, eine Kollektion, eine Vorrichtung, eine Schaltung, eine Baugruppe, ein Steuerungsprogramm oder auch ein Regelkreis sein. Das Ergebnis dieses Prozesses – der Entwurf – wird in Form von Texten, Zeichnungen, Grafiken, (Näh-) Proben, Schnittmustern, Schaltplänen, Modellen oder Berechnungen dokumentiert.

Entwickeln ist die zielgerichtete Konkretisierung eines Entwurfs oder Verbesserung eines bestehenden Produktes oder technischen Systems. Dabei bilden die Studierenden in Schritten stufenweise Detaillösungen zu den Problemstellungen ab. Die Kenntnis über Kreativitätstechniken, Analyse- und Berechnungsmethoden sowie deren fachspezifischen Anwendungen spielen in diesem Entwicklungsprozess eine zentrale Rolle.

### **Realisieren und Betreiben**

Neben dem eigentlichen Umsetzen des Entwurfs (z. B. Prototyp, Nullserie, Testanlage) geht es hier um die Inbetriebnahme, das Einbinden des Produktes in die Produktumgebung, das Messen und Prüfen der realisierten Komponenten und Modelle, die konkrete Fertigung, auch in Form einer Serie, die Integration einer Software in ein System, die Integration von Software und Hardware oder das Testen einer implementierten Software oder eines Verfahrens möglichst unter Realbedingungen. Dabei können auch geeignete Simulationsverfahren zum Einsatz kommen. Gewonnene Erkenntnisse können auf neue Problemstellungen transferiert werden. Damit ein technisches System dauerhaft funktioniert, sind ggf. Instandhaltungsmaßnahmen rechtzeitig, bedarfsgerecht und geplant unter Berücksichtigung der Wirtschaftlichkeit des gesamten Systems durchzuführen.

### **Evaluieren und Optimieren**

Im Interesse der Qualitätssicherung ist ein stetiges Reflektieren, Evaluieren und Optimieren erforderlich. Sowohl bei überschaubaren Arbeitspaketen als auch bei ganzen Projekten ist hinsichtlich der eingesetzten Methoden, Ressourcen, Kosten und erbrachten Ergebnisse zu klären: Was hat sich bewährt, was sollte bei der nächsten Gelegenheit wie verbessert werden (Lessons Learned)?

Die Kenntnis und Anwendung spezieller Methoden der Reflektion und Evaluation mit der dazugehörigen Datenerfassung und Auswertung sind in dieser Zielkategorie essenziell.

Jeder Prozess oder jede Anlage bedarf eines kontinuierlichen Verbesserungsprozesses (KVP). Dafür sind spezielle Kompetenzen notwendig, die die Datenerfassung, die Datenauswertung zur Identifikation von Verbesserungspotential und die Entscheidung für Maßnahmen unter Berücksichtigung von Effektivität und Effizienz ermöglichen.

Zur Bewältigung zukünftiger Herausforderungen im Privaten wie Beruflichen ist es wichtig, sich selbstbestimmt und selbstverantwortlich neuen Lerninhalten und Lernzielen zu stellen. Die Studierenden sollen deshalb unterschiedliche Lerntechniken kennen und anwen-

den sowie über das Reflektieren des eigenen Lernverhaltens in die Lage versetzt werden, ihren Lernprozess aus der Perspektive des lebenslangen Lernens bewusst und selbstständig zu gestalten und zu fördern.

### 3.4.2 Mathematisch akzentuierte Zielkategorien

Den mathematisch akzentuierten Zielkategorien werden die Handlungsdimensionen „Operieren“, „Modellieren“ und „Argumentieren“ (kurz: O-M-A) zu Grunde gelegt, welche sich nach SILLER ET. AL (2014) zum einen an grundlegenden mathematischen Tätigkeiten und zum anderen an den fundamentalen Ideen der Mathematik orientieren.

Die Dimension *Operieren* bezieht sich auf „die Planung sowie die korrekte, sinnvolle und effiziente Durchführung von Rechen- oder Konstruktionsabläufen und schließt z. B. geometrisches Konstruieren oder (...) das Arbeiten mit bzw. in Tabellen und Grafiken mit ein“ (BIFIE, 2013, S. 21).

Die Dimension *Modellieren* ist darauf ausgerichtet „in einem gegebenen Sachverhalt die relevanten mathematischen Beziehungen zu erkennen (...), allenfalls Annahmen zu treffen, Vereinfachungen bzw. Idealisierungen vorzunehmen und Ähnliches“ (BIFIE, 2013, S. 21).

Die Dimension *Argumentieren* fokussiert „eine korrekte und adäquate Verwendung mathematischer Eigenschaften, Beziehungen und Regeln sowie der mathematischen Fachsprache“ (BIFIE, 2013, S. 22).

### 3.5 Taxierung der Kompetenzen in drei Stufen

Die Qualität einer fachlich-methodischen Kompetenz kann nicht anhand einzelner Wissenskomponenten bemessen werden. Entscheidend ist hier vielmehr der Freiheitsgrad des Handlungsraums, in dem sie eingebettet ist. Nicht diejenigen, die hier in einzelnen Facetten das breiteste Wissen nachweisen können, sind die Kompetentesten, sondern diejenigen, deren Handlungsfähigkeit im einschlägigen Kontext am weitesten reicht. Hier lassen sich theoriebasiert drei Handlungsqualitäten unterscheiden:

Qualität 1 (linear-serielle Struktur):

Start und Ziel eindeutig, Umsetzung durch „reflektiertes Abarbeiten“ (Abfolgen).

Qualität 2 (zyklisch-verzweigte Struktur):

Start und Ziel eindeutig, Umsetzung durch das koordinierte Abarbeiten mehrerer Abfolgen und damit zusammenhängenden Auswahlentscheidungen (Algorithmen).

Qualität 3 (mehrschichtige Struktur):

Ziel und Start müssen definiert werden, Umsetzung durch Antizipieren tragfähiger Algorithmen bzw. deren Erprobung und reflektierter Kombination (Heuristiken).

Es ist erkennbar, dass die jeweils höhere Qualität die der vorausgehenden integriert. Handeln auf Ebene des Algorithmus bedingt die Beherrschung der darin zu vollziehenden Abfolgen, Handeln auf Heuristik-Ebene bedingt die Beherrschung der darin zu vollziehenden Algorithmen. Für die Qualität 1 ist daher Reflexionswissen funktional nicht erforderlich, trotzdem ist es für Lernende bedeutsam, da ein Verständnislernen immer interessanter und motivierender ist als ein rein funktionalistisches Lernen. Für Qualität 2 ist moderates Reflexionswissen erforderlich, da hier schon Entscheidungen eigenständig getroffen werden müssen. Mit dem Anspruchsniveau der erforderlichen Entscheidungen steigt der Bedarf an Reflexionswissen. Qualität 3 kann nur umgesetzt werden, wenn über das Reflexi-

onswissen der Stufe 2 hinaus weiteres Reflexionswissen verfügbar ist, welche neben, hinter oder über diesem steht. Um komplexe Probleme zu lösen, sind kognitive Freiheitsgrade erforderlich, die nur mit einem entsprechend tiefen Verständnis der jeweiligen Zusammenhänge erreicht werden können.

Diese Handlungsqualitäten können für den Lehrplan als Kompetenzstufen genutzt werden, denn sie repräsentieren Kompetenz-Unterschiede, welche nicht auf einem Kontinuum darstellbar sind, sondern sich in diskreten Qualitäten ausdrücken. Um die in den Lernfeldern aufgelisteten Kompetenz-Beschreibungen nicht zu überladen, wird im vorliegenden Lehrplan nicht jede einzelne Kompetenz in den drei Niveaustufen konkretisiert. Vielmehr erfolgt dies entlang der beruflichen und mathematischen Zielkategorien.

ENTWURF

## 3.5.1 Taxonomietabelle für beruflich akzentuierte Zielkategorien

Zielkategorien	Stufe I (Abfolge)	Stufe II (Algorithmus)	Stufe III (Heuristik)
<b>Kommunizieren &amp; Kooperieren</b>	Mitteilen und Annehmen von Informationen, koagierend zusammenarbeiten	an konstruktiven, adaptiven Gesprächen teilnehmen, kooperierend zusammenarbeiten	komplexe bzw. konfliktäre Gespräche führen, Kooperationen gestalten und steuern, Konflikte lösen
<b>Darstellen &amp; Visualisieren</b>	Präsentieren von klaren Gegenständlichkeiten, Fakten, Strukturen, Details	Präsentieren von eindeutigen Zusammenhängen und Funktionen mittels geeignet ausgewählter Darstellungsformen	Präsentieren und Dokumentieren komplexer Zusammenhänge und offener Sachverhalte mittels geeigneter Werkzeuge und Methoden
<b>Informieren &amp; Strukturieren</b>	Handhaben von Informationsmaterialien, Finden und Ordnen von Informationen	Finden einschlägiger Informationsmaterialien, Verifizieren, Selektieren und Ordnen von Informationen	Umsetzen offener Informationsbedarfe, von der Quellensuche bis zur strukturierten Information
<b>Planen &amp; Projektieren</b>	Problemstellungen inhaltlich strukturieren und zeitlich gliedern	routinenaher Projekte inhaltlich strukturieren und zeitlich gliedern	komplexe Projekte inhaltlich strukturieren und zeitlich gliedern unter Beachtung verfügbarer Ressourcen
<b>Entwerfen &amp; Entwickeln</b>	Umsetzen einfacher Ideen in Skizzen, Plänen oder konkreten Lösungen	Abgleichen konkurrierender Ideen, Umsetzen in Skizzen, Plänen oder konkreten Lösungen	Integration einzelner Ideen zu einer Gesamtlösung, Umsetzen in Skizzen, Plänen oder konkreten Lösungen
<b>Realisieren &amp; Betreiben</b>	Aktivieren und Kontrollieren serieller Prozesse	Aktivieren und Regulieren zyklischer Prozesse	Abstimmen, Aktivieren und Modulieren mehrschichtiger Prozesse
<b>Evaluieren &amp; Optimieren</b>	Bewerten entlang eines standardisierten Rasters, Umsetzen unmittelbarer Konsequenzen	Bewerten entlang eines offenen Rasters, Herleiten und Umsetzen von adäquaten Konsequenzen	Bewerten in Anwendung eigenständiger Kategorien, Herleiten und Umsetzen von adäquaten Konsequenzen

## 3.5.2 Taxonomietabelle für mathematisch akzentuierte Zielkategorien

Zielkategorien	Stufe I (Abfolge)	Stufe II (Algorithmus)	Stufe III (Heuristik)
<b>mathematisches Operieren</b>	Anwenden eines gegebenen bzw. vertrauten Verfahrens im Sinne eines Abarbeitens bzw. Ausführens	Abarbeiten und Ausführen mehrschrittiger Verfahren ggf. durch Rechneinsatz und Nutzung von Kontrollmöglichkeiten	Erkennen, ob ein bestimmtes Verfahren auf eine gegebene Situation passt, das Verfahren anpassen und ggf. weiterentwickeln
<b>mathematisches Modellieren</b>	Durchführen eines Darstellungswechsels zwischen Kontext und mathematischer Repräsentation Verwenden vertrauter und direkt erkennbarer Standardmodelle zur Beschreibung einer vorgegebenen (mathematisierter) Situation	Beschreiben vorgegebener (mathematisierter) Situation durch mathematische Standardmodelle bzw. mathematische Zusammenhänge Erkennen und Setzen von Rahmenbedingungen zum Einsatz von mathematischen Standardmodellen Anwenden von Standardmodellen auf neuartige Situationen Finden einer Passung zwischen geeigneten mathematischen Modellen und realen Situationen	komplexe Modellierung einer vorgegebenen Situation Reflektieren der Lösungsvarianten bzw. der Modellwahl Beurteilen der zugrunde gelegten Lösungsverfahren
<b>mathematisches Argumentieren</b>	einfache fachsprachliche Begründungen ausführen; das Zutreffen eines Zusammenhangs oder Verfahrens bzw. die Passung eines Begriffes auf eine gegebene Situation prüfen	mehrschrittige mathematische Standard-Argumentationen durchführen und beschreiben Nachvollziehen und Erläutern von mathematischen Begriffen, Sätzen, Verfahren, Darstellungen, Argumentationsketten und Kontexten fachlich und fachsprachlich korrekte Erklärung von einfachen mathematischen Sachverhalten, Resultaten und Entscheidungen	mathematische Argumentationen prüfen bzw. vervollständigen eigenständige Argumentationsketten aufbauen

### 3.6 Zusammenfassung

Das hier zugrundeliegende Kompetenzmodell schließt drei Kompetenzklassen nach ER-PENBECK, ROSENSTIEL, GROTE, SAUTER (2017, XXI ff.) ein: Sozial-kommunikative Kompetenzen, personale Kompetenzen (bzw. Selbstkompetenzen) und fachlich-methodische Kompetenzen.

Sozial-kommunikative Kompetenzen werden nach EULER & REEMTSMA-THEIS (1999) in einen agentiven Schwerpunkt, einen reflexiven Schwerpunkt und deren Integration unterteilt. Personale Kompetenzen (bzw. Selbstkompetenzen) werden nach LERCH (2013) in motivational-affektive und strategisch-organisatorische Komponenten unterschieden. Für diese beiden Kompetenzklassen sieht der Lehrplan keine weitere Detaillierung vor, da die Entwicklung überfachlicher Kompetenzen – durch deren enge Verschränkung mit der persönlichen Entwicklung des Individuums – deutlich anderen Gesetzmäßigkeiten unterliegt als die Entwicklung fachlich-methodischer Kompetenzen. Eine Anregung und Unterstützung in der Entwicklung überfachlicher Kompetenzen durch den Fachschulunterricht kann daher auch nicht entlang einer jahresplanmäßigen Umsetzung einzelner, thematisch determinierter Lernstrecken erfolgen, sondern muss vielmehr fortlaufend produktiv und dabei aber auch reflexiv in die Vermittlung fachlich-methodischer Kompetenzen eingebettet werden.

Im Zentrum dieses Lehrplankonzepts stehen die fachlich-methodischen Kompetenzen und deren differenzierte und taxiierte curriculare Dokumentation. Teilkompetenzen sind hierbei Aggregate aus spezifischen beruflichen Handlungen und dem diesen jeweils zugeordneten Wissen. Dabei unterscheidet man zwischen Sach-, Prozess- und Reflexionswissen. Als Basis für einen kompetenzorientierten Unterricht konkretisiert dieser Lehrplan zusammenhängende Komplexe aus Handlungskomponenten und Wissenskomponenten auf einem mittleren Konkretisierungsniveau. Der Fachschulunterricht wird dann erstens durch die Explikation und Konkretisierung der Handlungs- und Wissenskomponenten inhaltlich ausgestaltet und zweitens durch die Umsetzung der Taxonomietabellen (Tabellen in Abschnitt 3.5.1 und 3.5.2) in seinem Anspruch dimensioniert. Damit besteht einerseits eine curriculare Rahmung, die dem Anspruch eines Kompetenzstufenmodells gerecht wird, zum anderen liegen die für Fachschulen erforderlichen Freiheitsgrade vor, um der Heterogenität der Adressatengruppen gerecht werden und dem technologischen Wandel folgen zu können.



## 4 Organisation der Kompetenzen und Kenntnisse

### 4.1 Lernfelder

Wie der vorausgehende Lehrplan ist auch dieser in Lernfelder segmentiert. Als Novität ist hier nun zwischen berufsbezogenen Lernfeldern und Querschnitt-Lernfeldern zu unterscheiden (Abbildung 1).

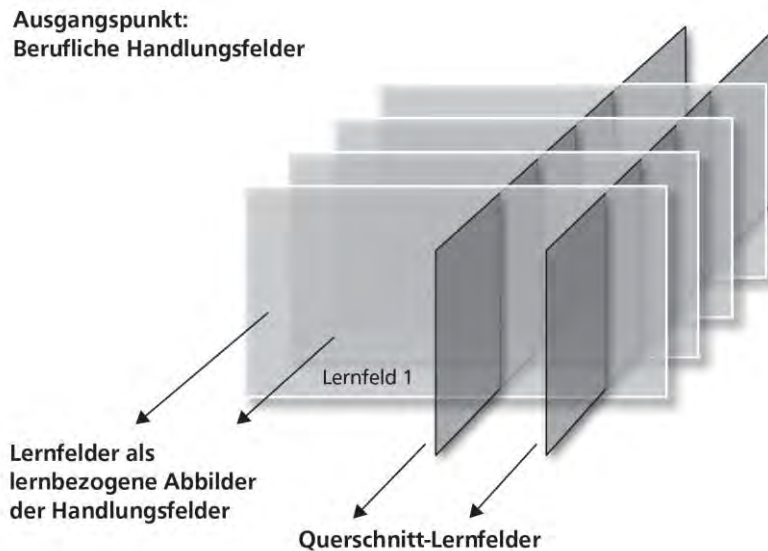


Abbildung 1: Beziehung von berufsbezogenen Lernfeldern als lernbezogene Abbilder beruflicher Handlungsfelder und Querschnitt-Lernfeldern.

**Berufsbezogene Lernfelder** sind curriculare Teilsegmente, welche sich aus einer spezifischen didaktischen Transformation beruflicher Handlungsfelder ergeben (BADER, 2004, S. 1). Wesentlich ist hierbei, dass die für das jeweilige Berufssegment wesentlichen Tätigkeitsbereiche adressiert werden. Relevante berufliche Handlungsfelder haben Gegenwarts- und Zukunftsbedeutung, ihre didaktische Reduktion in das Format eines Lernfeldes folgt dem Prinzip der Exemplarität (KLAFKI, 1964). Somit steht jedes einzelne Lernfeld des Lehrplans für einen gegenwarts- und zukunftsrelevanten Ausschnitt des dazugehörigen Berufssegments, als Gesamtheit repräsentieren sie dieses als exemplarisches Gesamtgefüge.

**Querschnitt-Lernfelder** integrieren übergreifende Aspekte der berufsbezogenen Lernfelder und adressieren entsprechend primär Grundlagenthemen, welche innerhalb der berufsbezogenen Lernfelder bedeutsam sind, jedoch diesbezüglich vorbereitend oder ergänzend vermittelt werden müssen. Insbesondere handelt es sich hier um mathematische, naturwissenschaftliche, informatische, volks- und betriebswirtschaftliche, gestalterische und ästhetische Kenntnisse bzw. Fertigkeiten, welche sich im Hinblick auf die Berufskompetenzen als Basis- oder Bezugskategorien darstellen. Zu den Querschnitt-Lernfeldern gehört die fachrichtungsbezogene Mathematik.

Innerhalb jeden Lernfeldes werden dessen Nummer, Bezeichnung sowie Zeit-Horizont dargestellt und insbesondere die darin adressierten Lernziele. Die Abfolge der Lernfelder im Lehrplan ist nicht beliebig, impliziert jedoch keine Reihenfolge der Vermittlung. In den *berufsbezogenen* Lernfeldern werden die Lernziele durch (weitgehend fachlich-methodische) Kompetenzen beschrieben (TENBERG, 2011, S. 61 ff). Dies erfolgt in Aggre-

gaten aus beruflichen Handlungen und zugeordnetem Wissen. Diese Lehrplaninhalte sind angesichts der Streuung und Unschärfe beruflicher Tätigkeitsspektren in den jeweiligen Segmenten sowie der Dynamik des technisch-produktiven Wandels auf einem mittleren Konkretisierungsniveau angelegt. Zur Taxierung dieser Lernziele liegt eine eigenständige Tabelle (siehe Abschnitt 3.5.1) vor, welche geordnet nach Zielkategorien die jeweils erforderlichen Handlungsqualitäten für die Stufen 1 (Minimalanspruch), 2 (Regelanspruch) und 3 (hoher Anspruch) konkretisiert. Zur Taxierung der Lernziele in der Mathematik (beruflicher Lernbereich) liegt eine gesonderte Tabelle (siehe Abschnitt 3.5.2) mit gleichem Aufbau vor. In den übrigen *Querschnitt*-Lernfeldern werden die Lernziele entweder durch Kenntnisse oder durch Fertigkeiten beschrieben. Sie werden dabei weder taxiert noch zeitlich näher präzisiert, da dieses nur im Rahmen der schulspezifischen Umsetzung möglich und sinnvoll erscheint. Als Orientierung dient hier jeweils der in den berufsbezogenen Lernfeldern konkret feststellbare Anspruch an übergreifende Aspekte.

## 4.2 Stundentafel

Für jedes Lernfeld und die Projektarbeit dürfen die Unterrichtsstunden innerhalb der angegebenen Grenzen variieren, wobei die Gesamtstundenzahl 2000 im beruflichen Lernbereich<sup>4</sup> in Summe erreicht werden muss. Für alle Studierenden eines Jahrgangs muss der Stundenumfang für die individuelle Projektarbeit gleich sein.

---

<sup>4</sup> Zur Begünstigung eines Wechsels des Schwerpunktes ist die Aufteilung der Lernfelder in einen ersten und zweiten Ausbildungsabschnitt als Empfehlung zu betrachten.

Beruflicher Lernbereich	Unterrichtsstunden	
	1. Ausbildungsabschnitt	2. Ausbildungsabschnitt
Mathematik	200	
Projektarbeit		200 - 240
<b>Lernfelder</b>		
LF 1	Projekte mittels systematischen Projektmanagements zum Erfolg führen	80
LF 2	Die Qualität von Prozessen, Anlagen und Produkten planen und sichern	120
LF 3	Prozesse, Anlagen und Produkte nach naturwissenschaftlichen Aspekten analysieren und bewerten	80
LF 4	Bauteile und Baugruppen unter mechanischen Aspekten entwerfen und auslegen	200
LF 5	Bauteile und Baugruppen mit CAx Methoden modellieren, darstellen und realisieren	120
LF 6	Bauteile und Baugruppen nach technologischen Aspekten analysieren und bearbeiten	80
LF 7	Antriebe, Aktoren und Sensoren in Maschinen und Anlagen integrieren	120
LF 8	Computergestützte Verfahren im Produktionsumfeld zur Planung und Lenkung einsetzen	60 - 100
LF 9	Produktion und Arbeitssysteme planen	100 - 140
LF 10	Produktionsabläufe organisieren und steuern sowie Daten und Kosten ermitteln	100 - 140
LF 11	Fertigungs- und Montageprozesse planen, optimieren und automatisieren	160 - 240
LF 12	Bauteile und Baugruppen prüfen sowie Prozesse und Maschinen überwachen	100 - 140
LF 13	Betriebsmittel projektieren, entwerfen und konstruieren	140 - 180

4.3 Beruflicher Lernbereich

4.3.1 Mathematik (Querschnitt-Lernfeld) [200h]

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	MATHEMATIK		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... handhaben algebraische Verfahren, beispielsweise zur Auslegung elektrischer Netze und ebener Trag- und Fachwerke.	Zahlenmengen <ul style="list-style-type: none"> <li>• natürliche Zahlen</li> <li>• ganze Zahlen</li> <li>• rationale Zahlen</li> <li>• irrationale Zahlen</li> <li>• reelle Zahlen</li> </ul> Algebraische Gleichungen <ul style="list-style-type: none"> <li>• linear</li> <li>• quadratisch</li> <li>• exponentiell</li> <li>• gemischt</li> </ul> lineare Gleichungssysteme Potenz- und Logarithmenregeln	Standardlösungsverfahren <ul style="list-style-type: none"> <li>• Äquivalenzumformung,</li> <li>• pq - Formel</li> <li>• Einsetzverfahren</li> <li>• Additionsverfahren</li> <li>• Gaußalgorithmus</li> </ul> Methoden der Abschätzung Ergebniskontrolle	Axiome des mathematischen Körpers Rechengesetze <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kommutativgesetz</li> <li>• Assoziativgesetz</li> <li>• Distributivgesetz</li> </ul> Operatoren
... nutzen geometrische und trigonometrische Verfahren zur Lösung geometrischer Problemstellungen u.a. im Rahmen konstruktiver, steuerungs- und fertigungstechnischer Aufgabenstellungen.	Satz des Pythagoras trigonometrische Seitenverhältnisse Einheitskreis Sinus- und Kosinussatz <ul style="list-style-type: none"> <li>• Flächen und Volumina von geometrischen Formen und Körper</li> </ul>	Berechnung von Längen, Abstände und Winkel Berechnung realer Flächen und Körper Approximation von Flächen und Volumina	Ähnlichkeits- und Kongruenzsätze für Dreiecke Strahlensatz euklidische Axiome

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	MATHEMATIK		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
<p>... handhaben mathematische Funktionen zur Modellierung und Lösung u.a. im Rahmen technischer und wirtschaftlicher Problemstellungen, auch mittels Software, wie Kennlinien von Bauelementen, Ladekurve eines Kondensators, Schnittgrößen und Biegelinien von Trägern.</p>	<p>Darstellungsformen und Funktionsvorschriften</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ganzrationale Funktionen, insbesondere lineare und quadratische</li> <li>• trigonometrische Funktionen</li> <li>• Exponentialfunktionen</li> </ul> <p>Charakteristika</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Steigung</li> <li>• Nullstellen, Abszissenabstand</li> <li>• Schnittpunkt</li> <li>• Scheitelpunkt</li> <li>• Periodizität</li> </ul> <p>Wertebereich, Definitionsbereich</p>	<p>Berechnung der Charakteristika Wechsel der Darstellungsformen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Normal-, Scheitelpunktform, Linearfaktordarstellung</li> <li>• implizite, explizite Funktionsvorschrift</li> <li>• Graph und Wertetabelle</li> </ul> <p>Funktionsermittlung Differenzenquotient Funktionsdarstellung mittels Software Konstruktion trigonometrischer Funktionen mit Hilfe des Einheitskreises</p>	<p>trigonometrische Grundlagen Relationen und Abbildungen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• kartesisches Produkt</li> <li>• Surjektivität, Injektivität, Bijektivität</li> </ul> <p>Funktionsbegriff Mathematisches Modell vs. Realbezug</p>
<p>... verwenden Verfahren der analytischen Geometrie und linearen Algebra, beispielsweise zur Darstellung von Kräften und Momenten als Vektoren.</p>	<p>Vektoren</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vektorkomponenten</li> <li>• Schreibweisen</li> </ul> <p>Vektoroperationen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Skalierung</li> <li>• Vektoraddition</li> <li>• Skalarprodukt</li> <li>• Kreuzprodukt</li> <li>• orthogonale, parallele und linear unabhängige Vektoren</li> </ul>	<p>Addition und Subtraktion von Vektoren Beschreibung geometrischer Körper im Raum mittels Vektoren Winkelberechnung mit Skalarprodukt Flächenberechnung mit Kreuzprodukt</p>	<p>Vektor als Parallelverschiebung bzw. Translation im Raum trigonometrische Grundlagen</p>
HINWEISE:	Wo immer möglich, sollten Anwendungsbeispiele aus dem Kontext der anderen Lernfelder der Fachrichtung / des Schwerpunktes gewählt werden.		

## 4.3.2 Projektarbeit [200h–240h]

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	Vorbemerkung	Organisatorische Hinweise
<p>... analysieren und strukturieren eine Problemstellung und lösen sie praxisgerecht.</p> <p>... bewerten und präsentieren das Handlungsprodukt und den Arbeitsprozess.</p> <p>... berücksichtigen Aspekte wie z. B. Wirtschaftlichkeit, Energie- und Rohstoffeinsatz, Fragen der Arbeitsergonomie und Arbeitssicherheit, Haftung und Gewährleistung, Qualitätssicherung, Auswirkungen auf Mensch und Umwelt sowie Entsorgung und Recycling.</p> <p>... legen besonderen Wert auf die Förderung von Kommunikation und Kooperation.</p>	<p>Für die Projektarbeit werden fachrichtungsbezogene und lernfeldübergreifende Aufgaben bearbeitet, die sich aus den betrieblichen Einsatzbereichen von Technikerinnen und Technikern ergeben. Die Aufgabenstellung ist so offen zu formulieren, dass sie die Aktivität der Studierenden in der Gruppe herausfordert und unterschiedliche Lösungsvarianten zulässt. Durch den lernfeldübergreifenden Ansatz können Beziehungen und Zusammenhänge der einzelnen Fächer und Lernfelder hergestellt werden. Die Projektarbeit findet interdisziplinär statt. In allen Fächern und Lernfeldern soll über eine entsprechende Problem- und Aufgabenorientierung die methodische Vorbereitung für die Durchführung der Projekte geleistet werden.</p>	<p>Mit den Studierenden werden die Zielvorstellungen, die inhaltlichen Anforderungen sowie die Durchführungsmodalitäten besprochen. Die Studierenden sollen in der Regel Projekte aus der betrieblichen Praxis in Kooperation mit Betrieben bearbeiten. Die Vorschläge für Projektaufgaben sind durch einen Anforderungskatalog möglichst genau zu beschreiben.</p> <p>Alle eingebrachten Projektvorschläge werden durch die zuständige Konferenz geprüft, z. B. auf Realisierbarkeit, Finanzierbarkeit, ausgewählt und beschlossen. Jede Projektarbeit wird von einem Lehrerinnen/Lehrerteam betreut. <b>Die im LF1 „Projekte mittels systematischem Projektmanagements zum Erfolg führen“ erworbenen Kenntnisse und Fertigkeiten müssen angewendet werden.</b></p> <p>Es empfiehlt sich während der Projektphase Projekttage einzuführen, an denen nach Rücksprache die am Projekt beteiligten Lehrerinnen und Lehrer beratend zur Verfügung stehen. Während dieser Zeit können die Studierenden die Projektarbeit beim Auftraggeber im Betrieb und in den Räumlichkeiten der Schule durchführen. Da es sich um eine Schulveranstaltung handelt, besteht für die Studierenden während dieser Tätigkeit ein Versicherungsschutz gegen Unfall- und Haftpflichtschäden.</p>
HINWEISE:		

**4.3.3 Lernfeld 1: Projekte mittels systematischen Projektmanagements zum Erfolg führen [80h]**

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF1: PROJEKTE MITTELS SYSTEMATISCHEN PROJEKTMANAGEMENTS ZUM ERFOLG FÜHREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... kommunizieren effizient und organisieren sich selbst im Projektgeschehen.	Präsentationstechniken Kommunikationssituationen Führung Motivation Konflikte und Krisen Zeitmanagement Arbeitsteilung Vorgangsmodelle im Projektmanagement	Vorbereitung und Durchführung einer Präsentation Vorbereitung und Durchführen eines Projektmeetings Analyse eines Konfliktes Durchführung und Dokumentation eines Problemlösungsverfahrens Planung und Einteilung der eigenen Arbeitszeit	Kommunikationsmodelle Effektivität als Prinzip Prinzip der systematischen Kommunikation Bedeutung von Selbst- und Fremdwahrnehmung für Konfliktmanagement und Führung Hybrides Projektmanagement
... initialisieren und definieren ein Vorhaben als Projekt.	Inhalt und Bedeutung der Projektphasen Projekttypen Projekt- und Projektmanagementdefinition Kreativitätstechniken Projektziele <ul style="list-style-type: none"> <li>• Qualität,</li> <li>• Kosten und Termine,</li> <li>• Leistungsziele etc.</li> </ul>	Moderation kreativer Prozesse Zielfindung, -formulierung und Abgrenzung Strukturierung der Projektziele	Prinzip der Zielorientierung
... planen eine Projektdurchführung.	Meilensteine Projektaufwand und -budget sachliche und soziale Projektumfeldfaktoren Risiko, Chance, Maßnahmen zur Risikoverminderung Unternehmens- und Projektorganisationsformen, Rollen im Projekt Lasten- und Pflichtenheft, Projektauftrag,	Phasenplanung Beurteilung des Projektes auf Machbarkeit Projektumfeldanalyse Risikoanalyse Aufstellung einer Projektorganisation Erstellung des Projektauftrages Erstellung des Projektstrukturplans	Prinzip der Ergebnisorientierung Prinzip der personalisierten Verantwortungen

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF1: PROJEKTE MITTELS SYSTEMATISCHEN PROJEKTMANAGEMENTS ZUM ERFOLG FÜHREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
	Projekthandbuch Projektstrukturplan, Arbeitspakete Ablauf- und Terminplan Einsatzmittelplan, Kapazitätsplan, Kostenplan	Durchführung Ablauf- und Terminplanung Erstellung einer Einsatzmittel- und Kostenplanung	
... realisieren das Projekt.	Kosten- und Termentrendanalyse Berichtswesen Projektsteuerung	Stakeholder Management Risikomanagement Überwachung und Steuerung der Projektrealisierung Erstellung, Pflege, und Kommunikation der Projektdokumentation	PM-Regelkreis Prinzip des rechtzeitigen Handelns
... schließen ein Projekt ab.	Übergabeprotokoll Endabnahme	Abschluss der Projektdokumentation Projektübergabe und Abschlusspräsentation Projektreflexion Lessons Learned	
HINWEISE:	Die Kompetenzen in diesem Lernfeld orientieren sich an der ICB (International Competence Baseline, siehe auch <a href="https://www.gpm-ipma.de/know_how/pm_normen_und_standards/standard_icb_4.html">https://www.gpm-ipma.de/know_how/pm_normen_und_standards/standard_icb_4.html</a> ).		



4.3.4 Lernfeld 2: Die Qualität von Prozessen, Anlagen und Produkten planen und sichern [120h]

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF2: DIE QUALITÄT VON PROZESSEN, ANLAGEN UND PRODUKTEN PLANEN UND SICHERN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... definieren, reflektieren und wenden die Anforderungen jeweils gültiger Qualitätsmanagementsysteme (QMS) und Umweltmanagementsysteme (UMS) für konkrete Arbeits- und Verantwortungsbereiche an.	<p>Philosophie und Aufbau von QMS und UMS Gesetzliche Rahmenbedingungen insbes. Produkthaftungsgesetz Grundzüge DIN ISO 9001 Umweltrecht Grundzüge der CE-Kennzeichnung Bedeutung von Kundenvorgaben</p>	<p>Analyse und Dokumentation von Anforderungen für neue und bestehende Produkte und Prozesse Soll-Ist Vergleiche für bestehende Prozesse und Produkte Evaluation hinsichtlich von Verbesserungen für bestehende Prozesse und Produkte</p>	<p>Ökonomische und ökologische Erfordernisse und Zusammenhänge von QMS und UMS Notwendigkeit eigener Entscheidungen auf Basis alternativen Möglichkeiten Bewertungssysteme und Bewertungsverfahren zur Reflexion des eigenen Handelns Rückwirkungen von Entscheidungen auf Kundenwünsche, Produktion, Montage und Qualitätssicherung</p>
... wenden einschlägige Werkzeuge und Methoden der Qualitätssicherung und von QMS zielführend an.	<p>Elementaren QM-Werkzeuge</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Fehlersammelliste , Histogramm, QRK, Pareto-Diagramm, Korrelationsdiagramm, Brainstorming, Ursache-Wirkungsdiagramm)</li> </ul> <p>Managementwerkzeuge</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Affinitätsdiagramm, Relationendiagramm, Baumdiagramm, Matrixdia., Portfolio, Netzplan, Entscheidungsplan</li> </ul>	<p>Anwendung von Fehler- und Schwachstellenanalyse auf Konstruktion und Prozesse (auch Geschäftsprozesse) mittels Qualitätswerkzeugen</p>	<p>Bedeutung der Strukturierung von Prozessen, und der Auswahl geeigneter Methoden und Werkzeuge Notwendigkeit alternativer Betrachtungen und entsprechender Abwägung Notwendigkeit von Evaluierungen zur Optimierung von Abläufen</p>

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF2: DIE QUALITÄT VON PROZESSEN, ANLAGEN UND PRODUKTEN PLANEN UND SICHERN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... wählen Werkzeuge und Methoden der statistischen Qualitätskontrolle (SPC) aus und wenden sie an.	Normalverteilung Systematische und zufällige Abweichung Qualitätsregelkarten Eingriffs- und Warngrenzen beherrschte und nichtbeherrschte Prozesse Maschinenfähigkeit und Prozessfähigkeit Six-Sigma Lieferantenbewertung	Erhebung und Auswertung von Daten nach den Regeln der Statistik, Bilden von aussagekräftigen Kennziffern schrittweise Einführung einer statistischen Prozessregelung Durchführung von Prozessregelungen mit Hilfe von QRK	Bedeutung der Fehlervermeidungsstrategien für die unternehmerische Praxis
... gestalten Prozesse unter Berücksichtigung geeigneter Qualitätswerkzeuge und Umweltmanagementwerkzeuge im Hinblick auf Fehlervermeidung, Prozessbeherrschung und kontinuierlicher Prozessverbesserung. ... planen, analysieren, dokumentieren und Überprüfen die Wirksamkeit von Veränderungen.	Kaizen und kontinuierlicher Verbesserungsprozess Fehler- und Qualitätskosten PDCA Zyklus FMEA	Strukturierte und zielführende Datenerhebung, Planung, Initiierung, Umsetzung und Kontrolle von KVP-Prozessen Durchführung von FMEA's und ggf. ableiten von Maßnahmen zur Verbesserung von Konstruktionen und Prozessen Evaluierung von Maßnahmen zur Erhöhung der Produkt- und Prozessqualität	Auswirkungen von Schwachstellen in Konstruktionen und Prozesse für Unternehmen und Gesellschaft Bedeutung umfassender vorausschauender Betrachtungen Bedeutung regelmäßiger Evaluierungen Notwendigkeit von Kosten-Nutzen-Erwägungen kurz- und langfristiger Art
... erstellen Prüfplänen zu vorgegebenen Produkten für unterschiedliche Fertigungsarten. <sup>1)</sup>	Prüfpläne und –protokolle Prüfmittelfähigkeit Prüfmittelüberwachung	Planungsschritte zur Erstellung eines Prüfplans Prüfmittelfähigkeit Systeme zur Prüfmittelüberwachung	Notwendigkeit von Prüfplanung und Prüfmittelüberwachung
... <b>bereiten Qualitätsaudits</b> vor und unterstützen deren Durchführung	Ziele und Nutzen von Qualitätsaudits Arten von Qualitätsaudits Interne und externe Auditierung	Vorbereitung und Mitwirkung bei internen und externen Q-audits Nachbereitung von Auditierungen	Bedeutung von Auditierungen für die Aufdeckung von Chancen und Risiken für das Unternehmen

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF2: DIE QUALITÄT VON PROZESSEN, ANLAGEN UND PRODUKTEN PLANEN UND SICHERN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
	Anforderungen und Richtlinien für Auditierungen		
HINWEISE:	1) für dem Schwerpunkt Produktions- und Qualitätsmanagement wird diese Teilqualifikation ausführlich im entsprechenden Lernfeld des 2. Ausbildungsabschnitt behandelt.		

ENTWURF

**4.3.5 Lernfeld 3 (Querschnitt-Lernfeld): Prozesse, Anlagen und Produkte nach naturwissenschaftlichen Aspekten analysieren und bewerten [80h]**

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF3: PROZESSE, ANLAGEN UND PRODUKTE NACH NATURWISSENSCHAFTLICHEN ASPEKTEN ANALYSIEREN UND BEWERTEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... ermitteln relevante Größen zur Dimensionierung von Antriebssystemen und Anlagen.	<p>Kräfte Massen und Massenträgheit Energieübertragung, Arbeit, Leistung, Wirkungsgrad Reibung Kinematik und Kinetik</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• geradlinige und kreisförmige Bewegung</li> <li>• Massenträgheitsmoment</li> <li>• Stoßvorgänge</li> <li>• Schwingungen</li> </ul>	<p>Ermittlung von Kräften, Momenten, Energie und Leistung sowie Beschleunigungen in bewegten Systemen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kurbeltrieb im Verbrennungsmotor</li> <li>• Verdichter</li> <li>• Schrittgetriebe</li> </ul> <p>Dimensionierung und Optimierung von Antrieben unter energetischen Aspekten Beschreibung und Beurteilungen der Phänomene</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Eigenfrequenz</li> <li>• Resonanz</li> <li>• Dämpfung und Tilgung</li> </ul>	<p>Newton´sche Axiome Goldene Regel der Mechanik Energie und Impulserhaltung Superposition relative Bewegung</p>
... berücksichtigen Aspekte der Wärmeübertragung und der Phasenänderung.	<p>Thermodynamische Grundlagen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wärmeausdehnung</li> <li>• Wärmeübertragungsmöglichkeiten</li> <li>• Phasenänderung</li> <li>• Wärmekapazität</li> <li>• 1. Hauptsatz der Thermodynamik</li> <li>• Energieformen</li> </ul>	<p>Lagerung thermisch beanspruchter Bauteile Auswahl von Medien für Heiz- und Kühlprozesse Wärmeausdehnung bei Kombination verschiedener Werkstoffe Thermodynamische Zustandsänderungen</p>	<p>Hauptsätze der Thermodynamik Wärme als elektromagnetische Strahlung</p>

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF3: PROZESSE, ANLAGEN UND PRODUKTE NACH NATURWISSENSCHAFTLICHEN ASPEKTEN ANALYSIEREN UND BEWERTEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... analysieren und bewerten die strömungstechnischen Vorgänge in Systemen. <sup>1)</sup>	Grundlagen der Strömungslehre <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kontinuitätsgleichung</li> <li>• Bernoulli</li> </ul>	Auswahl von Armaturen Messung des statischen und dynamischen Druckes Anwendung der Kontinuitätsgleichung und Bernoulli	Energie- und Impulserhaltung
... analysieren und bewerten bei der Konstruktion von Anlagen die Auswirkung chemischer Prozesse. <sup>2)</sup>	Gesetzmäßigkeiten beim Ablauf chemischer Reaktionen <ul style="list-style-type: none"> <li>• Oxidation/Reduktion</li> <li>• Bindungsarten</li> </ul>	Ablaufbeschreibung chemischer Reaktionen unter Berücksichtigung von Druck, Temperatur, Konzentrationen und Katalysator	Atomaufbau
HINWEISE:	1),2) Wird hauptsächlich für den Schwerpunkt Verfahrens- und Umwelttechnik benötigt. Kann als fakultativ für die restlichen Schwerpunkte betrachtet werden.		

## 4.3.6 Lernfeld 4: Bauteile und Baugruppen unter mechanischen Aspekten entwerfen und auslegen [200h]

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF4: BAUTEILE UND BAUGRUPPEN UNTER MECHANISCHEN ASPEKTEN ENTWERFEN UND AUSLEGEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... bilden Bauteile durch aufgabenbezogene Idealisierungen in mechanische Ersatzmodelle ab.	<p>Kräfte und ihre Darstellung            Freiheitsgrade der Bewegung            Funktion und Darstellung der Lagerungsarten            Seil, Kette, Pendelstab und weitere            Zentrales und allgemeines Kräftesystem            Kräftepaar und Moment</p>	<p>Zerlegung von Baugruppen in Bauteile            Erstellung mechanischer Ersatzmodelle und Freikörperbildern</p>	<p>statische Bestimmtheit</p>
... analysieren praxisrelevante Bauteile und einfache Baugruppen auf Funktion, Belastung, Beanspruchung und Wirkungsweise.	<p>Schwerpunkt            Standsicherheit            Konzept des Versatzmoments            Grundbeanspruchungsarten</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zug/Druckbelastung</li> <li>• Schubbeanspruchung</li> <li>• Flächenpressung/Lochleibung</li> <li>• Biege-, Torsionsbelastung</li> </ul> <p>Lastfälle und Belastungsarten</p>	<p>Analyse der Lastfälle aus Betriebsdaten            Zerlegung von Kräften            Parallel-Verschiebung einer Kraft            Schwerpunkts-Ermittlung            Anwendung des Versatzmoments            Berechnung von Kräfte- und Momentengleichgewichten            Analyse von Balkentragwerken und Fachwerken</p>	<p>Gesetze der Statik            Prinzip des Kräftegleichgewichtes (Actio = Reactio)            Prinzip des Momentengleichgewichtes            Hooke'sches Gesetz            Innere Kräfte und Momente            Spannungsarten</p>

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF4: BAUTEILE UND BAUGRUPPEN UNTER MECHANISCHEN ASPEKTEN ENTWERFEN UND AUSLEGEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... führen Berechnungen zur Statik und Festigkeitslehre durch, beurteilen dabei die statische und dynamische Belastbarkeit unter Einbeziehung der Abmessungen und der Werkstoffeigenschaften und dimensionieren die Bauteile.	axiales und polares Flächenträgheits- und Widerstandsmoment Satz von Steiner Vergleichsspannung bei zusammengesetzter Beanspruchung zulässige Spannungen Lastfälle	Analyse der Lastfälle aus Betriebsdaten Analyse von Bauteilen und Baugruppen mit Hilfe der Schnittmethode und der statischen Gleichgewichtsbedingungen Berechnung der Spannungen für kritische Stellen kritischer Querschnitt Ermittlung zulässiger Spannungen aus einschlägigen Normen Auswahl geeigneter Normteile und Halbzeuge	Schnittmethoden und Schnittgrößen Einfluss der Bauteilmassenverteilung auf das dynamische Verhalten Feder- bzw. Schwingungsverhalten von Bauteilen
HINWEISE:			

**4.3.7 Lernfeld 5: Bauteile und Baugruppen mit CAx Methoden modellieren, darstellen und realisieren [120h]**

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF5: BAUTEILE UND BAUGRUPPEN MIT CAx METHODEN MODELLIEREN, DARSTELLEN UND REALISIEREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... erarbeiten konstruktive Lösungen und stellen diese dar.	<p>Zeichnungsaufbau</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ansichten</li> <li>• Bemaßung</li> </ul> <p>Normen und Regelwerke (z. B. Zeichnungsnormen, Toleranzen, Passungen, Oberflächen)</p> <p>Datensicherung, Datenverwaltung manuelle und digitale Ausarbeitungsmöglichkeiten</p>	<p>Analyse von Daten und Datenformaten</p> <p>Ermittlung erforderlicher Daten</p> <p>konstruktive Randbedingungen</p> <p>Entwicklung konstruktiver Strategien und Lösungen</p> <p>Einzelteilanpassung</p> <p>Erstellung von Unterbaugruppen und Zusammenbauten</p> <p>Lösungsoptimierung</p> <p>Handskizzen</p> <p>Erstellung von Zeichnungen, Stücklisten und 3D-Modelle</p> <p>Einordnung und Umsetzung in den Konstruktionsprozess</p>	<p>Werkstoffeigenschaften</p> <p>Technologische Zusammenhänge (Fertigung, Montage etc.)</p> <p>Gültigkeit der Normen</p> <p>Produktentstehungsprozesse</p>
... berücksichtigen beim Modellieren den Produktentstehungsprozess.	<p>Kenntnisse der Fertigungsverfahren</p> <p>Kenntnisse der Fertigungs- und Montageprozesse</p>	<p>fertigungsgerechte Konstruktion</p> <p>Bauteil- und Normteilibibliotheken</p> <p>Parametrisierung von Bauteilen</p>	<p>Kenntnisse des Fertigungsablaufs</p>
... nutzen Analysetools zur Bauteil- und Baugruppenanalyse.	<p>Grundkenntnisse Finite Elemente</p> <p>Methoden und Bewegungssimulationen</p>	<p>Anwendung von Analysetools</p> <p>Darstellung und Interpretation der Simulationsergebnisse</p>	<p>Kinematik</p> <p>Festigkeit (Elastostatik)</p>



Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...		LF5: BAUTEILE UND BAUGRUPPEN MIT CAX METHODEN MODELLIEREN, DARSTELLEN UND REALISIEREN		
		Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... binden Arbeitsergebnisse in den CAD-CAM Prozess ein.	Datenformate Schnittstellen	Datenaustausch Umwandelung und Bereitstellung von CAD-Daten	Voraussetzungen für eine CNC-Fertigung <sup>1)</sup> Rapid Prototyping (3D-Druck)	
HINWEISE:	1) nicht anzuwenden in der Verfahrenstechnik.			

**4.3.8 Lernfeld 6: Bauteile und Baugruppen nach technologischen Aspekten analysieren und bearbeiten [80h]**

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF6: BAUTEILE UND BAUGRUPPEN NACH TECHNOLOGISCHEN ASPEKTEN ANALYSIEREN UND BEARBEITEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
<p>... wenden die technologischen Grundlagen und Zusammenhänge bei der Herstellung, Eigenschaftsänderung und Bearbeitung von Werkstoffen an.</p>	<p>Einteilung und Eigenschaften von Werkstoffen                      Aufbau von Eisenwerkstoffen                      Werkstoffe für bes. Einsatzgebiete</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tieftemperatur, Hochtemperatur</li> <li>• Starker mechanischer Verschleiß</li> </ul> <p>Legierungen (Bildung, Zusammensetzung, Anwendung)                      Werkstoffprüfung und Werkstoffkennwerte (statisch, dynamisch)                      Ändern von Werkstoffeigenschaften (Wärmebehandlung, Verfestigen etc.)                      Herstellung und Optimierung von Halbzeugen                      Normung und Kennzeichnung der Werkstoffe und Halbzeuge                      Korrosion und Korrosionsschutz von Werkstoffen                      Umwelt- und ökonomische Aspekte der Werkstoffe (Gewinnung, Wiederverwertung, Entsorgung)                      Recycling und Entsorgung von Werkstoffen                      Verschleißmechanismen</p>	<p>Planung, Durchführungen und Auswertung von Werkstoffprüfungen (Zugversuch etc.)                      Ermittlung von relevanten Werkstoffdaten aus Tabellen und Diagrammen                      Auswahl von Werkstoffen und Verfahren zum Ändern der Eigenschaften                      Beachtung von technologischen-, Umwelt- und ökonomischen Aspekten bei der Werkstoffauswahl, -bearbeitung und -verwendung                      Analyse der Herstellungs- und Bearbeitungsverfahren von Werkstoffen                      Analyse technologischer und tribologischer Eigenschaften                      Analyse von Schadensfällen sowie die Erarbeitung von Präventionsstrategien.</p>	<p>Verhalten von Werkstoffen                      chemische und physikalische und technologische Zusammenhänge                      Wechselwirkung zwischen Werkstoffauswahl und -einsatz                      Wechselwirkung zwischen Werkstoffeigenschaften und Fertigungsverfahren                      Zusammenhänge zwischen Reibung, Schmierung und Verschleißbeständigkeit                      Spannungsreihe chemischer Elemente</p>

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF6: BAUTEILE UND BAUGRUPPEN NACH TECHNOLOGISCHEN ASPEKTEN ANALYSIEREN UND BEARBEITEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... analysieren und planen den Einsatz und die Bearbeitung von Werkstoffen.	Werkstoffeigenschaften Fertigungsverfahren und Fertigungsprozesse	Analyse und Planung der Herstellung von Bauteilen Fertigungsverfahren (z. B. Spanen, Umformen, Schweißen) planen Fertigungsprozesse beim Trennen, Umformen oder Fügen Fertigungsplanung innerhalb des CAD/CAM Prozesses	Fertigungsverfahren und Fertigungsfolgen bei der Bauteilherstellung
... nutzen zur Analyse und Bearbeitung Fachliteratur, Datenblätter und technische Beschreibungen.	Normung und Kennzeichnung der Werkstoffe und Halbzeuge technische Unterlagen in schriftlicher und digitaler Form	Selbständige Nutzung einschlägiger technischer Unterlagen (Normen etc.) Ermitteln von relevanten Werkstoffdaten aus Tabellen, Diagrammen und Normen Interpretieren und Anwenden von technischen Unterlagen (schriftlich, digital)	
HINWEISE:			

## 4.3.9 Lernfeld 7: Antriebe, Aktoren und Sensoren in Maschinen und Anlagen integrieren [120h]

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF7: ANTRIEBE, AKTOREN UND SENSOREN IN MASCHINEN UND ANLAGEN INTEGRIEREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... analysieren und bewerten die wechselseitigen Beziehungen und Zusammenhänge zwischen den Komponenten im Sinne des Systemverständnisses.	<p>Aufbau und Funktion von Sensoren elektrische Grundgrößen (Spannung, Strom, Widerstand) Gesetzmäßigkeiten der Elektrotechnik, Pneumatik und Hydraulik genormte Schnittstellensignale Analog-Digital-Wandler Arbeit, Leistung, Wirkungsgrad Systemtechnik Regelungstechnik Messgeräte und deren Funktion</p>	<p>Funktionsbeschreibung von Anlagen und Maschinen Zuordnung von Bauelementen und Komponenten entsprechend den Wirkungsplänen von Steuerketten und Regelkreisen Messung elektrischer Größen rechnerische Überprüfung von Messungen</p>	<p>Wirkungsweise von Steuer und Regelkreise analoge/digitale Signale Energieträger und Energieumwandlung</p>
... analysieren, prüfen und wählen Komponenten aus.	<p>Normen, Maschinenrichtlinien Geräte- und Gütekennzeichnung Sicherheitstechnik, Schutzmaßnahmen Aufbau und Funktion von Aktoren/Sensoren Aufbau und Funktion elektrischer Antriebe Wechselgrößen, Drehstrom technische Dokumentation</p>	<p>Prüfung von Komponenten und Anwendung geeigneter Normen Erstellung von Mess- und Prüfprotokollen Beurteilung von Messergebnissen im Hinblick auf eine betriebssichere Funktion der Komponenten Berechnung von pneumatischen Daten (Druck, Querschnitt etc.) Auswahl von Aktoren/Sensoren Einsatzmöglichkeiten elektrischer Antriebe</p>	<p>Gültigkeit von Normen, Maschinenrichtlinien und Schutzmaßnahmen</p>

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF7: ANTRIEBE, AKTOREN UND SENSOREN IN MASCHINEN UND ANLAGEN INTEGRIEREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
<p>... prüfen, projektieren und dimensionieren anwendungsbezogene Schaltungen bzw. Steuerungen.</p>	<p>elektrische, pneumatische und hydraulische Schaltungstechnik                      Symbole und Darstellungen der Schaltungstechnik, Simulationsprogramme                      Technische Dokumentation                      Messverfahren                      Einsatzmöglichkeiten von elektrischen, pneumatischen und elektro-pneumatischen Steuerungen                      Einsatzmöglichkeiten bzw. Vor- und Nachteile von analogen und digitalen Schaltungen                      energieeffiziente Druckluftherzeugung und Druckluftverteilung                      Ablaufbeschreibung nach DIN EN 60848</p>	<p>Schaltungsentwurf und Schaltungsaufbau                      Prüfen und Messen physikalischer Größen                      Funktions- und Sicherheitsüberprüfung der Schaltungen                      Inbetriebnahme                      Fehleranalyse und Anpassung von Schaltungen</p>	<p>Gültigkeit von Normen, Maschinenrichtlinien und Schutzmaßnahmen</p>
<p>HINWEISE:</p>			

**4.3.10 Lernfeld 8: Computergestützte Verfahren im Produktionsumfeld zur Planung und Lenkung einsetzen [60h-100h]**

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF8: COMPUTERGESTÜTZTE VERFAHREN IM PRODUKTIONSUMFELD ZUR PLANUNG UND LENKUNG EINSETZEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... planen und kommunizieren Produktionsprozesse mit Hilfe von Standardsoftware.	Tabellenkalkulation Textverarbeitung Präsentationssoftware	Dokumentation, Kommunikation und Darstellung mittels Standardsoftware	
... planen und lenken Produktionsprozesse mit einem Produktionsplanungs- und Steuerungssystem (PPS-System).	Aufgaben eines PPS-Systems Struktur eines PPS-Systems Reichweite und Grenzen von PPS	Abbildung und Lenkung betrieblicher Prozesse mittels PPS Handhabung eines PPS-Systems (Dateneingabe und Datenpflege)	
... interpretieren und nutzen Daten aus Betriebsdatenerfassungs- (BDE-) und Maschinendatenerfassungssystemen (MDE-Systemen).	Aufgaben und Struktur der MDE und BDE sowie der Materialbuchungsrückmeldungen Einbindung in die betriebliche Datenermittlung	Interpretation von Daten, die über BDE und MDE ermittelt wurden Formulierung von Anforderungen an BDE und MDE aufgrund von Neuerungen bzw. Veränderungen	Notwendigkeit und Grenzen von BDE und MDE
... antizipieren und berücksichtigen Veränderungen in Lenkung und Planung von betrieblichen Abläufen durch neue Techniken.	Digitalisierung Industrie 4.0 Vernetzung	Bewertung von Chancen und Risiken neuer Planungstechniken	Veränderung der Arbeitswelt und der Arbeitsverfahren durch Digitalisierung und Vernetzung
HINWEISE:			

4.3.11 Lernfeld 9: Produktion und Arbeitssysteme planen [100h-140h]

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF9: PRODUKTION UND ARBEITSSYSTEME PLANEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... erstellen Lasten- und Pflichtenhefte für neue oder zu überarbeitende Produktionsprozesse.	Arbeitsschutz und Unfallverhütung, rechtliche Grundlagen und technische Regeln Arbeitssysteme und Arbeitsabläufe (insbesondere auch Modularisierungen) Lasten- und Pflichtenheft	Ermittlung von Anforderungen Formulierung von Lasten- und Pflichtenheften Berücksichtigung von Erfordernissen und Möglichkeiten durch Digitalisierung und Vernetzung (Industrie 4.0)	Grundlagen des Vertragsrechts
... projektieren, planen und erarbeiten die Ausstattung von Produktionssystemen mit Maschinen, Werkzeugen, Vorrichtungen und Hilfsmitteln.	Planungstechniken <ul style="list-style-type: none"> <li>• Netzplan,</li> <li>• Fabriklayout, u.a.</li> </ul> Aufbau- und Ablauforganisation Arbeitsplan Investitionskostenrechnung Vernetzung der Betriebsmittel (insbesondere durch neue Technologien wie Industrie 4.0)	Ablaufplanung für Produktionsprozesse Ausstattungsplanung für Herstellungsprozesse Erstellung und Interpretation von Arbeitsplänen der Produktionsprozesse Planung von Wartung und Instandhaltung Planung von Ersatzbedarf Berücksichtigung von Digitalisierung und Vernetzung	Grundlagen der Betriebswirtschaft (Kosten – Nutzen-Betrachtungen) Bedeutung und Chancen von Digitalisierung und Vernetzung
... entwerfen und erarbeiten das Layout von Werkstätten und Hallen für neue oder neu zu strukturierende Produktionsprozesse.	Werkstattprinzip Verrichtungsprinzip <ul style="list-style-type: none"> <li>• Inselfertigung</li> <li>• Reihen- und Serienfertigung</li> </ul> Betriebsstättenplanung Materialflussanalyse Lager- und Transportsysteme	Erarbeitung von Aufstellungsplänen Planung von Lagerflächen und Transportwegen Planung der Informationssysteme Bewertung von alternativen Varianten zum Auffinden der optimalen Lösung	Kreativitätstechniken und Bewertungsverfahren (VDI 2222, QM-Tools)

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF9: PRODUKTION UND ARBEITSSYSTEME PLANEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... entwerfen und gestalten manuelle Arbeitsplätze unter ergonomischen Gesichtspunkten.	Methoden zur Ermittlung von Vorgabezeiten und zur Leistungsbeurteilung Arbeitsunterlagen, Ausführungsunterlagen Humanisierung der Arbeitswelt, menschengerechte Gestaltung von Arbeitssystemen	Ermittlung von Anforderungsprofilen, Ermittlung von Vorgabezeiten Gestaltung von Arbeitsplätzen Erstellung von Arbeits- und Ausführungsunterlagen	Bedeutung von Arbeit für den Menschen Potentiale und Grenzen menschlicher Arbeit
HINWEISE:			



**4.3.12 Lernfeld 10: Produktionsabläufe organisieren und steuern sowie Daten und Kosten ermitteln [100h-140h]**

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF10: PRODUKTIONSABLÄUFE ORGANISIEREN UND STEuern SOWIE DATEN UND KOSTEN ERMITTELN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... steuern Materialversorgung, Kapazitätsbedarf, Personalbedarf und Termine für gegebene Fertigungsaufträge.	Produktionslogistik Kapazitätsplanung und -steuerung Terminplanung und -überwachung Personalplanung und -steuerung Bestandsarten (verfügbarer, körperlicher, bestellter und reservierter Bestand) Verfahren der Zeitermittlung Logistikkonzepte der Industrie 4.0	Aufbau und Steuerung von Logistikketten Steuerung und Optimierung von Produktionsabläufen Aufstellung von Terminplänen Umplanung bei unvorhergesehenen Ereignissen Abwägung und Entscheidungsfindung zwischen Fremd- und Eigenfertigung von Aufträgen Initiierung und Umsetzung eines kontinuierlichen Verbesserungsprozesses Optimierung als Ausgleich von Interessen	wissenschaftliche Grundlagen der Logistik Grundlagen des Personalmanagements Vernetzung der einzelnen Teilgebiete durch Industrie 4.0

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF10: PRODUKTIONSABLÄUFE ORGANISIEREN UND STEuern SOWIE DATEN UND KOSTEN ERMITTELN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... erheben Daten, berechnen Kosten, stellen Kostenvergleiche an und leiten daraus Optimierungsmöglichkeiten ab.	Datenerhebung und -management Betriebliches Rechnungswesen / Kosten- und Leistungsrechnung <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kalkulationsverfahren</li> <li>• Zuschlagskalkulation</li> <li>• Vollkostenrechnung</li> <li>• Teilkostenrechnung (Deckungsbeitragsrechnung)</li> </ul> Wirtschaftlichkeitsrechnung Kostenvergleichsrechnung Prozesskostenrechnung Kennzahlen zur Steuerung einer Produktion	Ermittlung von Daten für Kostenrechnung Ermittlung von Produktionskosten durch Vor- und Nachkalkulation Durchführung von Kostenvergleichsrechnungen Durchführung von Berechnungen zur Kostenoptimierung	Grundlagen der Betriebswirtschaft
... wenden zur Organisation und Steuerung von Prozessabläufen Methoden des Personalmanagements an.	Verfahren der Arbeitsbewertung effektive und zielorientierte Menschenführung Methoden der Arbeitsorganisation Motivation, Betriebsklima, Führungskultur gesetzliche und tarifliche Vorgaben	Analyse von Arbeits- und Produktionsprozessen Durchführung von Leistungsbeurteilungen und Leistungsbewertungen in Standardverfahren und alternativen Varianten Gestaltung von Entlohnungssystemen Entwicklung von Organisationsmodellen zur Steuerung von Produktionsprozessen	Grundlagen des Personalmanagements Grundlagen der Arbeits- und Prozessorganisation Grundlagen der Psychologie
HINWEISE:			

**4.3.13 Lernfeld 11: Fertigungs- und Montageprozesse planen, optimieren und automatisieren [160h-240h]**

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF11: FERTIGUNGS- UND MONTAGEPROZESSE PLANEN, OPTIMIEREN UND AUTOMATISIEREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... planen und optimieren bestehende und neue Fertigungs- und Montagevorgänge in ökonomischer und ökologischer Hinsicht.	Ist- und Schwachstellenanalyse Mechanisierungsgrad und Automatisierungstechniken Energieeffizienz und Schadstoffemissionen bestehender Systeme	Entwicklung und Anwendung von Fragekatalogen und Checklisten zu Analyse Zwecken Dokumentation und Bewertung von IST-Zuständen methodische Durchführung von Optimierungsprozessen Planung neuer Systeme unter ergonomischen, ökonomischen und ökologische Aspekten Ermittlung von Kosten und Nutzen für veränderte und neue Systeme	Bedeutung von Systematik und Methodik bei komplexen Arbeitsaufträgen Vereinbarkeit und Konflikte zwischen Ökologie und Ökonomie
... planen und gestalten Arbeitsplätze und Arbeitsumfeld menschengerecht.	Ergonomie Arbeitssicherheitsregeln einschlägige gesetzliche Vorschriften, Vorschriften der Berufsgenossenschaft	Gestaltung von Arbeitsplätzen Gestaltung des Arbeitsumfeldes Umgestaltung bestehender Arbeitsplätze	Humanisierung der Arbeitswelt Unabdingbarkeit von Anforderungen aus einschlägige Vorschriften und Gesetze
... projektieren, planen und erarbeiten neue Fertigungs- und Montagesysteme.	einschlägige Lasten- und Pflichtenhefte, Anforderungslisten	Ableitung und Formulierung von Anforderungen aus Vorgaben Projektierung und Planung von Produktionssystemen	Notwendigkeit von systematischem, umfassendem und vorausschauendem Vorgehen Grundlagen der Betriebswirtschaft und Unternehmenspolitik (Auswirkungen von Fehlentscheidungen)

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF11: FERTIGUNGS- UND MONTAGEPROZESSE PLANEN, OPTIMIEREN UND AUTOMATISIEREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... entwickeln automatisierte Lösungen für Produktionssysteme und bewerten Lösungsvorschläge externer Anbieter.	Dateneingabe und Datenausgabe, Konfiguration von Schnittstellen Aufbau von Netzwerkstrukturen im Hinblick auf Industrie 4.0 Sicherheit von Personen, Anlagen und Daten in vernetzten Systemen Fernzugriff und Qualitätsüberwachung in digitalisierten und vernetzten Systeme	Aufstellung von Anforderungen an Schnittstellen, den Datenaustausch und Netzwerkstrukturen in Systemen unter Industrie 4.0 Gesichtspunkten Beurteilung von vorgeschlagene Strukturen auf ihre Tauglichkeit	Grenzen und Möglichkeiten digitalisierter und vernetzter Systeme
HINWEISE:			

**4.3.14 Lernfeld 12: Bauteile und Baugruppen prüfen sowie Prozesse und Maschinen überwachen [100h-140h]**

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF12: BAUTEILE UND BAUGRUPPEN PRÜFEN SOWIE PROZESSE UND MASCHINEN ÜBERWACHEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... erstellen Prüfpläne und wählen Prüfmittel für konkrete Messaufgaben aus.	<p>Maße und Lehren                      Maßtolerierung, Form- und Lagetolerierung, Oberflächenkennwerte                      Voraussetzungen für verlässliche und reproduzierbare Messwerte und Messergebnisse</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Goldene Regel der Messtechnik und Auflösung von Messmittel</li> <li>• Systematische und zufällige Messabweichung</li> <li>• Prüfmittelfähigkeit, Messunsicherheit (Wechselwirkung zwischen Prüfmittelfähigkeit, systematische Abweichungen und Messunsicherheit)</li> <li>• Kalibrierkette</li> </ul> <p>Dokumentationsanforderungen an Prüfpläne und Prüfprotokolle</p>	<p>Messen                      Erstellung von Prüfplänen und Auswahl jeweils geeigneter Prüfmittel                      Ermittlung wichtiger Kennwerte zur Prüfmittelfähigkeit                      Entwicklung von Prozessen zur Aufrechterhaltung der Prüfmittelfähigkeit</p>	<p>Bedeutung von Dokumentation und Rückverfolgbarkeit</p>

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF12: BAUTEILE UND BAUGRUPPEN PRÜFEN SOWIE PROZESSE UND MASCHINEN ÜBERWACHEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... überwachen Prozesse, Maschinen und Prüfmittel auf Basis statistischer Methoden.	statistische Prozessregelung als Alternative zur 100% Kontrolle statistische Kennwerte Qualitätsregelkarten (QRK) <ul style="list-style-type: none"> <li>• Arten und Aufbau</li> <li>• Toleranz-, Warn- und Eingriffsgrenzen</li> <li>• Stichprobenumfang und -häufigkeit</li> </ul> typische Prozessverläufe	Planung und Durchführung der SPC-Überwachung von Maschinen, Prozessen und Prüfmitteln Erstellung von Arbeitsanweisungen zur Führung von QRK Interpretation Ergebnisse von SPC-gestützten Fähigkeitsuntersuchungen und ggf. Aufzeigen Veränderungsbedarf	Grundlagen der Statistik
... planen Koordinatenmesstechnik (KMT) in Prüfabläufe ein, erstellen und testen Messprogramme für KMT-Geräte.	Bauweise Koordinatenmessgeräte geometrische Grundlagen der Koordinatenmesstechnik Sensorsysteme Erstteilmusterung, Fertigungsüberwachung, funktionsbezogene Prüfung Messsoftware	Einplanung Koordinatenmesstechnik in Prüfabläufe Erstellung von Aufspannplänen Auswahl geeigneter Sensoren Erstellung und Erprobung von Messprogrammen	physikalische und technische Grundlagen der Längenmesstechnik
HINWEISE:			

**4.3.15 Lernfeld 13: Betriebsmittel projektieren, entwerfen und konstruieren [140h-180h]**

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF13: BETRIEBSMITTEL PROJEKTIEREN, ENTWERFEN UND KONSTRUIEREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... entwerfen und konstruieren Vorrichtungen zur Unterstützung von Produktionsprozessen.	Haupt.- und Nebenfunktionen von Vorrichtungen Form- und kraftschlüssiges Spannen, Spannkrafterzeugung Spannelement und erforderliche Spannkräfte Bauformen von Vorrichtungen, Sonderlösungen und Baukastensysteme starre Vorrichtungen und Vorrichtungen mit beweglichen Achsen intelligente Schnittstellen Vorrichtung – Produktionssystem (Industrie 4.0)	Bestimmen von Werkstücken Ausführung von Bestimmelementen Festlegung geeignetes Vorrichtungssystem (Standardlösung versus Sonderlösung) für gegebene Aufgaben Entwurf und Konstruktion von Sonderlösungen Beschaffung von Standardlösungen Ermittlung erforderliche Spannkräfte und Vermeidung von Verspannen und Spannmarken Einbindung von Sensorik und Datenschnittstellen	Grundlagen der Konstruktionsmethodik und der Konstruktionstechnik Grundlagen des Qualitätsmanagement

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF13: BETRIEBSMITTEL PROJEKTIEREN, ENTWERFEN UND KONSTRUIEREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... entwerfen und konstruieren Werkzeuge zum Schneiden und Umformen von Blechen.	<p>Bauformen und Aufbau von Werkzeugen (Einfachwerkzeug, Folgewerkzeug, Gesamtwerkzeug, Verbund- und Folgeverbundwerkzeuge)</p> <p>Arbeitsstationen in Folge- und Folgeverbundwerkzeugen</p> <p>Stärken und Schwächen einer werkzeuggestützten Produktionsweise</p> <p>Prozesskräfte und Arbeitsbedarf</p> <p>Maschinen der Umformtechnik</p> <p>intelligente Schnittstellen Werkzeug – Produktionssystem (Industrie 4.0)</p>	<p>systematische Lösungssuche für Schneid- und Umformprozesse</p> <p>Festlegung geeigneter Werkstoffe für aktive Werkzeugelemente</p> <p>Entwurf und Auslegung aktiver Werkzeugelemente</p> <p>Nutzung von einschlägigen Normalien</p> <p>Festlegung einer geeigneten Umformmaschine</p> <p>Einplanung von Sensorik und Datenschnittstellen</p>	<p>Grundlagen der Konstruktionsmethodik und der Konstruktions-technik</p>
... wählen geeignete Maschinenelemente unter Berücksichtigung alternativer Varianten zur Lösung Ihrer Betriebsmittelkonstruktionen aus und weisen deren Sicherheit nach.	<p>Arten, Normung, Varianten und Eigenschaften von ausgewählten Maschinenelementen (Schrauben, Federn, Keilsysteme, Bolzen und Stifte u.a.)</p> <p>Möglichkeiten der Gestaltung von Verbindungen zwischen Maschinenelementen</p> <p>Nachweisarten der Bauteilfestigkeit</p>	<p>Abschätzung der Notwendigkeit von Bauteilberechnungen</p> <p>Auswahl geeigneter Maschinenelemente</p> <p>Ermittlung einwirkender Kräfte und Momente</p> <p>Anwendung von Algorithmen zur Dimensionierungen und für Festigkeitsnachweise</p>	<p>Grundlagen der Werkstofftechnik</p> <p>Grundlagen der technischen Mechanik (insbesondere der Festigkeitslehre)</p>
HINWEISE:			



## 5 Handhabung des Lehrplans

Die in Kapitel 3 theoretisch begründete strukturell-curriculare Rahmung impliziert einen anspruchsvollen kompetenzorientierten Unterricht. Um die darin gesetzten Vorgaben unterrichtswirksam zu machen, gilt es folgende Prämissen zu berücksichtigen:

- Moderner Fachschulunterricht ist *lernerorientiert*, d. h., dass alle zu planenden Unterrichtsprozesse sich primär an Lernprozessen ausrichten sollen, nicht an Lehrprozessen. Lernprozesse sollen einer kasuistisch-operativen Umsetzungslogik (handlungssystematisch) folgen, die von einer theoretisch-abstrakten Objektivierungslogik (fachsystematisch) ergänzt wird.
- Die Zielbildung in den Querschnitt-Lernfeldern erfolgt als Explikation der Lehrplan-Inhalte durch die *Beschreibung von Wissens- und Fertigungszielen*. Ihr Umfang und Anspruch bemisst sich aus deren jeweiliger Bedeutung für die korrespondierenden fachlich-methodischen Kompetenzen.
- Im Rahmen der beruflichen Lernfelder ist die Explikation von *beruflichen Handlungen* der curriculare Ausgangspunkt der Unterrichtsplanung. Damit wird von Anfang an geklärt, welches Wissen in welchen Handlungszusammenhängen von den Studierenden erworben werden soll. Die im Lehrplan vollzogene Beschreibung der Kompetenzen auf einem mittleren Niveau gilt es dabei in der konkreten Unterrichtskonzeption adäquat zu den jeweils vorliegenden Rahmenbedingungen und im jeweils aktuellen technisch-produktiven, gestalterischen oder betriebswirtschaftlichen Kontext zu konkretisieren.
- Die genaue Zusammenstellung eines unterrichtsrelevanten Gebildes aus Kompetenzen erfolgt über einen einschlägigen *Berufskontext*, welcher dann auch als übergreifende Lernsituation den Gesamtrahmen der jeweiligen Unterrichtseinheit bildet.
- Kompetenzerwerb setzt *Verständnisprozesse* voraus, welche durch eine *Problemorientierung* des Unterrichts ausgelöst werden. Je anspruchsvoller die Problemstellungen, desto höher das zu erreichende Kompetenz-Niveau.
- Kompetenzen im Sinne eines verstandenen Handelns erfordern einschlägiges Sach- und Prozesswissen mit entsprechendem Reflexionswissen mit unmittelbarem Bezug zu dessen *berufsspezifischer Nutzung*, daher soll sich der Kompetenzerwerb in *sinnvollen* Abschnitten zwischen kasuistisch-operativen Phasen (handlungssystematisch) und theoretisch-abstrakten Phasen (fachsystematisch) *wechselseitig ergänzen*.
- *Fachsystematische Lernprozesse* gehen von den Fachwissenschaften aus, beinhalten deren Systematiken und bilden damit ein anwendungsübergreifendes Gerüst für das berufliche Handeln. Sie sind zudem der Raum für die Auseinandersetzung mit den mathematisch-naturwissenschaftlichen bzw. gestalterischen Hintergründen. Lern-Reflexionen beziehen sich hier auf die Kategorien „Wissen“ (kognitive Reproduktion) und „Verstehen“ (kognitive Anwendung).
- *Handlungssystematische Lernprozesse* gehen von beruflichen Prozessen aus, beinhalten deren Eigenlogik und bilden damit anwendungsbezogene Ankerpunkte für das berufliche Handeln. Lernreflexionen beziehen sich hier auf die Kategorie „Können“ (operative Anwendung).
- *Lernerfolgsmessung* kann sich im Einzelnen auf „Wissen“, „Verständnis“ oder „Können“ beziehen, der Anspruch einer Kompetenzdiagnostik kann aber nur dann erfüllt werden, wenn alle drei oben genannten Komponenten *integrativ erhoben* werden, und mit den Zielkategorien *taxiert* werden.
- Der Erwerb sozial-kommunikativer Kompetenzen erfordert *kollektive Lernformen*, wird aber nicht allein durch diese gewährleistet. Entscheidend ist hier ein bewusster und re-

flektierter Kompetenzerwerb, daher sind sozial-kommunikative Kompetenz-Ziele den Studierenden zu kommunizieren, deren Erwerb zu thematisieren und zu reflektieren.

- Der Erwerb von Personalkompetenzen (bzw. Selbstkompetenzen) erfordert die Akzentuierung motivationaler, affektiver und strategisch-organisationaler Auseinandersetzungen der Studierenden mit sich und ihrem Lernen. Fachschulunterricht sollte daher das *Lernen als eigenständigen Lerngegenstand* begreifen und dies pädagogisch und methodisch angemessen umsetzen.

ENTWURF

## 6 Literaturverzeichnis

- Bader, R. (2004): Strategien zur Umsetzung des Lernfeld-Konzepts. In: bwp@ spezial 1
- BIFIE (Hrsg.). (2013). Standardisierte kompetenzorientierte Reifeprüfung. Reife- und Diplomprüfung. Grundlagen – Entwicklung – Implementierung. Unter Mitarbeit von H. Cesnik, S. Dahm, C. Dorninger, E. Dousset-Ortner, K. Eberharter, R. Fless-Klinger, M. Frebort, G. Friedl-Lucyshyn, D. Frötscher, R. Gleeson, A. Pinter, F. J., Punter, S. Reif-Breitwieser, E. Sattlberger, F. Schaffenrath, G. Sigott, H.-S. Siller, P. Simon, C. Spöttl, J. Steinfeld, E. Süß-Stepancik, I. Thelen-Schaefer & B. Zisser. Wien: Herausgeber.
- Chomsky, N. (1965). Aspects of the theory of syntax. Cambridge, Mass: M.I.T. Press.
- Erpenbeck, J. / Rosenstiel, L. / Grote S. / Sauter W. (2017): Handbuch Kompetenzmessung: Erkennen, verstehen und bewerten von Kompetenzen in der betrieblichen, pädagogischen und psychologischen Praxis. Stuttgart, Schäfer & Pöschel
- Euler, D. / Reemtsma-Theis, M. (1999): Sozialkompetenzen? Über die Klärung einer didaktischen Zielkategorie. In: Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik, Heft 2, S. 168 - 198.
- Klafki, W. (1964): Didaktische Analyse als Kern der Unterrichtsvorbereitung in: Roth, H. / Blumenthal, A. (Hrsg.): Grundlegende Aufsätze aus der Zeitschrift Die Deutsche Schule, Hannover 1964, S. 5 - 34.
- Lerch, S. (2013): Selbstkompetenz – eine neue Kategorie zur eigens gesollten Optimierung? Theoretische Analyse und empirische Befunde. In: REPORT 1/2013 (36. Jg.) S. 25 - 34.
- Mandl, H. / Friedrich H.F. (Hrsg.) (2005): Handbuch Lernstrategien. Göttingen, Hogrefe.
- Pittich, D. (2013). Diagnostik fachlich-methodischer Kompetenzen. Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag
- Siller, H.-S., Bruder, R., Hascher, T., Linnemann, T., Steinfeld, J., & Sattlberger, E. (2014). Stufung mathematischer Kompetenzen am Ende der Sekundarstufe II – eine Konkretisierung. In J. Roth & J. Ames (Hrsg.), Beiträge zum Mathematikunterricht 2014, Münster: WTM, S. 1135 - 1138.
- Tenberg, R. (2011): Vermittlung fachlicher und überfachlicher Kompetenzen in technischen Berufen. Theorie und Praxis der Technikdidaktik. Stuttgart: Steiner
- Volpert, W. (1980): Beiträge zur psychologischen Handlungstheorie. Bern: Huber.



# Lehrplan

## Zweijährige Fachschule für Technik

### FACHRICHTUNG MASCHINENTECHNIK

### SCHWERPUNKT TECHNISCHE BETRIEBSWIRTSCHAFT

ENTWURF

Impressum

Hessisches Kultusministerium  
Luisenplatz 10, 65185 Wiesbaden  
Tel.: 0611 368-0  
Fax: 0611 368-2096

E-Mail: [poststelle@hkm.hessen.de](mailto:poststelle@hkm.hessen.de)  
Internet: [www.kultusministerium.hessen.de](http://www.kultusministerium.hessen.de)

## Inhaltsverzeichnis

1	Bedeutung der Fachschule für Technik in der Bildungslandschaft.....	5
2	Grundlegung für die Fachrichtung Maschinentechnik .....	6
3	Theoretische Grundlagen des Lehrplans .....	10
3.1	Sozial-kommunikative Kompetenzen .....	10
3.2	Personale Kompetenzen .....	10
3.3	Fachlich-methodische Kompetenzen .....	11
3.4	Zielkategorien.....	12
3.4.1	Beruflich akzentuierte Zielkategorien.....	13
3.4.2	Mathematisch akzentuierte Zielkategorien .....	15
3.5	Taxierung der Kompetenzen in drei Stufen .....	15
3.5.1	Taxonomietabelle für beruflich akzentuierte Zielkategorien.....	17
3.5.2	Taxonomietabelle für mathematisch akzentuierte Zielkategorien .....	18
3.6	Zusammenfassung.....	19
4	Organisation der Kompetenzen und Kenntnisse .....	20
4.1	Lernfelder .....	20
4.2	Studentafel .....	21
4.3	Beruflicher Lernbereich .....	23
4.3.1	Mathematik (Querschnitt-Lernfeld) .....	23
4.3.2	Projektarbeit .....	25
4.3.3	Lernfeld 1: Projekte mittels systematischen Projektmanagements zum Erfolg führen .....	26
4.3.4	Lernfeld 2: Die Qualität von Prozessen, Anlagen und Produkten planen und sichern .....	28
4.3.5	Lernfeld 3 (Querschnitt-Lernfeld): Prozesse, Anlagen und Produkte nach naturwissenschaftlichen Aspekten analysieren und bewerten.....	31
4.3.6	Lernfeld 4: Bauteile und Baugruppen unter mechanischen Aspekten entwerfen und auslegen .....	33
4.3.7	Lernfeld 5: Bauteile und Baugruppen mit CAx Methoden modellieren, darstellen und realisieren .....	35
4.3.8	Lernfeld 6: Bauteile und Baugruppen nach technologischen Aspekten analysieren und bearbeiten .....	37
4.3.9	Lernfeld 7: Antriebe, Aktoren und Sensoren in Maschinen und Anlagen integrieren .....	39
4.3.10	Lernfeld 8: Baueinheiten und Produkte entwickeln und konstruieren .....	41
4.3.11	Lernfeld 9: Fertigungsverfahren analysieren, planen und optimieren .....	44
4.3.12	Lernfeld TB1: Absatzprozesse planen, steuern und kontrollieren .....	45
4.3.13	Lernfeld TB2: Beschaffungsprozesse planen, steuern und kontrollieren ..	47
4.3.14	Lernfeld TB3: Unternehmenskultur entwickeln und organisatorisch sowie personalwirtschaftlich umsetzen.....	49

	4.3.15 Lernfeld TB4: Für den Leistungserstellungsprozess Investitionen tätigen und deren Finanzierung sicherstellen.....	51
	4.3.16 Lernfeld TB5: Den Jahresabschluss erstellen und auswerten sowie zur Kostenkontrolle und Preisgestaltung nutzen .....	52
5	Handhabung des Lehrplans .....	53
6	Literaturverzeichnis .....	55

ENTWURF

## 1 Bedeutung der Fachschule für Technik in der Bildungslandschaft

Die Fachschulen sind Einrichtungen der beruflichen Weiterbildung und schließen an eine einschlägige berufliche Ausbildung an. Sie bieten die Möglichkeit zu beruflicher Weiterqualifizierung aus der Praxis für die Praxis und ermöglichen dabei das Erreichen der höchsten Qualifizierungsebene in der beruflichen Bildung.<sup>1</sup>

In der Rahmenvereinbarung der Kultusministerkonferenz zu Fachschulen wird zu Ausbildungsziel, Tätigkeitsbereichen und Qualifikationsprofil das Folgende festgestellt:

„Ziel der Ausbildung im Fachbereich Technik ist es, Fachkräfte mit einschlägiger Berufsausbildung und Berufserfahrung für die Lösung technisch-naturwissenschaftlicher Problemstellungen, für Führungsaufgaben im betrieblichen Management auf der mittleren Führungsebene sowie für die unternehmerische Selbstständigkeit zu qualifizieren.

Die Ausbildung orientiert sich an den Erfordernissen der beruflichen Praxis und befähigt die Absolventinnen/Absolventen, den technologischen Wandel zu bewältigen und die sich daraus ergebenden Entwicklungen der Wirtschaft mitzugestalten.

Der Umsetzung neuer Technologien – verbunden mit der Fähigkeit kostenbewusst zu handeln und Fremdsprachenkenntnisse anzuwenden – wird deshalb auf der Basis des fachrichtungsspezifischen Vertiefungswissens in der Ausbildung besonderer Wert beigemessen. Der Fähigkeit, Mitarbeiter/Mitarbeiterinnen anzuleiten, zu führen, zu motivieren und zu beurteilen – sowie der Fähigkeit zur Teamarbeit – kommen im Zusammenhang mit den speziellen fachlichen Kompetenzen große Bedeutung zu.

Die Absolventinnen/Absolventen müssen vor diesem Hintergrund in der Lage sein, im Team und selbstständig Probleme des entsprechenden Aufgabenbereiches zu erkennen, zu analysieren, zu strukturieren, zu beurteilen und Wege zur Lösung dieser Probleme in wechselnden Situationen zu finden.“<sup>2</sup>

Die Studierenden sollen in der beruflichen Aufstiegsfortbildung zum staatlich geprüften Techniker / zur staatlich geprüften Technikerin befähigt werden, betriebswirtschaftliche, technisch-naturwissenschaftliche sowie künstlerische Aufgaben zu bewältigen.

Die Fachschulen orientieren sich dabei nicht an Studiengängen, sondern am Stand der Technik sowie ihrer praktischen Anwendung und genießen dadurch einen hohen Stellenwert in der Erwachsenenbildung.

Die Studierenden erlernen und vertiefen in der Weiterbildung das selbständige Erkennen, Strukturieren, Analysieren und Beurteilen von Problemen des Berufsbereiches und deren Lösung. Sie lernen, Projekte mittels systematischen Projektmanagements zum Erfolg zu führen

Dabei liegt ein besonderes Augenmerk auf der Förderung des wirtschaftlichen Denkens und verantwortlichen Handelns in Führungspositionen und der damit verbundenen Fähigkeit zu konstruktiver Kritik und der Bewältigung von Konflikten.

---

<sup>1</sup>DQR Niveau 6

<sup>2</sup>Rahmenvereinbarung über Fachschulen; Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 07.11.2002 i.d.F. vom 02.06.2016 S.16



Nicht zuletzt vertiefen die Studierenden ihre Fähigkeiten, sprachlich sicher zu agieren, um in allen Kontexten des beruflichen Handelns bestehen zu können.

Die rasante Entwicklung digitaler Technologien und die damit einhergehenden, tiefgreifenden Veränderungen in der Wirtschaft, in Arbeitsprozessen und im Kommunikationsverhalten stellen auch neue Anforderungen an Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen. So ist auch der Tätigkeitsbereich der Techniker und Technikerinnen in vielen Bereichen durch zusätzliche Merkmale betroffen:

- Vernetzung der Infrastruktur sowie der gesamten Wertschöpfungskette,
- Erfassung, Transport, Speicherung und Auswertung großer Datenmengen,
- Echtzeitfähigkeit der Systeme,
- cyber-physische Systeme – intelligente, kommunikationsfähige und autonome Maschinen und Systeme,
- Verschmelzung von virtueller und realer Welt,
- Gewährleistung von Datensicherheit und Datenschutz.

Somit muss die klassische Trennung in prozess- und produktorientierte berufsspezifische Handlungsfelder zugunsten eines die Schnittstellen vernetzenden, stärker systemorientierten und unternehmerischen Handlungskontextes aufgelöst werden.<sup>3</sup>

Der Erwerb der dazu benötigten Kompetenzen muss, auch wenn sie in den Lernfeldmatrizen nicht explizit aufgeführt sein sollten, durch die unterrichtliche Umsetzung in den Fachschulen für Technik ermöglicht werden.

## 2 Grundlegung für die Fachrichtung Maschinentechnik

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker der Fachrichtung Maschinentechnik werden mit vielfältigen technischen, organisatorischen und wirtschaftlichen Aufgaben betraut und z. B. bei der Planung, Projektierung, Konstruktion, im Versuch, in der Auftragsabwicklung, in der Produktion von Maschinen und anderer mittels Maschinen- und Apparatetechnik erzeugter Produkte, in der Instandhaltung und im Service eingesetzt. Gegenüber dem Ingenieur grenzt die Technikerin / der Techniker sich durch die verstärkte Praxisbezogenheit seiner schulischen und betrieblichen Vor- und Ausbildung ab.

Im Rahmen der betrieblichen Tätigkeitsbereiche führt die staatlich geprüfte Technikerin / der staatlich geprüfte Techniker der Fachrichtung Maschinentechnik folgende typische Tätigkeiten unter Beachtung vorgegebener Regeln, Normen und Vorschriften aus:

- Methoden der Ideenfindung und Kreativitätstechniken anwenden,
- Methoden der Projektplanung, -durchführung und des Projektcontrollings anwenden,
- nationale sowie internationale wirtschaftliche und ökologische Rahmenbedingungen und Besonderheiten analysieren und umsetzen,
- nationale sowie internationale Rechtsvorschriften und Normwerke für die Bewältigung technischer und betrieblicher Aufgaben analysieren und umsetzen,
- Lösungsstrategien entwickeln, Lösungsverfahren auswählen,

---

<sup>3</sup> Kompetenzorientiertes Qualifikationsprofil zur Integration der Thematik „Industrie 4.0“ in die Ausbildung an Fachschulen für Technik (Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 24.11.2017)

- Planungs- und Arbeitsschritte dokumentieren,
- Arbeitsanweisungen und Betriebsanleitungen erstellen,
- mathematische, natur- und technikwissenschaftliche Erkenntnisse und Methoden anwenden,
- Teilprozesse in Gesamtabläufe integrieren,
- Lösungen technisch und wirtschaftlich beurteilen,
- Technik sowohl human-, sozial- und umweltverträglich gestalten,
- Qualitätsmanagement realisieren,
- Arbeitsplätze und Arbeitsorganisation gestalten,
- Betriebsmittel, Vorrichtungen, Werkzeuge, Maschinen, Geräte und Anlagen konzipieren, entwerfen, projektieren, detaillieren,
- Maschinen, Geräte und Apparate auswählen, in Betrieb nehmen, instand halten,
- automatisierte Systeme zum Fertigen, Prüfen, Montieren, Transportieren, Lagern planen, entwickeln und verknüpfen,
- automatisierte Systeme zum Fertigen, Produzieren, Prüfen, Montieren, Transportieren, Lagern, in Betrieb nehmen, warten, inspizieren, instand setzen, Arbeitsplanungen durchführen, Fertigungsprozesse organisieren,
- mengen- und termingerechte Planung, Steuerung und Überwachung der Produktions- bzw. Fertigungsabläufe, des Material- und Maschineneinsatzes und der Lager-, Auftrags- und Bestellbestände durchführen,
- Kostenrechnungen durchführen,
- in der Normenüberwachung und Werksnormerstellung mitarbeiten,
- Versuche planen und durchführen,
- beraten und verkaufen,
- ausbilden und schulen.

Die Breite der Verantwortung reicht von der Erledigung definiert vorgegebener Aufträge, der Mitwirkung bei der Abwicklung bis zur selbstständigen Planung und Durchführung von Projekten. Um diesen Verantwortungsrahmen auszufüllen, sollen staatlich geprüfte Technikerinnen und Techniker

- Probleme analysieren, strukturieren und lösen,
- Informationen selbstständig beschaffen, auswerten und strukturieren,
- fähig sein, im Team zu arbeiten, aber auch Führungsaufgaben zu übernehmen,
- sich in einer Fremdsprache berufsbezogen zu informieren und zu kommunizieren,
- sich weiterbilden.

Die unterschiedlichen Einsatzgebiete der staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker der Fachrichtung Maschinentechnik erfordern eine Differenzierung der Weiterbildung in die Schwerpunkte:

- Automatisierungstechnik
- Konstruktion und Entwicklung
- Maschinenbau
- Produktions- und Qualitätsmanagement
- Verfahrens- und Umwelttechnik
- Technische Betriebswirtschaft

Die Zielsetzung der einzelnen Schwerpunkte der beruflichen Weiterbildung sind:

### **Automatisierungstechnik**

Maschinen und Anlagen werden mit komplexen Automatisierungssystemen ausgestattet. Dabei muss der zunehmenden Digitalisierung Rechnung getragen werden. Zum Beispiel kommunizieren Sensoren, Aktoren und Antriebssysteme über Feldbussysteme mit einer zentralen Steuereinheit (Automatisierungsgerät), die wiederum häufig mittels eines Netzwerkes mit weiteren dezentralen Peripheriegeräten (z. B. **H**uman **M**achine **I**nterface) sowie übergeordneten Leitrechnern verbunden ist. Die Studierenden werden für die Projektierung und Inbetriebnahme dieser komplexen Automatisierungssysteme qualifiziert. Im Zusammenhang mit den erworbenen Qualifikationen in der Fertigungstechnik und der Produktionsorganisation werden die Studierenden dieses Schwerpunktes für eine qualifizierte Implementierung von Automatisierungssystemen in Maschinen und Anlagen weitergebildet.

### **Konstruktion und Entwicklung**

Im Schwerpunkt Konstruktion und Entwicklung findet, neben den Inhalten aus dem allgemeinen Maschinenbau, eine Vertiefung der konstruktiven Einflussgrößen in den technischen Abteilungen von Unternehmen unter kapazitäts-, fertigungs- und kostenrelevanten Aspekten statt.

### **Maschinenbau**

Der Schwerpunkt Maschinenbau verknüpft interdisziplinär die Wissensbereiche und beruflichen Kompetenzen aus den verschiedenen Schwerpunkten der Maschinenteknik mit den klassischen Naturwissenschaften und der Mathematik. Dazu zählen Aufgabenstellungen, die sich insbesondere mit der Konstruktion und Entwicklung, der Fertigung von Bauteilen, Baugruppen und Produkten sowie der Automatisierung befassen. Dabei sind Qualitätsvorgaben ebenso zu berücksichtigen wie ökonomische und ökologische Aspekte.

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker des Schwerpunkts Maschinenbau können aufgrund Ihrer vielseitigen Ausbildung in vielfältigen technischen, organisatorischen und wirtschaftlichen Aufgabenbereichen eingesetzt werden, z. B. in der Planung, Projektierung, Konstruktion, Qualitätssicherung und im Versuchsbereich.

### **Produktions- und Qualitätsmanagement**

Technikerinnen und Techniker mit Weiterbildungsschwerpunkt Produktions- und Qualitätsmanagement übernehmen vorzugsweise verantwortliche Tätigkeiten im Produktionsumfeld der Industrie. Damit haben sie eine große Bedeutung für die vorwiegend industriell geprägte Volkswirtschaft Deutschlands.

Insbesondere werden die produktionsbezogenen Bereiche gezielt ausgebildet:

- Qualitätsmanagement und Qualitätssteuerung,
- Planen und Steuern von Produktionsabläufen,
- Ermittlung von Daten, Kosten und Zeiten,
- Optimierung bestehender Produktionssysteme,
- Beschaffung und Entwicklung von Werkzeugen und Vorrichtungen,
- Gestaltung von Arbeitssystemen und Arbeitsplätzen.

In den aufgezählten Tätigkeitsfeldern übernehmen sie eigenverantwortliche Aufgaben im mittleren Management. Ihre Qualifikation in diesen Bereichen ist vergleichbar mit der von Ingenieuren und Ingenieurinnen.

### **Verfahrens- und Umwelttechnik**

Die Verfahrens- und Umwelttechnik ist die Technik von Stoffumwandlungsprozessen. In ihr führen sogenannte Unit-Operations zu Änderung von Stoffeigenschaften.

Da umwelttechnische Prozesse im Wesentlichen auch Stoffumwandlungsprozesse sind, stellt die Synthese beider Disziplinen eine natürliche Vereinigung dar. Um diese Prozesse zu planen und vorherzusagen, sind vertiefte Kenntnisse der chemischen- und physikalischen Abläufe der jeweiligen Operation notwendig. Die Umsetzung der Abläufe erfolgt durch ausgewählte Maschinen und Apparate. Diese Maschinen und Apparate müssen dimensioniert und konstruiert werden. Dieses geschieht u.a. unter wirtschaftlichen und ökologischen Gesichtspunkten. Die Weiterbildung zum Verfahrens- und Umwelttechniker berücksichtigt den weiterhin zunehmenden Automatisierungsgrad der verfahrenstechnischen Anlagen.

In den aufgezählten Tätigkeitsfeldern übernehmen die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker eigenverantwortliche Aufgaben im mittleren Management. Ihre Qualifikationen in diesen Bereichen sind vergleichbar mit der von Ingenieuren und Ingenieurinnen.

### **Technische Betriebswirtschaft**

Der große Anteil betriebswirtschaftlicher Problemstellungen innerhalb der Arbeitswelt stellt erhöhte Anforderungen an die Beschäftigten in der Industrie. Neue Organisationsformen und Managementtechniken bestimmen den betrieblichen Alltag und die Ausgestaltung von Geschäftsprozessen. Im Zentrum steht die Kundenorientierung, die die Wettbewerbsfähigkeit nachhaltig sichert. Das Unternehmen ist bestrebt, aus dem Zielkonflikt zwischen Qualität, Kosten und Termin die Ausprägung zu finden, die den Bedürfnissen der Kunden am besten entspricht. Hierfür sind neben technischen auch betriebswirtschaftliche Kompetenzen notwendig, um langfristig einen Markterfolg zu erzielen.

Im Rahmen des Studiums werden die unternehmerischen Kompetenzen in Lernfeldern abgebildet, die sowohl technische als auch betriebswirtschaftliche berufliche Handlungen umfassen. Die Studierenden projektieren und entwickeln folglich technische Systeme und Anlagen und nehmen sie in Betrieb. Ferner planen, steuern und optimieren sie Absatz-, Beschaffungs- und Leistungserstellungsprozesse. Außerdem gestalten sie die Unternehmenskultur mit und setzen diese personalwirtschaftlich um. Darüber hinaus bereiten die Technikerinnen und Techniker Investitionen vor und stellen deren Finanzierung sicher. Sie erfassen und überwachen die daraus entstehenden Wertströme zur Kostenkontrolle und Preisgestaltung.

### 3 Theoretische Grundlagen des Lehrplans

Der vorliegende Lehrplan für Fachschulen in Hessen orientiert sich am aktuellen Anspruch beruflicher Bildung, Menschen auf Basis eines umfassenden Verständnisses handlungsfähig zu machen, also ihnen nicht alleine Wissen oder Qualifikationen, sondern Kompetenzen zu vermitteln. Eine im deutschsprachigen Raum anerkannte Grunddefinition von Kompetenz basiert auf dem US-amerikanischen Sprachwissenschaftler NOAM CHOMSKY, der diese als *Disposition zu einem eigenständigen, variablen Handeln* beschreibt (CHOMSKY, 1965). Das Kompetenzmodell von JOHN ERPENBECK und LUTZ VON ROSENSTIEL präzisiert dieses Basiskonzept, indem es sozial-kommunikative, personale und fachlich-methodische Kompetenzen unterscheidet (ERPENBECK, ROSENSTIEL, GROTE, SAUTER, 2017, S. XXI ff).

#### 3.1 Sozial-kommunikative Kompetenzen

Sozial-kommunikative Kompetenzen sind Dispositionen, kommunikativ und kooperativ selbstorganisiert zu handeln, d. h. sich mit anderen kreativ auseinander- und zusammensetzen, sich gruppen- und beziehungsorientiert zu verhalten, und neue Pläne, Aufgaben und Ziele zu entwickeln.

Diese werden im Kontext beruflichen Handelns nach EULER & REEMTSMA-THEIS (1999) konkretisiert und differenziert in einen (a) agentiven Schwerpunkt, einen (b) reflexiven Schwerpunkt und (c) deren Integration:

Zu (a): Fähigkeit zur Artikulation und Interpretation von verbalen und nonverbalen Äußerungen auf der Sach-, Beziehungs-, Selbstkundgabe- und Absichtsebene und Fähigkeit zur Artikulation und Interpretation von verbalen und nonverbalen Äußerungen im Rahmen einer Meta-Kommunikation auf der Sach-, Beziehungs-, Selbstkundgabe- und Absichtsebene.

Zu (b): Fähigkeit zur Klärung der Bedeutung und Ausprägung der situativen Bedingungen, insbesondere von zeitlichen und räumlichen Rahmenbedingungen der Kommunikation, 'Nachwirkungen' aus vorangegangenen Ereignissen, der sozialen Erwartungen an die Gesprächspartner, der Wirkungen aus der Gruppenzusammensetzung (jeweils im Hinblick auf die eigene Person sowie die Kommunikationspartner), Fähigkeit zur Klärung der Bedeutung und Ausprägung der personalen Bedingungen, insbesondere der emotionalen Befindlichkeit (Gefühle) der normativen Ausrichtung (Werte), der Handlungsprioritäten (Ziele), der fachlichen Grundlagen (Wissen), des Selbstkonzepts ('Bild' von der Person), (jeweils im Hinblick auf die eigene Person sowie die Kommunikationspartner), Fähigkeit zur Klärung der Übereinstimmung zwischen den äußeren Erwartungen an ein situationsgerechtes Handeln und den inneren Ansprüchen an ein authentisches Handeln.

Zu (c): Fähigkeit und Sensibilität, Kommunikationsstörungen zu identifizieren, und die Bereitschaft, sich mit ihnen (auch reflexiv) auseinanderzusetzen. Fähigkeit, reflexiv gewonnene Einsichten und Vorhaben in die Kommunikationsgestaltung einbringen und (ggf. unter Zuhilfenahme von Strategien der Handlungskontrolle) umsetzen zu können.

#### 3.2 Personale Kompetenzen

Personale Kompetenzen sind Dispositionen, sich selbst einzuschätzen, produktive Einstellungen, Werthaltungen, Motive und Selbstbilder zu entwickeln, eigene Begabungen, Moti-

vationen, Leistungsvorsätze zu entfalten und sich im Rahmen der Arbeit und außerhalb kreativ zu entwickeln und zu lernen.

LERCH (2013) bezeichnet personale Kompetenzen in Orientierung an aktuellen bildungswissenschaftlichen Konzepten auch als Selbstkompetenzen und unterscheidet dabei motivational-affektive Komponenten wie Selbstmotivation, Lern- und Leistungsbereitschaft, Sorgfalt, Flexibilität, Entscheidungsfähigkeit, Eigeninitiative, Verantwortungsfähigkeit, Zielstrebigkeit, Selbstvertrauen, Selbstständigkeit, Hilfsbereitschaft, Selbstkontrolle und Anstrengungsbereitschaft und strategisch-organisatorische Komponenten wie Selbstmanagement, Selbstorganisation, Zeitmanagement sowie Reflexionsfähigkeit. Hier sind auch sogenannte Lernkompetenzen (MANDL & FRIEDRICH, 2005) als jene personalen Kompetenzen einzuordnen, welche auf die eigenständige Organisation und Regulation des Lernens ausgerichtet sind.

### 3.3 Fachlich-methodische Kompetenzen

Fachlich-methodische Kompetenzen sind Dispositionen einer Person, bei der Lösung von sachlich-gegenständlichen Problemen geistig und physisch selbstorganisiert zu handeln, d. h. mit fachlichen und instrumentellen Kenntnissen, Fertigkeiten und Fähigkeiten kreativ Probleme zu lösen, Wissen sinnorientiert einzuordnen und zu bewerten; das schließt Dispositionen ein, Tätigkeiten, Aufgaben und Lösungen methodisch selbstorganisiert zu gestalten, sowie die Methoden selbst kreativ weiterzuentwickeln.

Fachlich-methodische Kompetenzen sind – im Sinne von ERPENBECK, ROSENSTIEL, GROTE, UND SAUTER (2017, S.XXI ff) – durch die Korrespondenz konkreter Handlungen und spezifischem Wissen beschreibbar. Wenn bekannt ist, was ein Mensch als Folge eines Lernprozesses können soll und auf welcher Wissensbasis dieses Können abgestützt sein soll, um ein eigenständiges und variables Handeln zu ermöglichen, kann sehr gezielt ein Unterricht geplant und gestaltet werden, der solche Kompetenzen integrativ vermittelt und eine Diagnostik entwickelt, mit welcher diese überprüft werden können. Im vorliegenden Lehrplan werden somit fachlich-methodische Kompetenzen als geschlossene Sinneinheiten aus Können und Wissen konkretisiert. Das Können wird dabei in Form einer beruflichen Handlung beschrieben, das Wissen in drei eigenständigen Kategorien auf mittlerem Konkretisierungsniveau spezifiziert: (a) Sachwissen, (b) Prozesswissen und (c) Reflexionswissen (PITTICH, 2013).

Zu (a): Sachwissen umfasst ein *anwendungs- und umsetzungsunabhängiges Wissen* über Dinge, Gegenstände, Geräte, Abläufe, Systeme etc. Es ist Teil fachlicher Systematiken und daher sachlogisch-hierarchisch strukturiert, wird durch assoziierendes Wahrnehmen, Verstehen und Merken erworben und ist damit die *gegenständliche Voraussetzung für ein eigenständiges, selbstreguliertes Handeln*. Beispiele: Aufbau eines Temperatursensors, Bauteile eines Kompaktreglers, Funktion eines Kompaktreglers, Aufbau einer Speicherprogrammierbaren Steuerung, Programmiersprache einer Speicherprogrammierbaren Steuerung, Struktur des Risikomanagement-Prozesses, EFQM-Modell.

Zu (b): Prozesswissen umfasst ein *anwendungs- und umsetzungsabhängiges Wissen* über berufliche Handlungssequenzen. Prozesse können auf drei verschiedenen Ebenen stattfinden, daher hat Prozesswissen entweder eine Produktdimension (Handhabung von Werkzeug, Material etc.), eine Aufgabendimension (Aufgaben-Typus, -Abfolgen etc.) oder eine Organisationsdimension (Geschäftsprozesse, Kreisläufe etc.). Prozesswissen ist immer Teil handlungsbezogener Systematiken und daher prozesslogisch-multizyklisch struk-

turiert, wird durch zielgerichtetes und feedback-gesteuertes Tun erworben und ist damit *funktionale Voraussetzung für ein eigenständiges, selbstreguliertes Handeln*. Beispiele: Kalibrierung eines Temperatursensors, Bedienung eines Kompaktreglers, Umgang mit der Programmierumgebung einer speicherprogrammierbaren Steuerung, Umsetzung des Risikomanagements, Handhabung einer EFQM-Zertifizierung.

Zu (c): Reflexionswissen umfasst ein *anwendungs- und umsetzungsunabhängiges Wissen*, welches hinter dem zugeordneten Sach- und Prozesswissen steht. Als konzeptuelles Wissen bildet es die theoretische Basis für das vorgeordnete Sach- und Prozesswissen und steht damit diesen gegenüber auf einer Meta-Ebene. Mit dem Reflexionswissen steht und fällt der Anspruch einer Kompetenz (und deren Erwerb). Seine Bestimmung erfolgt im Hinblick auf a) das unmittelbare Verständnis des Sach- und Prozesswissens (Erklärungsfunktion), b) die breitere wissenschaftliche Abstützung des Sach- und Prozesswissens (Fundierungsfunktion), c) die Relativierung des Sach- und Prozesswissens im Hinblick auf dessen berufliche Flexibilisierung und Dynamisierung (Transferfunktion). Umfang und Tiefe des Reflexionswissens werden ausschließlich so bestimmt, dass diesen drei Funktionen Rechnung getragen wird.

In der Trias dieser drei Wissenskategorien besteht ein bedeutsamer Zusammenhang: Das Sachwissen muss am Prozesswissen anschließen und umgekehrt, das Reflexionswissen muss sich auf die Hintergründe des Sach- und Prozesswissens eingrenzen. D. h., dass die hier anzuführenden Wissensbestandteile nur dann kompetenzrelevant sind, wenn sie innerhalb des hier eingrenzenden Handlungsrahmens liegen. Eine Teilkompetenz ist somit das Aggregat aus einer beruflichen Handlung und dem damit korrespondierenden Wissen:

Teilkompetenz			
Berufliche Handlung	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen

Innerhalb der einzelnen Lernfelder sind die einbezogenen Teilkompetenzen nicht zufällig angeordnet, gegenteilig folgen sie einem generativen Ansatz. D. h., dass die jeweils nachfolgende Teilkompetenz den Erwerb der vorausgehenden voraussetzt. Somit gelten innerhalb eines Lernfeldes alle Wissensaspekte, die in den vorausgehenden Teilkompetenzen konkretisiert wurden. Damit wird der Tatsache Rechnung getragen, dass Kompetenzen in einer sachlogischen Abfolge aufgebaut werden, dabei aber vermieden, dass innerhalb der Wissenszuordnungen der Teilkompetenzen nach unten zunehmend Redundanzen dargestellt werden.

### 3.4 Zielkategorien

Alle im Lehrplan aufgeführten Ziele lassen sich den folgenden Kategorien zuordnen:

1. Beruflich akzentuierte Zielkategorien: Kommunizieren & Kooperieren, Darstellen & Visualisieren, Informieren & Strukturieren, Planen & Projektieren, Entwerfen & Entwickeln, Realisieren & Betreiben und Evaluieren & Optimieren.
2. Mathematisch akzentuierte Zielkategorien: Operieren, Modellieren und Argumentieren.

Diese Kategorisierung soll in beruflicher Ausrichtung den Lehrplan mit dem Konzept der vollständigen Handlung (VOLPERT, 1980) hinterlegen, in mathematischer Ausrichtung mit dem O-M-A-Konzept (SILLER ET AL. 2014). Damit wird zum einen eine theoretisch abgestützte Differenzierung der vielfältigen Ziele beruflicher Lehrpläne erreicht, zum anderen die strukturelle Basis für eine nachvollziehbare und handhabbare Taxierung hergestellt.

### 3.4.1 Beruflich akzentuierte Zielkategorien

#### **Kommunizieren und Kooperieren**

Zum Kommunizieren gehören die schriftliche und mündliche Darlegung technischer, gestalterischer und betriebswirtschaftlicher Sachverhalte sowie die Führung einer Diskussion oder eines Diskurses über Problemstellungen unter Nutzung der erforderlichen Fachsprache. Das Spektrum der Zielkategorie reicht von einfachen Erläuterungen über fachlich fundierte Argumentation bis hin zur fachlichen Bewertung und Begründung technischer bzw. gestalterischer Zusammenhänge und Entscheidungen. Dabei sind die Sachverhalte und Problemstellungen inhaltlich klar, logisch strukturiert und anschaulich aufzubereiten. Der sachgemäße Gebrauch von Kommunikationsmedien und Kommunikationsplattformen sowie die Kenntnis der Kommunikationswege ermöglichen effektive Teamarbeit. Nicht zuletzt sind in diesem Zusammenhang der angemessene Umgang mit interkulturellen Aspekten sowie fremdsprachliche Kenntnisse erforderlich.

Kooperation ist eine wesentliche Voraussetzung zur Lösung komplexer Problemstellungen. Notwendig für erfolgreiche Kooperation ist Klarheit über die Gesamtzielsetzung, über die Teilziele, über die Schnittstellen und Randbedingungen sowie über die Arbeitsteilung und die Stärken und Schwächen aller Kooperationspartner. Um erfolgreich zu kooperieren, ist es erforderlich, die eigene Person und Leistung als Teil eines Ganzen zu sehen und einem gemeinsamen Ziel unterzuordnen. Auftretende Konflikte müssen respektvoll und sachbezogen gelöst werden.

#### **Darstellen und Visualisieren**

Diese Zielkategorie umfasst das Darstellen und Illustrieren technischer, gestalterischer und betriebswirtschaftlicher Sachverhalte, insbesondere das 'Übersetzen' abstrakter Daten und dynamischer Prozesse in fachgerechte Tabellen, Zeichnungen, Skizzen, Diagramme und weitere grafische Formen sowie beschreibende und erläuternde Texte. Dazu gehört es, geeignete Medien zur Visualisierung zu wählen, Sachverhalte, Problemstellungen und Lösungsvarianten in Dokumenten und Präsentationen darzustellen und zu erläutern. Ferner sind bei der Erstellung von Dokumenten die geltenden Normen und Konventionen zu beachten.

#### **Informieren und Strukturieren**

Das Internet bietet Information in großer Fülle zu vielen technischen, gestalterischen und betriebswirtschaftlichen Sachverhalten. Weitere Informationsquellen sind die wissenschaftliche Literatur und Dokumente aus den Betrieben und der Industrie sowie Experten und Kollegen. Sich umfassend und objektiv zu informieren stellt unter dieser Vielfalt eine grundsätzliche und wichtige Kompetenz dar. Die Studierenden sollen die Fähigkeit erwerben, zu Sachverhalten und Problemstellungen wichtige Informationsquellen zu benennen, sowie die Glaubwürdigkeit und Seriosität dieser Quellen anhand belastbarer Kriterien zu bewerten. Das Spektrum dieser Zielkategorie beinhaltet ferner die korrekte und sachgerechte Verwendung von Zitaten und die Beachtung von Persönlichkeitsrechten. Mit dem Informationserwerb geht die Strukturierung der Informationen durch zielgerechtes Auswählen, Zusammenfassen und Aufbereiten einher.

#### **Planen und Projektieren**

Diese Zielkategorie beinhaltet die wesentlichen Fertigkeiten und Kenntnisse, um komplexere und umfangreichere Aufgaben- oder Problemstellungen inhaltlich wie auch zeitlich zu



strukturieren, mit Qualitätssicherungsmaßnahmen zu belegen und die Kosten und Ressourcen zu kalkulieren und zu bewerten. Im Detail gehören dazu die Fähigkeiten, überprüfbare Kriterien und Planungsziele zu definieren und deren Umsetzung zu planen und zu kontrollieren. Die zeitliche und inhaltliche Gliederung der Aufgaben ist zu Zwecken der Kontrolle und Steuerung, der Kooperation und Visualisierung durch eine begründete Wahl von Projektmethoden und Werkzeugen sicherzustellen.

### **Entwerfen und Entwickeln**

Das Entwerfen ist die zielgerichtete geistige und kreative Vorbereitung eines später zu realisierenden Produktes. Dieses Produkt kann beispielsweise ein Modell, eine Kollektion, eine Vorrichtung, eine Schaltung, eine Baugruppe, ein Steuerungsprogramm oder auch ein Regelkreis sein. Das Ergebnis dieses Prozesses – der Entwurf – wird in Form von Texten, Zeichnungen, Grafiken, (Näh-) Proben, Schnittmustern, Schaltplänen, Modellen oder Berechnungen dokumentiert.

Entwickeln ist die zielgerichtete Konkretisierung eines Entwurfs oder Verbesserung eines bestehenden Produktes oder technischen Systems. Dabei bilden die Studierenden in Schritten stufenweise Detaillösungen zu den Problemstellungen ab. Die Kenntnis über Kreativitätstechniken, Analyse- und Berechnungsmethoden sowie deren fachspezifischen Anwendungen spielen in diesem Entwicklungsprozess eine zentrale Rolle.

### **Realisieren und Betreiben**

Neben dem eigentlichen Umsetzen des Entwurfs (z. B. Prototyp, Nullserie, Testanlage) geht es hier um die Inbetriebnahme, das Einbinden des Produktes in die Produktumgebung, das Messen und Prüfen der realisierten Komponenten und Modelle, die konkrete Fertigung, auch in Form einer Serie, die Integration einer Software in ein System, die Integration von Software und Hardware oder das Testen einer implementierten Software oder eines Verfahrens möglichst unter Realbedingungen. Dabei können auch geeignete Simulationsverfahren zum Einsatz kommen. Gewonnene Erkenntnisse können auf neue Problemstellungen transferiert werden. Damit ein technisches System dauerhaft funktioniert, sind ggf. Instandhaltungsmaßnahmen rechtzeitig, bedarfsgerecht und geplant unter Berücksichtigung der Wirtschaftlichkeit des gesamten Systems durchzuführen.

### **Evaluieren und Optimieren**

Im Interesse der Qualitätssicherung ist ein stetiges Reflektieren, Evaluieren und Optimieren erforderlich. Sowohl bei überschaubaren Arbeitspaketen als auch bei ganzen Projekten ist hinsichtlich der eingesetzten Methoden, Ressourcen, Kosten und erbrachten Ergebnisse zu klären: Was hat sich bewährt, was sollte bei der nächsten Gelegenheit wie verbessert werden (Lessons Learned)?

Die Kenntnis und Anwendung spezieller Methoden der Reflektion und Evaluation mit der dazugehörigen Datenerfassung und Auswertung sind in dieser Zielkategorie essenziell.

Jeder Prozess oder jede Anlage bedarf eines kontinuierlichen Verbesserungsprozesses (KVP). Dafür sind spezielle Kompetenzen notwendig, die die Datenerfassung, die Datenauswertung zur Identifikation von Verbesserungspotential und die Entscheidung für Maßnahmen unter Berücksichtigung von Effektivität und Effizienz ermöglichen.

Zur Bewältigung zukünftiger Herausforderungen im Privaten wie Beruflichen ist es wichtig, sich selbstbestimmt und selbstverantwortlich neuen Lerninhalten und Lernzielen zu stellen. Die Studierenden sollen deshalb unterschiedliche Lerntechniken kennen und anwen-

den sowie über das Reflektieren des eigenen Lernverhaltens in die Lage versetzt werden, ihren Lernprozess aus der Perspektive des lebenslangen Lernens bewusst und selbstständig zu gestalten und zu fördern.

### 3.4.2 Mathematisch akzentuierte Zielkategorien

Den mathematisch akzentuierten Zielkategorien werden die Handlungsdimensionen „Operieren“, „Modellieren“ und „Argumentieren“ (kurz: O-M-A) zu Grunde gelegt, welche sich nach SILLER ET. AL (2014) zum einen an grundlegenden mathematischen Tätigkeiten und zum anderen an den fundamentalen Ideen der Mathematik orientieren.

Die Dimension *Operieren* bezieht sich auf „die Planung sowie die korrekte, sinnvolle und effiziente Durchführung von Rechen- oder Konstruktionsabläufen und schließt z. B. geometrisches Konstruieren oder (...) das Arbeiten mit bzw. in Tabellen und Grafiken mit ein“ (BIFIE, 2013, S. 21).

Die Dimension *Modellieren* ist darauf ausgerichtet „in einem gegebenen Sachverhalt die relevanten mathematischen Beziehungen zu erkennen (...), allenfalls Annahmen zu treffen, Vereinfachungen bzw. Idealisierungen vorzunehmen und Ähnliches“ (BIFIE, 2013, S. 21).

Die Dimension *Argumentieren* fokussiert „eine korrekte und adäquate Verwendung mathematischer Eigenschaften, Beziehungen und Regeln sowie der mathematischen Fachsprache“ (BIFIE, 2013, S. 22).

### 3.5 Taxierung der Kompetenzen in drei Stufen

Die Qualität einer fachlich-methodischen Kompetenz kann nicht anhand einzelner Wissenskomponenten bemessen werden. Entscheidend ist hier vielmehr der Freiheitsgrad des Handlungsraums, in dem sie eingebettet ist. Nicht diejenigen, die hier in einzelnen Facetten das breiteste Wissen nachweisen können, sind die Kompetentesten, sondern diejenigen, deren Handlungsfähigkeit im einschlägigen Kontext am weitesten reicht. Hier lassen sich theoriebasiert drei Handlungsqualitäten unterscheiden:

Qualität 1 (linear-serielle Struktur):

Start und Ziel eindeutig, Umsetzung durch „reflektiertes Abarbeiten“ (Abfolgen).

Qualität 2 (zyklisch-verzweigte Struktur):

Start und Ziel eindeutig, Umsetzung durch das koordinierte Abarbeiten mehrerer Abfolgen und damit zusammenhängenden Auswahlentscheidungen (Algorithmen).

Qualität 3 (mehrschichtige Struktur):

Ziel und Start müssen definiert werden, Umsetzung durch Antizipieren tragfähiger Algorithmen bzw. deren Erprobung und reflektierter Kombination (Heuristiken).

Es ist erkennbar, dass die jeweils höhere Qualität die der vorausgehenden integriert. Handeln auf Ebene des Algorithmus bedingt die Beherrschung der darin zu vollziehenden Abfolgen, Handeln auf Heuristik-Ebene bedingt die Beherrschung der darin zu vollziehenden Algorithmen. Für die Qualität 1 ist daher Reflexionswissen funktional nicht erforderlich, trotzdem ist es für Lernende bedeutsam, da ein Verständnislernen immer interessanter und motivierender ist als ein rein funktionalistisches Lernen. Für Qualität 2 ist moderates Reflexionswissen erforderlich, da hier schon Entscheidungen eigenständig getroffen werden müssen. Mit dem Anspruchsniveau der erforderlichen Entscheidungen steigt der Bedarf an Reflexionswissen. Qualität 3 kann nur umgesetzt werden, wenn über das Reflexi-

onswissen der Stufe 2 hinaus weiteres Reflexionswissen verfügbar ist, welche neben, hinter oder über diesem steht. Um komplexe Probleme zu lösen, sind kognitive Freiheitsgrade erforderlich, die nur mit einem entsprechend tiefen Verständnis der jeweiligen Zusammenhänge erreicht werden können.

Diese Handlungsqualitäten können für den Lehrplan als Kompetenzstufen genutzt werden, denn sie repräsentieren Kompetenz-Unterschiede, welche nicht auf einem Kontinuum darstellbar sind, sondern sich in diskreten Qualitäten ausdrücken. Um die in den Lernfeldern aufgelisteten Kompetenz-Beschreibungen nicht zu überladen, wird im vorliegenden Lehrplan nicht jede einzelne Kompetenz in den drei Niveaustufen konkretisiert. Vielmehr erfolgt dies entlang der beruflichen und mathematischen Zielkategorien.

ENTWURF

## 3.5.1 Taxonomietabelle für beruflich akzentuierte Zielkategorien

Zielkategorien	Stufe I (Abfolge)	Stufe II (Algorithmus)	Stufe III (Heuristik)
<b>Kommunizieren &amp; Kooperieren</b>	Mitteilen und Annehmen von Informationen, koagierend zusammenarbeiten	an konstruktiven, adaptiven Gesprächen teilnehmen, kooperierend zusammenarbeiten	komplexe bzw. konfliktäre Gespräche führen, Kooperationen gestalten und steuern, Konflikte lösen
<b>Darstellen &amp; Visualisieren</b>	Präsentieren von klaren Gegenständlichkeiten, Fakten, Strukturen, Details	Präsentieren von eindeutigen Zusammenhängen und Funktionen mittels geeignet ausgewählter Darstellungsformen	Präsentieren und Dokumentieren komplexer Zusammenhänge und offener Sachverhalte mittels geeigneter Werkzeuge und Methoden
<b>Informieren &amp; Strukturieren</b>	Handhaben von Informationsmaterialien, Finden und Ordnen von Informationen	Finden einschlägiger Informationsmaterialien, Verifizieren, Selektieren und Ordnen von Informationen	Umsetzen offener Informationsbedarfe, von der Quellensuche bis zur strukturierten Information
<b>Planen &amp; Projektieren</b>	Problemstellungen inhaltlich strukturieren und zeitlich gliedern	routinenaher Projekte inhaltlich strukturieren und zeitlich gliedern	komplexe Projekte inhaltlich strukturieren und zeitlich gliedern unter Beachtung verfügbarer Ressourcen
<b>Entwerfen &amp; Entwickeln</b>	Umsetzen einfacher Ideen in Skizzen, Plänen oder konkreten Lösungen	Abgleichen konkurrierender Ideen, Umsetzen in Skizzen, Plänen oder konkreten Lösungen	Integration einzelner Ideen zu einer Gesamtlösung, Umsetzen in Skizzen, Plänen oder konkreten Lösungen
<b>Realisieren &amp; Betreiben</b>	Aktivieren und Kontrollieren serieller Prozesse	Aktivieren und Regulieren zyklischer Prozesse	Abstimmen, Aktivieren und Modulieren mehrschichtiger Prozesse
<b>Evaluieren &amp; Optimieren</b>	Bewerten entlang eines standardisierten Rasters, Umsetzen unmittelbarer Konsequenzen	Bewerten entlang eines offenen Rasters, Herleiten und Umsetzen von adäquaten Konsequenzen	Bewerten in Anwendung eigenständiger Kategorien, Herleiten und Umsetzen von adäquaten Konsequenzen

## 3.5.2 Taxonomietabelle für mathematisch akzentuierte Zielkategorien

Zielkategorien	Stufe I (Abfolge)	Stufe II (Algorithmus)	Stufe III (Heuristik)
<b>mathematisches Operieren</b>	Anwenden eines gegebenen bzw. vertrauten Verfahrens im Sinne eines Abarbeitens bzw. Ausführens	Abarbeiten und Ausführen mehrschrittiger Verfahren ggf. durch Rechneinsatz und Nutzung von Kontrollmöglichkeiten	Erkennen, ob ein bestimmtes Verfahren auf eine gegebene Situation passt, das Verfahren anpassen und ggf. weiterentwickeln
<b>mathematisches Modellieren</b>	Durchführen eines Darstellungswechsels zwischen Kontext und mathematischer Repräsentation Verwenden vertrauter und direkt erkennbarer Standardmodelle zur Beschreibung einer vorgegebenen (mathematisierter) Situation	Beschreiben vorgegebener (mathematisierter) Situation durch mathematische Standardmodelle bzw. mathematische Zusammenhänge Erkennen und Setzen von Rahmenbedingungen zum Einsatz von mathematischen Standardmodellen Anwenden von Standardmodellen auf neuartige Situationen Finden einer Passung zwischen geeigneten mathematischen Modellen und realen Situationen	komplexe Modellierung einer vorgegebenen Situation Reflektieren der Lösungsvarianten bzw. der Modellwahl Beurteilen der zugrunde gelegten Lösungsverfahren
<b>mathematisches Argumentieren</b>	einfache fachsprachliche Begründungen ausführen; das Zutreffen eines Zusammenhangs oder Verfahrens bzw. die Passung eines Begriffes auf eine gegebene Situation prüfen	mehrschrittige mathematische Standard-Argumentationen durchführen und beschreiben Nachvollziehen und Erläutern von mathematischen Begriffen, Sätzen, Verfahren, Darstellungen, Argumentationsketten und Kontexten fachlich und fachsprachlich korrekte Erklärung von einfachen mathematischen Sachverhalten, Resultaten und Entscheidungen	mathematische Argumentationen prüfen bzw. vervollständigen eigenständige Argumentationsketten aufbauen

### 3.6 Zusammenfassung

Das hier zugrundeliegende Kompetenzmodell schließt drei Kompetenzklassen nach ER-PENBECK, ROSENSTIEL, GROTE, SAUTER (2017, XXI ff.) ein: Sozial-kommunikative Kompetenzen, personale Kompetenzen (bzw. Selbstkompetenzen) und fachlich-methodische Kompetenzen.

Sozial-kommunikative Kompetenzen werden nach EULER & REEMTSMA-THEIS (1999) in einen agentiven Schwerpunkt, einen reflexiven Schwerpunkt und deren Integration unterteilt. Personale Kompetenzen (bzw. Selbstkompetenzen) werden nach LERCH (2013) in motivational-affektive und strategisch-organisatorische Komponenten unterschieden. Für diese beiden Kompetenzklassen sieht der Lehrplan keine weitere Detaillierung vor, da die Entwicklung überfachlicher Kompetenzen – durch deren enge Verschränkung mit der persönlichen Entwicklung des Individuums – deutlich anderen Gesetzmäßigkeiten unterliegt als die Entwicklung fachlich-methodischer Kompetenzen. Eine Anregung und Unterstützung in der Entwicklung überfachlicher Kompetenzen durch den Fachschulunterricht kann daher auch nicht entlang einer jahresplanmäßigen Umsetzung einzelner, thematisch determinierter Lernstrecken erfolgen, sondern muss vielmehr fortlaufend produktiv und dabei aber auch reflexiv in die Vermittlung fachlich-methodischer Kompetenzen eingebettet werden.

Im Zentrum dieses Lehrplankonzepts stehen die fachlich-methodischen Kompetenzen und deren differenzierte und taxiierte curriculare Dokumentation. Teilkompetenzen sind hierbei Aggregate aus spezifischen beruflichen Handlungen und dem diesen jeweils zugeordneten Wissen. Dabei unterscheidet man zwischen Sach-, Prozess- und Reflexionswissen. Als Basis für einen kompetenzorientierten Unterricht konkretisiert dieser Lehrplan zusammenhängende Komplexe aus Handlungskomponenten und Wissenskomponenten auf einem mittleren Konkretisierungsniveau. Der Fachschulunterricht wird dann erstens durch die Explikation und Konkretisierung der Handlungs- und Wissenskomponenten inhaltlich ausgestaltet und zweitens durch die Umsetzung der Taxonomietabellen (Tabellen in Abschnitt 3.5.1 und 3.5.2) in seinem Anspruch dimensioniert. Damit besteht einerseits eine curriculare Rahmung, die dem Anspruch eines Kompetenzstufenmodells gerecht wird, zum anderen liegen die für Fachschulen erforderlichen Freiheitsgrade vor, um der Heterogenität der Adressatengruppen gerecht werden und dem technologischen Wandel folgen zu können.

## 4 Organisation der Kompetenzen und Kenntnisse

### 4.1 Lernfelder

Wie der vorausgehende Lehrplan ist auch dieser in Lernfelder segmentiert. Als Novität ist hier nun zwischen berufsbezogenen Lernfeldern und Querschnitt-Lernfeldern zu unterscheiden (Abbildung 1).

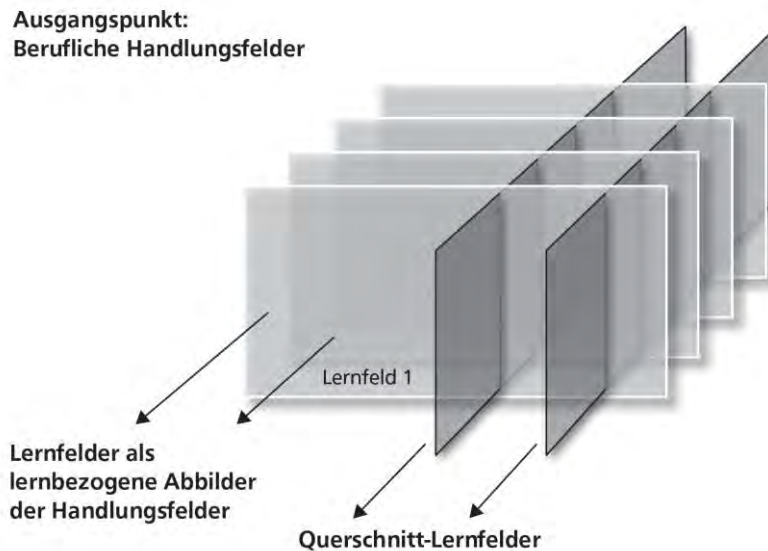


Abbildung 1: Beziehung von berufsbezogenen Lernfeldern als lernbezogene Abbilder beruflicher Handlungsfelder und Querschnitt-Lernfeldern.

**Berufsbezogene Lernfelder** sind curriculare Teilsegmente, welche sich aus einer spezifischen didaktischen Transformation beruflicher Handlungsfelder ergeben (BADER, 2004, S. 1). Wesentlich ist hierbei, dass die für das jeweilige Berufssegment wesentlichen Tätigkeitsbereiche adressiert werden. Relevante berufliche Handlungsfelder haben Gegenwarts- und Zukunftsbedeutung, ihre didaktische Reduktion in das Format eines Lernfeldes folgt dem Prinzip der Exemplarität (KLAFKI, 1964). Somit steht jedes einzelne Lernfeld des Lehrplans für einen gegenwarts- und zukunftsrelevanten Ausschnitt des dazugehörigen Berufssegments, als Gesamtheit repräsentieren sie dieses als exemplarisches Gesamtgefüge.

**Querschnitt-Lernfelder** integrieren übergreifende Aspekte der berufsbezogenen Lernfelder und adressieren entsprechend primär Grundlagenthemen, welche innerhalb der berufsbezogenen Lernfelder bedeutsam sind, jedoch diesbezüglich vorbereitend oder ergänzend vermittelt werden müssen. Insbesondere handelt es sich hier um mathematische, naturwissenschaftliche, informatische, volks- und betriebswirtschaftliche, gestalterische und ästhetische Kenntnisse bzw. Fertigkeiten, welche sich im Hinblick auf die Berufskompetenzen als Basis- oder Bezugskategorien darstellen. Zu den Querschnitt-Lernfeldern gehört die fachrichtungsbezogene Mathematik.

Innerhalb jeden Lernfeldes werden dessen Nummer, Bezeichnung sowie Zeit-Horizont dargestellt und insbesondere die darin adressierten Lernziele. Die Abfolge der Lernfelder im Lehrplan ist nicht beliebig, impliziert jedoch keine Reihenfolge der Vermittlung. In den *berufsbezogenen* Lernfeldern werden die Lernziele durch (weitgehend fachlich-methodische) Kompetenzen beschrieben (TENBERG, 2011, S. 61 ff). Dies erfolgt in Aggre-

gaten aus beruflichen Handlungen und zugeordnetem Wissen. Diese Lehrplaninhalte sind angesichts der Streuung und Unschärfe beruflicher Tätigkeitsspektren in den jeweiligen Segmenten sowie der Dynamik des technisch-produktiven Wandels auf einem mittleren Konkretisierungsniveau angelegt. Zur Taxierung dieser Lernziele liegt eine eigenständige Tabelle (siehe Abschnitt 3.5.1) vor, welche geordnet nach Zielkategorien die jeweils erforderlichen Handlungsqualitäten für die Stufen 1 (Minimalanspruch), 2 (Regelanspruch) und 3 (hoher Anspruch) konkretisiert. Zur Taxierung der Lernziele in der Mathematik (beruflicher Lernbereich) liegt eine gesonderte Tabelle (siehe Abschnitt 3.5.2) mit gleichem Aufbau vor. In den übrigen *Querschnitt*-Lernfeldern werden die Lernziele entweder durch Kenntnisse oder durch Fertigkeiten beschrieben. Sie werden dabei weder taxiert noch zeitlich näher präzisiert, da dieses nur im Rahmen der schulspezifischen Umsetzung möglich und sinnvoll erscheint. Als Orientierung dient hier jeweils der in den berufsbezogenen Lernfeldern konkret feststellbare Anspruch an übergreifende Aspekte.

## 4.2 Stundentafel

Für jedes Lernfeld und die Projektarbeit dürfen die Unterrichtsstunden innerhalb der angegebenen Grenzen variieren, wobei die Gesamtstundenzahl 2000 im beruflichen Lernbereich<sup>4</sup> in Summe erreicht werden muss. Für alle Studierenden eines Jahrgangs muss der Stundenumfang für die individuelle Projektarbeit gleich sein.

---

<sup>4</sup> Zur Begünstigung eines Wechsels des Schwerpunktes ist die Aufteilung der Lernfelder in einen ersten und zweiten Ausbildungsabschnitt als Empfehlung zu betrachten.



Beruflicher Lernbereich		Unterrichtsstunden	
		1. Ausbildungsabschnitt	2. Ausbildungsabschnitt
Mathematik		200	
Projektarbeit			120
<b>Lernfelder</b>			
LF 1	Projekte mittels systematischen Projektmanagements zum Erfolg führen	80	
LF 2	Die Qualität von Prozessen, Anlagen und Produkten planen und sichern	120	
LF 3	Prozesse, Anlagen und Produkte nach naturwissenschaftlichen Aspekten analysieren und bewerten	80	
LF 4	Bauteile und Baugruppen unter mechanischen Aspekten entwerfen und auslegen	200	
LF 5	Bauteile und Baugruppen mit CAx Methoden modellieren, darstellen und realisieren	120	
LF 6	Bauteile und Baugruppen nach technologischen Aspekten analysieren und bearbeiten	80	
LF 7	Antriebe, Aktoren und Sensoren in Maschinen und Anlagen integrieren	120	
LF 8	Baueinheiten und Produkte entwickeln und konstruieren		180 - 220
LF 9	Fertigungsverfahren analysieren, planen und optimieren		180 - 220
LF TB1	Absatzprozesse planen, steuern und kontrollieren		60 - 100
LF TB2	Beschaffungsprozesse planen, steuern und kontrollieren		80 - 120
LF TB3	Unternehmenskultur entwickeln und organisatorisch sowie personalwirtschaftlich umsetzen		100 - 140
LF TB4	Für den Leistungserstellungsprozess Investitionen tätigen und deren Finanzierung sicherstellen		80 - 120
LF TB5	Den Jahresabschluss erstellen und auswerten sowie zur Kostenkontrolle und Preisgestaltung nutzen		100 - 140

4.3 Beruflicher Lernbereich

4.3.1 Mathematik (Querschnitt-Lernfeld) [200h]

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	MATHEMATIK		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... handhaben algebraische Verfahren, beispielsweise zur Auslegung elektrischer Netze und ebener Trag- und Fachwerke.	Zahlenmengen <ul style="list-style-type: none"> <li>• natürliche Zahlen</li> <li>• ganze Zahlen</li> <li>• rationale Zahlen</li> <li>• irrationale Zahlen</li> <li>• reelle Zahlen</li> </ul> Algebraische Gleichungen <ul style="list-style-type: none"> <li>• linear</li> <li>• quadratisch</li> <li>• exponentiell</li> <li>• gemischt</li> </ul> lineare Gleichungssysteme Potenz- und Logarithmenregeln	Standardlösungsverfahren <ul style="list-style-type: none"> <li>• Äquivalenzumformung,</li> <li>• pq - Formel</li> <li>• Einsetzverfahren</li> <li>• Additionsverfahren</li> <li>• Gaußalgorithmus</li> </ul> Methoden der Abschätzung Ergebniskontrolle	Axiome des mathematischen Körpers Rechengesetze <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kommutativgesetz</li> <li>• Assoziativgesetz</li> <li>• Distributivgesetz</li> </ul> Operatoren
... nutzen geometrische und trigonometrische Verfahren zur Lösung geometrischer Problemstellungen u.a. im Rahmen konstruktiver, steuerungs- und fertigungstechnischer Aufgabenstellungen.	Satz des Pythagoras trigonometrische Seitenverhältnisse Einheitskreis Sinus- und Kosinussatz <ul style="list-style-type: none"> <li>• Flächen und Volumina von geometrischen Formen und Körper</li> </ul>	Berechnung von Längen, Abstände und Winkel Berechnung realer Flächen und Körper Approximation von Flächen und Volumina	Ähnlichkeits- und Kongruenzsätze für Dreiecke Strahlensatz euklidische Axiome

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	MATHEMATIK		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... handhaben mathematische Funktionen zur Modellierung und Lösung u.a. im Rahmen technischer und wirtschaftlicher Problemstellungen, auch mittels Software, wie Kennlinien von Bauelementen, Ladekurve eines Kondensators, Schnittgrößen und Biegelinien von Trägern.	<p>Darstellungsformen und Funktionsvorschriften</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ganzrationale Funktionen, insbesondere lineare und quadratische</li> <li>• trigonometrische Funktionen</li> <li>• Exponentialfunktionen</li> </ul> <p>Charakteristika</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Steigung</li> <li>• Nullstellen, Abszissenabstand</li> <li>• Schnittpunkt</li> <li>• Scheitelpunkt</li> <li>• Periodizität</li> </ul> <p>Wertebereich, Definitionsbereich</p>	<p>Berechnung der Charakteristika Wechsel der Darstellungsformen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Normal-, Scheitelpunktform, Linearfaktordarstellung</li> <li>• implizite, explizite Funktionsvorschrift</li> <li>• Graph und Wertetabelle</li> </ul> <p>Funktionsermittlung Differenzenquotient Funktionsdarstellung mittels Software Konstruktion trigonometrischer Funktionen mit Hilfe des Einheitskreises</p>	<p>trigonometrische Grundlagen Relationen und Abbildungen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• kartesisches Produkt</li> <li>• Surjektivität, Injektivität, Bijektivität</li> </ul> <p>Funktionsbegriff Mathematisches Modell vs. Realbezug</p>
... verwenden Verfahren der analytischen Geometrie und linearen Algebra, beispielsweise zur Darstellung von Kräften und Momenten als Vektoren.	<p>Vektoren</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vektorkomponenten</li> <li>• Schreibweisen</li> </ul> <p>Vektoroperationen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Skalierung</li> <li>• Vektoraddition</li> <li>• Skalarprodukt</li> <li>• Kreuzprodukt</li> <li>• orthogonale, parallele und linear unabhängige Vektoren</li> </ul>	<p>Addition und Subtraktion von Vektoren Beschreibung geometrischer Körper im Raum mittels Vektoren Winkelberechnung mit Skalarprodukt Flächenberechnung mit Kreuzprodukt</p>	<p>Vektor als Parallelverschiebung bzw. Translation im Raum trigonometrische Grundlagen</p>
HINWEISE:	Wo immer möglich, sollten Anwendungsbeispiele aus dem Kontext der anderen Lernfelder der Fachrichtung / des Schwerpunktes gewählt werden.		

## 4.3.2 Projektarbeit [120h]

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	Vorbemerkung	Organisatorische Hinweise
<p>... analysieren und strukturieren eine Problemstellung und lösen sie praxisgerecht.</p> <p>... bewerten und präsentieren das Handlungsprodukt und den Arbeitsprozess.</p> <p>... berücksichtigen Aspekte wie z. B. Wirtschaftlichkeit, Energie- und Rohstoffeinsatz, Fragen der Arbeitsergonomie und Arbeitssicherheit, Haftung und Gewährleistung, Qualitätssicherung, Auswirkungen auf Mensch und Umwelt sowie Entsorgung und Recycling.</p> <p>... legen besonderen Wert auf die Förderung von Kommunikation und Kooperation.</p>	<p>Für die Projektarbeit werden fachrichtungsbezogene und lernfeldübergreifende Aufgaben bearbeitet, die sich aus den betrieblichen Einsatzbereichen von Technikerinnen und Technikern ergeben. Die Aufgabenstellung ist so offen zu formulieren, dass sie die Aktivität der Studierenden in der Gruppe herausfordert und unterschiedliche Lösungsvarianten zulässt. Durch den lernfeldübergreifenden Ansatz können Beziehungen und Zusammenhänge der einzelnen Fächer und Lernfelder hergestellt werden. Die Projektarbeit findet interdisziplinär statt. In allen Fächern und Lernfeldern soll über eine entsprechende Problem- und Aufgabenorientierung die methodische Vorbereitung für die Durchführung der Projekte geleistet werden.</p>	<p>Mit den Studierenden werden die Zielvorstellungen, die inhaltlichen Anforderungen sowie die Durchführungsmodalitäten besprochen. Die Studierenden sollen in der Regel Projekte aus der betrieblichen Praxis in Kooperation mit Betrieben bearbeiten. Die Vorschläge für Projektaufgaben sind durch einen Anforderungskatalog möglichst genau zu beschreiben.</p> <p>Alle eingebrachten Projektvorschläge werden durch die zuständige Konferenz geprüft, z. B. auf Realisierbarkeit, Finanzierbarkeit, ausgewählt und beschlossen. Jede Projektarbeit wird von einem Lehrerinnen/Lehrerteam betreut. <b>Die im LF1 „Projekte mittels systematischem Projektmanagements zum Erfolg führen“ erworbenen Kenntnisse und Fertigkeiten müssen angewendet werden.</b></p> <p>Es empfiehlt sich während der Projektphase Projekttage einzuführen, an denen nach Rücksprache die am Projekt beteiligten Lehrerinnen und Lehrer beratend zur Verfügung stehen. Während dieser Zeit können die Studierenden die Projektarbeit beim Auftraggeber im Betrieb und in den Räumlichkeiten der Schule durchführen. Da es sich um eine Schulveranstaltung handelt, besteht für die Studierenden während dieser Tätigkeit ein Versicherungsschutz gegen Unfall- und Haftpflichtschäden.</p>
HINWEISE:	Die Bewertung der Projektarbeit erfolgt auf der Grundlage bestehender Rechtsmittel. In die Bewertung gehen Projektverlauf, Dokumentation, Präsentation und Kolloquium ein.	

**4.3.3 Lernfeld 1: Projekte mittels systematischen Projektmanagements zum Erfolg führen [80h]**

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF1: PROJEKTE MITTELS SYSTEMATISCHEN PROJEKTMANAGEMENTS ZUM ERFOLG FÜHREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... kommunizieren effizient und organisieren sich selbst im Projektgeschehen.	Präsentationstechniken Kommunikationssituationen Führung Motivation Konflikte und Krisen Zeitmanagement Arbeitsteilung Vorgangsmodelle im Projektmanagement	Vorbereitung und Durchführung einer Präsentation Vorbereitung und Durchführen eines Projektmeetings Analyse eines Konfliktes Durchführung und Dokumentation eines Problemlösungsverfahrens Planung und Einteilung der eigenen Arbeitszeit	Kommunikationsmodelle Effektivität als Prinzip Prinzip der systematischen Kommunikation Bedeutung von Selbst- und Fremdwahrnehmung für Konfliktmanagement und Führung Hybrides Projektmanagement
... initialisieren und definieren ein Vorhaben als Projekt.	Inhalt und Bedeutung der Projektphasen Projekttypen Projekt- und Projektmanagementdefinition Kreativitätstechniken Projektziele <ul style="list-style-type: none"> <li>• Qualität,</li> <li>• Kosten und Termine,</li> <li>• Leistungsziele etc.</li> </ul>	Moderation kreativer Prozesse Zielfindung, –formulierung und Abgrenzung Strukturierung der Projektziele	Prinzip der Zielorientierung
... planen eine Projektdurchführung.	Meilensteine Projektaufwand und -budget sachliche und soziale Projektumfeldfaktoren Risiko, Chance, Maßnahmen zur Risikoverminderung Unternehmens- und Projektorganisationsformen, Rollen im Projekt Lasten- und Pflichtenheft, Projektauftrag,	Phasenplanung Beurteilung des Projektes auf Machbarkeit Projektumfeldanalyse Risikoanalyse Aufstellung einer Projektorganisation Erstellung des Projektauftrages Erstellung des Projektstrukturplans	Prinzip der Ergebnisorientierung Prinzip der personalisierten Verantwortungen

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF1: PROJEKTE MITTELS SYSTEMATISCHEN PROJEKTMANAGEMENTS ZUM ERFOLG FÜHREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
	Projekthandbuch Projektstrukturplan, Arbeitspakete Ablauf- und Terminplan Einsatzmittelplan, Kapazitätsplan, Kostenplan	Durchführung Ablauf- und Terminplanung Erstellung einer Einsatzmittel- und Kostenplanung	
... realisieren das Projekt.	Kosten- und Termentrendanalyse Berichtswesen Projektsteuerung	Stakeholder Management Risikomanagement Überwachung und Steuerung der Projektrealisierung Erstellung, Pflege, und Kommunikation der Projektdokumentation	PM-Regelkreis Prinzip des rechtzeitigen Handelns
... schließen ein Projekt ab.	Übergabeprotokoll Endabnahme	Abschluss der Projektdokumentation Projektübergabe und Abschlusspräsentation Projektreflexion Lessons Learned	
HINWEISE:	Die Kompetenzen in diesem Lernfeld orientieren sich an der ICB (International Competence Baseline, siehe auch <a href="https://www.gpm-ipma.de/know_how/pm_normen_und_standards/standard_icb_4.html">https://www.gpm-ipma.de/know_how/pm_normen_und_standards/standard_icb_4.html</a> ).		

**4.3.4 Lernfeld 2: Die Qualität von Prozessen, Anlagen und Produkten planen und sichern [120h]**

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF2: DIE QUALITÄT VON PROZESSEN, ANLAGEN UND PRODUKTEN PLANEN UND SICHERN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... definieren, reflektieren und wenden die Anforderungen jeweils gültiger Qualitätsmanagementsysteme (QMS) und Umweltmanagementsysteme (UMS) für konkrete Arbeits- und Verantwortungsbereiche an.	<p>Philosophie und Aufbau von QMS und UMS                      Gesetzliche Rahmenbedingungen insbes. Produkthaftungsgesetz                      Grundzüge DIN ISO 9001                      Umweltrecht                      Grundzüge der CE-Kennzeichnung                      Bedeutung von Kundenvorgaben</p>	<p>Analyse und Dokumentation von Anforderungen für neue und bestehende Produkte und Prozesse                      Soll-Ist Vergleiche für bestehende Prozesse und Produkte                      Evaluation hinsichtlich von Verbesserungen für bestehende Prozesse und Produkte</p>	<p>Ökonomische und ökologische Erfordernisse und Zusammenhänge von QMS und UMS                      Notwendigkeit eigener Entscheidungen auf Basis alternativen Möglichkeiten                      Bewertungssysteme und Bewertungsverfahren zur Reflexion des eigenen Handelns                      Rückwirkungen von Entscheidungen auf Kundenwünsche, Produktion, Montage und Qualitätssicherung</p>
... wenden einschlägige Werkzeuge und Methoden der Qualitätssicherung und von QMS zielführend an.	<p>Elementaren QM-Werkzeuge</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Fehlersammelliste , Histogramm, QRK, Pareto-Diagramm, Korrelationsdiagramm, Brainstorming, Ursache-Wirkungsdiagramm)</li> </ul> <p>Managementwerkzeuge</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Affinitätsdiagramm, Relationendiagramm, Baumdiagramm, Matrixdia., Portfolio, Netzplan, Entscheidungsplan</li> </ul>	<p>Anwendung von Fehler- und Schwachstellenanalyse auf Konstruktion und Prozesse (auch Geschäftsprozesse) mittels Qualitätswerkzeugen</p>	<p>Bedeutung der Strukturierung von Prozessen, und der Auswahl geeigneter Methoden und Werkzeuge                      Notwendigkeit alternativer Betrachtungen und entsprechender Abwägung                      Notwendigkeit von Evaluierungen zur Optimierung von Abläufen</p>

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF2: DIE QUALITÄT VON PROZESSEN, ANLAGEN UND PRODUKTEN PLANEN UND SICHERN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... wählen Werkzeuge und Methoden der statistischen Qualitätskontrolle (SPC) aus und wenden sie an.	Normalverteilung Systematische und zufällige Abweichung Qualitätsregelkarten Eingriffs- und Warngrenzen beherrschte und nichtbeherrschte Prozesse Maschinenfähigkeit und Prozessfähigkeit Six-Sigma Lieferantenbewertung	Erhebung und Auswertung von Daten nach den Regeln der Statistik, Bilden von aussagekräftigen Kennziffern schrittweise Einführung einer statistischen Prozessregelung Durchführung von Prozessregelungen mit Hilfe von QRK	Bedeutung der Fehlervermeidungsstrategien für die unternehmerische Praxis
... gestalten Prozesse unter Berücksichtigung geeigneter Qualitätswerkzeuge und Umweltmanagementwerkzeuge im Hinblick auf Fehlervermeidung, Prozessbeherrschung und kontinuierlicher Prozessverbesserung. ... planen, analysieren, dokumentieren und Überprüfen die Wirksamkeit von Veränderungen.	Kaizen und kontinuierlicher Verbesserungsprozess Fehler- und Qualitätskosten PDCA Zyklus FMEA	Strukturierte und zielführende Datenerhebung, Planung, Initiierung, Umsetzung und Kontrolle von KVP-Prozessen Durchführung von FMEA's und ggf. ableiten von Maßnahmen zur Verbesserung von Konstruktionen und Prozessen Evaluierung von Maßnahmen zur Erhöhung der Produkt- und Prozessqualität	Auswirkungen von Schwachstellen in Konstruktionen und Prozesse für Unternehmen und Gesellschaft Bedeutung umfassender vorausschauender Betrachtungen Bedeutung regelmäßiger Evaluierungen Notwendigkeit von Kosten-Nutzen-Erwägungen kurz- und langfristiger Art
... erstellen Prüfplänen zu vorgegebenen Produkten für unterschiedliche Fertigungsarten. <sup>1)</sup>	Prüfpläne und –protokolle Prüfmittelfähigkeit Prüfmittelüberwachung	Planungsschritte zur Erstellung eines Prüfplans Prüfmittelfähigkeit Systeme zur Prüfmittelüberwachung	Notwendigkeit von Prüfplanung und Prüfmittelüberwachung
... <b>bereiten Qualitätsaudits</b> vor und unterstützen deren Durchführung	Ziele und Nutzen von Qualitätsaudits Arten von Qualitätsaudits Interne und externe Auditierung	Vorbereitung und Mitwirkung bei internen und externen Q-audits Nachbereitung von Auditierungen	Bedeutung von Auditierungen für die Aufdeckung von Chancen und Risiken für das Unternehmen



Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF2: DIE QUALITÄT VON PROZESSEN, ANLAGEN UND PRODUKTEN PLANEN UND SICHERN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
	Anforderungen und Richtlinien für Auditierungen		
HINWEISE:	1) für dem Schwerpunkt Produktions- und Qualitätsmanagement wird diese Teilqualifikation ausführlich im entsprechenden Lernfeld des 2.Ausbildungsabschnitt behandelt.		

ENTWURF

**4.3.5 Lernfeld 3 (Querschnitt-Lernfeld): Prozesse, Anlagen und Produkte nach naturwissenschaftlichen Aspekten analysieren und bewerten [80h]**

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF3: PROZESSE, ANLAGEN UND PRODUKTE NACH NATURWISSENSCHAFTLICHEN ASPEKTEN ANALYSIEREN UND BEWERTEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... ermitteln relevante Größen zur Dimensionierung von Antriebssystemen und Anlagen.	<p>Kräfte Massen und Massenträgheit Energieübertragung, Arbeit, Leistung, Wirkungsgrad Reibung Kinematik und Kinetik</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• geradlinige und kreisförmige Bewegung</li> <li>• Massenträgheitsmoment</li> <li>• Stoßvorgänge</li> <li>• Schwingungen</li> </ul>	<p>Ermittlung von Kräften, Momenten, Energie und Leistung sowie Beschleunigungen in bewegten Systemen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kurbeltrieb im Verbrennungsmotor</li> <li>• Verdichter</li> <li>• Schrittgetriebe</li> </ul> <p>Dimensionierung und Optimierung von Antrieben unter energetischen Aspekten Beschreibung und Beurteilungen der Phänomene</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Eigenfrequenz</li> <li>• Resonanz</li> <li>• Dämpfung und Tilgung</li> </ul>	<p>Newton´sche Axiome Goldene Regel der Mechanik Energie und Impulserhaltung Superposition relative Bewegung</p>
... berücksichtigen Aspekte der Wärmeübertragung und der Phasenänderung.	<p>Thermodynamische Grundlagen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wärmeausdehnung</li> <li>• Wärmeübertragungsmöglichkeiten</li> <li>• Phasenänderung</li> <li>• Wärmekapazität</li> <li>• 1. Hauptsatz der Thermodynamik</li> <li>• Energieformen</li> </ul>	<p>Lagerung thermisch beanspruchter Bauteile Auswahl von Medien für Heiz- und Kühlprozesse Wärmeausdehnung bei Kombination verschiedener Werkstoffe Thermodynamische Zustandsänderungen</p>	<p>Hauptsätze der Thermodynamik Wärme als elektromagnetische Strahlung</p>

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF3: PROZESSE, ANLAGEN UND PRODUKTE NACH NATURWISSENSCHAFTLICHEN ASPEKTEN ANALYSIEREN UND BEWERTEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... analysieren und bewerten die strömungstechnischen Vorgänge in Systemen. <sup>1)</sup>	Grundlagen der Strömungslehre <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kontinuitätsgleichung</li> <li>• Bernoulli</li> </ul>	Auswahl von Armaturen Messung des statischen und dynamischen Druckes Anwendung der Kontinuitätsgleichung und Bernoulli	Energie- und Impulserhaltung
... analysieren und bewerten bei der Konstruktion von Anlagen die Auswirkung chemischer Prozesse. <sup>2)</sup>	Gesetzmäßigkeiten beim Ablauf chemischer Reaktionen <ul style="list-style-type: none"> <li>• Oxidation/Reduktion</li> <li>• Bindungsarten</li> </ul>	Ablaufbeschreibung chemischer Reaktionen unter Berücksichtigung von Druck, Temperatur, Konzentrationen und Katalysator	Atomaufbau
HINWEISE:	1),2) Wird hauptsächlich für den Schwerpunkt Verfahrens- und Umwelttechnik benötigt. Kann als fakultativ für die restlichen Schwerpunkte betrachtet werden.		

**4.3.6 Lernfeld 4: Bauteile und Baugruppen unter mechanischen Aspekten entwerfen und auslegen [200h]**

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF4: BAUTEILE UND BAUGRUPPEN UNTER MECHANISCHEN ASPEKTEN ENTWERFEN UND AUSLEGEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... bilden Bauteile durch aufgabenbezogene Idealisierungen in mechanische Ersatzmodelle ab.	<p>Kräfte und ihre Darstellung                      Freiheitsgrade der Bewegung                      Funktion und Darstellung der Lagerungsarten                      Seil, Kette, Pendelstab und weitere                      Zentrales und allgemeines Kräftesystem                      Kräftepaar und Moment</p>	<p>Zerlegung von Baugruppen in Bauteile                      Erstellung mechanischer Ersatzmodelle und Freikörperbildern</p>	<p>statische Bestimmtheit</p>
... analysieren praxisrelevante Bauteile und einfache Baugruppen auf Funktion, Belastung, Beanspruchung und Wirkungsweise.	<p>Schwerpunkt                      Standsicherheit                      Konzept des Versatzmoments                      Grundbeanspruchungsarten</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zug/Druckbelastung</li> <li>• Schubbeanspruchung</li> <li>• Flächenpressung/Lochleibung</li> <li>• Biege-, Torsionsbelastung</li> </ul> <p>Lastfälle und Belastungsarten</p>	<p>Analyse der Lastfälle aus Betriebsdaten                      Zerlegung von Kräften                      Parallel-Verschiebung einer Kraft                      Schwerpunkts-Ermittlung                      Anwendung des Versatzmoments                      Berechnung von Kräfte- und Momentengleichgewichten                      Analyse von Balkentragwerken und Fachwerken</p>	<p>Gesetze der Statik                      Prinzip des Kräftegleichgewichtes (Actio = Reactio)                      Prinzip des Momentengleichgewichtes                      Hooke'sches Gesetz                      Innere Kräfte und Momente                      Spannungsarten</p>

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF4: BAUTEILE UND BAUGRUPPEN UNTER MECHANISCHEN ASPEKTEN ENTWERFEN UND AUSLEGEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... führen Berechnungen zur Statik und Festigkeitslehre durch, beurteilen dabei die statische und dynamische Belastbarkeit unter Einbeziehung der Abmessungen und der Werkstoffeigenschaften und dimensionieren die Bauteile.	axiales und polares Flächenträgheits- und Widerstandsmoment Satz von Steiner Vergleichsspannung bei zusammengesetzter Beanspruchung zulässige Spannungen Lastfälle	Analyse der Lastfälle aus Betriebsdaten Analyse von Bauteilen und Baugruppen mit Hilfe der Schnittmethode und der statischen Gleichgewichtsbedingungen Berechnung der Spannungen für kritische Stellen kritischer Querschnitt Ermittlung zulässiger Spannungen aus einschlägigen Normen Auswahl geeigneter Normteile und Halbzeuge	Schnittmethoden und Schnittgrößen Einfluss der Bauteilmassenverteilung auf das dynamische Verhalten Feder- bzw. Schwingungsverhalten von Bauteilen
HINWEISE:			

**4.3.7 Lernfeld 5: Bauteile und Baugruppen mit CAx Methoden modellieren, darstellen und realisieren [120h]**

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF5: BAUTEILE UND BAUGRUPPEN MIT CAx METHODEN MODELLIEREN, DARSTELLEN UND REALISIEREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... erarbeiten konstruktive Lösungen und stellen diese dar.	<p>Zeichnungsaufbau</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ansichten</li> <li>• Bemaßung</li> </ul> <p>Normen und Regelwerke (z. B. Zeichnungsnormen, Toleranzen, Passungen, Oberflächen)</p> <p>Datensicherung, Datenverwaltung manuelle und digitale Ausarbeitungsmöglichkeiten</p>	<p>Analyse von Daten und Datenformaten</p> <p>Ermittlung erforderlicher Daten</p> <p>konstruktive Randbedingungen</p> <p>Entwicklung konstruktiver Strategien und Lösungen</p> <p>Einzelteilanpassung</p> <p>Erstellung von Unterbaugruppen und Zusammenbauten</p> <p>Lösungsoptimierung</p> <p>Handskizzen</p> <p>Erstellung von Zeichnungen, Stücklisten und 3D-Modelle</p> <p>Einordnung und Umsetzung in den Konstruktionsprozess</p>	<p>Werkstoffeigenschaften</p> <p>Technologische Zusammenhänge (Fertigung, Montage etc.)</p> <p>Gültigkeit der Normen</p> <p>Produktentstehungsprozesse</p>
... berücksichtigen beim Modellieren den Produktentstehungsprozess.	<p>Kenntnisse der Fertigungsverfahren</p> <p>Kenntnisse der Fertigungs- und Montageprozesse</p>	<p>fertigungsgerechte Konstruktion</p> <p>Bauteil- und Normteilibibliotheken</p> <p>Parametrisierung von Bauteilen</p>	<p>Kenntnisse des Fertigungsablaufs</p>
... nutzen Analysetools zur Bauteil- und Baugruppenanalyse.	<p>Grundkenntnisse Finite Elemente Methoden und Bewegungssimulationen</p>	<p>Anwendung von Analysetools</p> <p>Darstellung und Interpretation der Simulationsergebnisse</p>	<p>Kinematik</p> <p>Festigkeit (Elastostatik)</p>

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...		LF5: BAUTEILE UND BAUGRUPPEN MIT CAX METHODEN MODELLIEREN, DARSTELLEN UND REALISIEREN		
		Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... binden Arbeitsergebnisse in den CAD-CAM Prozess ein.	Datenformate Schnittstellen	Datenaustausch Umwandelung und Bereitstellung von CAD-Daten	Voraussetzungen für eine CNC-Fertigung <sup>1)</sup> Rapid Prototyping (3D-Druck)	
HINWEISE:	1) nicht anzuwenden in der Verfahrenstechnik.			

**4.3.8 Lernfeld 6: Bauteile und Baugruppen nach technologischen Aspekten analysieren und bearbeiten [80h]**

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF6: BAUTEILE UND BAUGRUPPEN NACH TECHNOLOGISCHEN ASPEKTEN ANALYSIEREN UND BEARBEITEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
<p>... wenden die technologischen Grundlagen und Zusammenhänge bei der Herstellung, Eigenschaftsänderung und Bearbeitung von Werkstoffen an.</p>	<p>Einteilung und Eigenschaften von Werkstoffen                      Aufbau von Eisenwerkstoffen                      Werkstoffe für bes. Einsatzgebiete</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tieftemperatur, Hochtemperatur</li> <li>• Starker mechanischer Verschleiß</li> </ul> <p>Legierungen (Bildung, Zusammensetzung, Anwendung)                      Werkstoffprüfung und Werkstoffkennwerte (statisch, dynamisch)                      Ändern von Werkstoffeigenschaften (Wärmebehandlung, Verfestigen etc.)                      Herstellung und Optimierung von Halbzeugen                      Normung und Kennzeichnung der Werkstoffe und Halbzeuge                      Korrosion und Korrosionsschutz von Werkstoffen                      Umwelt- und ökonomische Aspekte der Werkstoffe (Gewinnung, Wiederverwertung, Entsorgung)                      Recycling und Entsorgung von Werkstoffen                      Verschleißmechanismen</p>	<p>Planung, Durchführungen und Auswertung von Werkstoffprüfungen (Zugversuch etc.)                      Ermittlung von relevanten Werkstoffdaten aus Tabellen und Diagrammen                      Auswahl von Werkstoffen und Verfahren zum Ändern der Eigenschaften                      Beachtung von technologischen-, Umwelt- und ökonomischen Aspekten bei der Werkstoffauswahl, -bearbeitung und -verwendung                      Analyse der Herstellungs- und Bearbeitungsverfahren von Werkstoffen                      Analyse technologischer und tribologischer Eigenschaften                      Analyse von Schadensfällen sowie die Erarbeitung von Präventionsstrategien.</p>	<p>Verhalten von Werkstoffen                      chemische und physikalische und technologische Zusammenhänge                      Wechselwirkung zwischen Werkstoffauswahl und -einsatz                      Wechselwirkung zwischen Werkstoffeigenschaften und Fertigungsverfahren                      Zusammenhänge zwischen Reibung, Schmierung und Verschleißbeständigkeit                      Spannungsreihe chemischer Elemente</p>



Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF6: BAUTEILE UND BAUGRUPPEN NACH TECHNOLOGISCHEN ASPEKTEN ANALYSIEREN UND BEARBEITEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... analysieren und planen den Einsatz und die Bearbeitung von Werkstoffen.	Werkstoffeigenschaften Fertigungsverfahren und Fertigungsprozesse	Analyse und Planung der Herstellung von Bauteilen Fertigungsverfahren (z. B. Spanen, Umformen, Schweißen) planen Fertigungsprozesse beim Trennen, Umformen oder Fügen Fertigungsplanung innerhalb des CAD/CAM Prozesses	Fertigungsverfahren und Fertigungsfolgen bei der Bauteilherstellung
... nutzen zur Analyse und Bearbeitung Fachliteratur, Datenblätter und technische Beschreibungen.	Normung und Kennzeichnung der Werkstoffe und Halbzeuge technische Unterlagen in schriftlicher und digitaler Form	Selbständige Nutzung einschlägiger technischer Unterlagen (Normen etc.) Ermitteln von relevanten Werkstoffdaten aus Tabellen, Diagrammen und Normen Interpretieren und Anwenden von technischen Unterlagen (schriftlich, digital)	
HINWEISE:			

**4.3.9 Lernfeld 7: Antriebe, Aktoren und Sensoren in Maschinen und Anlagen integrieren [120h]**

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF7: ANTRIEBE, AKTOREN UND SENSOREN IN MASCHINEN UND ANLAGEN INTEGRIEREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... analysieren und bewerten die wechselseitigen Beziehungen und Zusammenhänge zwischen den Komponenten im Sinne des Systemverständnisses.	<p>Aufbau und Funktion von Sensoren elektrische Grundgrößen (Spannung, Strom, Widerstand) Gesetzmäßigkeiten der Elektrotechnik, Pneumatik und Hydraulik genormte Schnittstellensignale Analog-Digital-Wandler Arbeit, Leistung, Wirkungsgrad Systemtechnik Regelungstechnik Messgeräte und deren Funktion</p>	<p>Funktionsbeschreibung von Anlagen und Maschinen Zuordnung von Bauelementen und Komponenten entsprechend den Wirkungsplänen von Steuerketten und Regelkreisen Messung elektrischer Größen rechnerische Überprüfung von Messungen</p>	<p>Wirkungsweise von Steuer und Regelkreise analoge/digitale Signale Energieträger und Energieumwandlung</p>
... analysieren, prüfen und wählen Komponenten aus.	<p>Normen, Maschinenrichtlinien Geräte- und Gütekennzeichnung Sicherheitstechnik, Schutzmaßnahmen Aufbau und Funktion von Aktoren/Sensoren Aufbau und Funktion elektrischer Antriebe Wechselgrößen, Drehstrom technische Dokumentation</p>	<p>Prüfung von Komponenten und Anwendung geeigneter Normen Erstellung von Mess- und Prüfprotokollen Beurteilung von Messergebnissen im Hinblick auf eine betriebssichere Funktion der Komponenten Berechnung von pneumatischen Daten (Druck, Querschnitt etc.) Auswahl von Aktoren/Sensoren Einsatzmöglichkeiten elektrischer Antriebe</p>	<p>Gültigkeit von Normen, Maschinenrichtlinien und Schutzmaßnahmen</p>

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF7: ANTRIEBE, AKTOREN UND SENSOREN IN MASCHINEN UND ANLAGEN INTEGRIEREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... prüfen, projektieren und dimensionieren anwendungsbezogene Schaltungen bzw. Steuerungen.	elektrische, pneumatische und hydraulische Schaltungstechnik Symbole und Darstellungen der Schaltungstechnik, Simulationsprogramme Technische Dokumentation Messverfahren Einsatzmöglichkeiten von elektrischen, pneumatischen und elektro-pneumatischen Steuerungen Einsatzmöglichkeiten bzw. Vor- und Nachteile von analogen und digitalen Schaltungen energieeffiziente Druckluftherzeugung und Druckluftverteilung Ablaufbeschreibung nach DIN EN 60848	Schaltungsentwurf und Schaltungsaufbau Prüfen und Messen physikalischer Größen Funktions- und Sicherheitsüberprüfung der Schaltungen Inbetriebnahme Fehleranalyse und Anpassung von Schaltungen	Gültigkeit von Normen, Maschinenrichtlinien und Schutzmaßnahmen
HINWEISE:			

**4.3.10 Lernfeld 8: Baueinheiten und Produkte entwickeln und konstruieren [180h-220h]**

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF8: BAUEINHEITEN UND PRODUKTE ENTWICKELN UND KONSTRUIEREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... analysieren Maschinenelemente, Baueinheiten auf Funktion, Belastung und Wirkungsweise.	<p>Arten von Lagerungen und Lagern                      Funktion und Verwendung von Verbindungselemente (Bolzen, Stifte, Niete)                      Maschinenelemente:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gleit- und Wälzlagerungen</li> <li>• Schraubenverbindungen</li> <li>• Achsen und Wellen</li> <li>• Arten der Welle-Nabe Verbindungen</li> </ul> <p>Aufbau und Funktion von Kupplungen und Bremsen kennen                      Funktionsweise von Einheiten zum Übertragen von Kräften und Drehmomenten (z. B. Antriebe, Getriebe, Riementriebe) kennen</p>	<p>Analyse der Wälzlagerauswahl und Lebensdauer                      Analyse von Lageranordnung und Umlaufverhältnissen                      Analyse von Funktionseinheiten zum Übertragen von Kräften und Drehmomenten                      Analysieren Wirkungsweise und Belastungen von Kupplungen und Bremsen, bzw. einzelner Bauteile                      Analyse und Auswahl von Fügeverfahren, insbesondere Welle Nabe-Verbindungen</p>	<p>Kinematik der Rotationsbewegung                      Schnittgrößen                      Grundlagen der Statik                      Anforderungen an Wälzlager und Wälzlagerungen                      Anforderungen an Welle Nabe-Verbindungen                      Qualitätskriterien für konstruktiven Lösungen</p>
... legen Maschinenelemente, Baueinheiten und Produkte aus und dimensionieren diese unter Berücksichtigung von Werkstoffeigenschaften.	<p>Normen und VDI-Richtlinien                      Technische Datenblätter, Diagramme und Beschreibungen                      Statik, Festigkeitslehre und Dynamik                      Werkstoffkennwerte/Werkstoffeigenschaften                      Gestaltfestigkeit und Sicherheit                      Lebensdauer</p>	<p>Berechnung und Auslegung der Lebensdauer von Wälzlager von Verbindungselementen                      Tragfähigkeit von Maschinenelementen                      Dimensionierung von Bauteilen einer Baueinheit                      Auswahl und Berechnung Welle Nabe-Verbindungen                      Auslegung von Schraubenverbindungen</p>	<p>Zusammenhänge zwischen Festigkeit, Konstruktion, Herstellung und Kosten                      Schnittgrößen                      Grundlagen der Elastostatik</p>

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF8: BAUEINHEITEN UND PRODUKTE ENTWICKELN UND KONSTRUIEREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... analysieren Maschinenelemente, Baueinheiten und Produkte auf Funktion, Belastung und Wirkungsweise.	<p>Normen und VDI-Richtlinien                      Technische Datenblätter, Diagramme und Beschreibungen                      Statik, Festigkeitslehre und Dynamik                      Werkstoffkennwerte/Werkstoffeigenschaften                      Berechnungssoftware                      Gestaltfestigkeit und Sicherheit                      Lebensdauer</p>	<p>Berechnung und Auslegung der Lebensdauer von Wälzlagern                      Tragfähigkeitsnachweis von Maschinenelementen                      Dimensionierung von Bauteilen einer Baueinheit (z. B. Wellen, Zahnräder, Bremshebel)                      Auswahl und Berechnung von Welle Nabe-Verbindungen                      Auslegung von Schraubenverbindungen</p>	<p>Zusammenhänge zwischen Festigkeit, Konstruktion, Herstellung und Kosten                      Anforderungen an Maschinenelemente                      Schnittgrößen                      Grundlagen der Elastostatik</p>
... legen Maschinenelemente und Baueinheiten aus und konstruieren, optimieren und detaillieren diese.	<p>manuelle Entwürfe und Skizzen                      CAD gestütztes konstruieren                      Fertigungszeichnungen und Stücklisten                      Kataloge und Normteilibibliotheken</p>	<p>Erstellung von Entwurf- und Konstruktions-skizzen                      Erstellung von Detailkonstruktionen und Fertigungszeichnungen von Einzelteilen mit CAD                      Erstellung von 3D CAD-Modellen von Bauteilen und Baugruppen                      Optimierung von konstruktiven Lösungen</p>	<p>Möglichkeiten der Kostenbeeinflussung</p>
... wenden Konstruktionsmethoden und Gestaltungsrichtlinien an.	<p>Funktionsstruktur von Technischen Produkten                      Grundlagen des Gestaltens                      Methoden zur Lösungsfindung                      Normzahl und Baureihen                      Vorgehensplan zur Schaffung neuer Produkte nach VDI-Richtlinie 2222</p>	<p>Erstellung von Funktionsstrukturen/-gliederungen für konstruktive Aufgabestellungen                      Anwendung der Konstruktionsmethodik (Lösungsvarianten bewerten und vergleichen)                      Anwendung von Normzahlenreihen bei der</p>	<p>Konstruktionsmethodik</p>

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF8: BAUEINHEITEN UND PRODUKTE ENTWICKELN UND KONSTRUIEREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
		Größenabstufung von Baureihen Anwendung des Vorgehensplan und der Lösungswege zur Schaffung neuer Produkte	
HINWEISE:			

ENTWURF

**4.3.11 Lernfeld 9: Fertigungsverfahren analysieren, planen und optimieren [180h-220h]**

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF 9: FERTIGUNGSVERFAHREN ANALYSIEREN, PLANEN UND OPTIMIEREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... planen Produktionsprozesse unter Berücksichtigung technologischer und wirtschaftlicher Aspekte.	technologische Grundlagen der Fertigungsverfahren und Fertigungsprozesse wirtschaftliche Aspekte der Produktionsverfahren Produktionsplanung (Verfahrens-/Arbeitsplanung)	Planung von Fertigungsprozessen Bewertung der Wirtschaftlichkeit von Fertigungsmaschinen und -verfahren Analyse, Bewertung und Optimierung von Produktionsprozessen	technologische und wirtschaftliche Aspekte unterschiedlicher Fertigungsprozesse Wechselwirkung von Einflussgrößen der Fertigung auf den Gesamtprozess
... realisieren Fertigungsprozesse mit CAD/CAM-Systemen.	CNC-Systeme (Maschinen und Programmiersprachen) Kenntnisse über Werkzeugmaschinen (z. B. Bearbeitungsebenen) Kenntnisse über Produktanforderungen (z. B. Toleranzen, Oberflächengüte etc.) Kenntnisse von Prozessparametern (Bearbeitungszeit, Standzeiten, Verschleiß)	CNC-Programmierung (z. B. PAL oder Heidenhain-Klartext Programmiersprachen) Simulation von Fertigungsprozessen Analyse und Optimierung von Fertigungsprozessen	Einfluss von Prozessparametern (z. B. Bearbeitungszeit, Standzeiten, Verschleiß)
... wenden Werkzeuge und Methoden der Qualitätssicherung an	Methoden und Werkzeuge der QS (z. B. Prüf- und Auswertungsmethoden)	Prüfplanung / Festlegung geeigneter Mess- und Auswertungsverfahren	Prüfverfahren
... beachten sowohl Richtlinien, Normen und Rechtsvorgaben sowie ökologische Gesichtspunkte.	Kenntnisse über einschlägiger Regelwerke und Richtlinien	relevante Rechtsvorschriften ermitteln Anwendung von Rechtsvorschriften	Produkthaftung
HINWEISE:			

**4.3.12 Lernfeld TB1: Absatzprozesse planen, steuern und kontrollieren [60h–100h]**

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF TB1: ABSATZPROZESSE PLANEN, STEUERN UND KONTROLLIEREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... werten die Positionierung eines Unternehmens im Markt aus.	strategische Geschäftsfelder Marktkennzahlen (z. B. Marktvolumen, Marktpotenzial, Marktanteil, Absatzkennzahlen)	Analysetechniken • Durchführung einer Portfolioanalyse • Identifizierung von Stärken/Schwächen • Abwägung von Chancen/Risiken	Product-Lifecycle-Management
... legen die strategische Ausrichtung fest.	Marktbearbeitungsstrategien • Wachstumsstrategien • Wettbewerbsstrategien • Segmentierungsstrategien	Entwicklung strategischer Marketingkonzeptionen	operatives vs. strategisches Management
... erkunden den Absatzmarkt und wenden Instrumente der Marktforschung an.	Erhebung von Marktdaten • Formen • Methoden • Marktfaktoren	Analyse der Konkurrenz Durchführung einer Primärerhebung Aufbereitung und Auswertung von Marktdaten	Investitionsgüter- vs. Konsumgütermarkt Märkte im In- und Ausland ökoskopische und demoskopische Marktforschung
... erstellen einen zielgruppenorientierten Marketingplan.	Marketing-Mix • Produkt- und Sortimentspolitik • Preis- und Konditionenpolitik • Kommunikationspolitik • Distributionspolitik	Analyse und Erarbeitung von Vertriebs- und Marketingkonzepten	Markformen Customer-Relationship-Management (CRM)



Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF TB1: ABSATZPROZESSE PLANEN, STEUERN UND KONTROLLIEREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... beurteilen die getroffenen Marketingmaßnahmen hinsichtlich ihrer Wirksamkeit.	Marketing-Controlling Grundsätze der Werbewirksamkeit	Erhebung von Marktdaten Ermittlung von Kennzahlen	Kosten-/Nutzevaluierung
HINWEISE:	Absatzprozesse unterliegen aufgrund der Digitalisierung einem ständigen Wandel hin zur Industrie 4.0, z. B. können umfassende Datenmengen gesammelt und ausgewertet werden, die neue Möglichkeiten zur treffsicheren Zielgruppenidentifizierung und deren Kontakt eröffnen (eCommerce, Social Media etc.). Die Technikerinnen und Techniker nutzen moderne Medien zur Informationsbeschaffung und zur Ausgestaltung des Marketing-Mixes.		

## 4.3.13 Lernfeld TB2: Beschaffungsprozesse planen, steuern und kontrollieren [80h–120h]

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF TB2: BESCHAFFUNGSPROZESSE PLANEN, STEuern UND KONTROLLIEREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... ermitteln den Bedarf.	Dispositionsverfahren <ul style="list-style-type: none"> <li>• deterministische Bedarfsermittlung</li> <li>• stochastische Bedarfsermittlung</li> <li>• heuristische Bedarfsermittlung</li> </ul>	Stücklistenauswertung Prognose- und Trenderstellung	Lieferfähigkeit vs. Kostenminimierung
... wählen Lieferanten aus.	Beurteilungskriterien für Lieferanten <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bezugsquellenermittlung</li> <li>• Konditionenpolitik</li> </ul>	Analyse von Beschaffungsmärkten Angebotsvergleich	öffentliche versus privatwirtschaftliche Ausschreibungen Total Cost of Ownership (TCO)
... legen die Beschaffungsstrategien fest.	Bestellverfahren <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einzelbeschaffung</li> <li>• Vorratsbeschaffung</li> <li>• fertigungssynchrone Beschaffung</li> <li>• optimale Bestellmenge</li> </ul>	Identifizierung und Anwendung von Bestellverfahren	ABC/XYZ-Analyse
... führen vertragsrechtlich abgesicherte Bestellvorgänge durch und überwachen und evaluieren diese.	Vertragsrecht <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kaufvertragsstörungen</li> <li>• Produkthaftung</li> <li>• Liefer- und Zahlungsbedingungen inklusive Incoterms</li> </ul>	Erstellen von Anfragen und Angeboten Abschluss von Kaufverträgen Reklamieren und Umgang mit Reklamationen	Fernabsatzgesetz

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...		LF TB2: BESCHAFFUNGSPROZESSE PLANEN, STEUERN UND KONTROLLIEREN		
		Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... optimieren die Güterströme im Unternehmen.		Lagerwirtschaft <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lagerhaltung</li> <li>• Lagerorganisation</li> <li>• Lagerkosten</li> </ul>	Ermittlung und Auswertung von Lagerkennzahlen situationsgerechte Auswahl einer Lagerorganisation	betrieblicher Informations-, Material- und Wertefluss Outsourcing
HINWEISE:	Die Beziehung zu den Lieferanten ist ein wichtiger Faktor des Unternehmenserfolgs. Die Optimierung des innerbetrieblichen Materialflusses wird durch neue Konzepte (Internet der Dinge, Industrie 4.0 etc.) maßgeblich und nachhaltig beeinflusst. Die Technikerinnen und Techniker optimieren Beschaffungsprozesse unter Einbezug moderner Medien.			

#### 4.3.14 Lernfeld TB3: Unternehmenskultur entwickeln und organisatorisch sowie personalwirtschaftlich umsetzen [100h–140h]

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF TB3: UNTERNEHMENSKULTUR ENTWICKELN UND ORGANISATORISCH SOWIE PERSONALWIRTSCHAFTLICH UMSETZEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... wirken an der Gestaltung der Unternehmenskultur mit.	Unternehmensziele, -strategie, -leitbild	Anwendung von Moderations-, Präsentations- und Kommunikationstechniken Erstellen von Unternehmensführungskonzepten	Kommunikationsmodelle Stakeholder/Shareholder-Value-Ansätze
... agieren als Teil der Unternehmensorganisation und gestalten diese mit.	Aufbauorganisation Ablauforganisation/Geschäftsprozesse Handelsrecht	Modellierung/Optimierung von Geschäftsprozessen (z. B. ereignisgesteuerte Prozessketten (EPK)) Erarbeitung von Organigrammen Auswahl der Unternehmensrechtsform	Prozessmanagement und -controlling
... nehmen die Personalplanung vor.	Personalbedarfsentwicklung Personalbeschaffung Personaleinsatz	Durchführung geeigneter Verfahren (z. B. eines Bewerbungsverfahrens)	demographischer Wandel soziographische Entwicklung
... nehmen personalwirtschaftliche Aufgaben wahr.	Personalverwaltung/-entlohnung Personalbeurteilung Personalentwicklung	Anwendung geeigneter Methoden zur Personalführung (z. B. von Gesprächen mit Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern)	Führungskultur

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...		LF TB3: UNTERNEHMENSKULTUR ENTWICKELN UND ORGANISATORISCH SOWIE PERSONALWIRTSCHAFTLICH UMSETZEN		
		Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... setzen arbeits- und sozialrechtliche Vorgaben um.		Arbeitsrecht Sozialrecht Tarifrecht	rechtliche Prüfung von beruflichen Handlungen	
HINWEISE:	Eine positive Unternehmenskultur schafft eine hohe Identifikation mit dem Unternehmen. Die Digitalisierung trägt dazu bei, diese Identifikation zu stärken (social networks, homeoffice etc.). Die Technikerinnen und Techniker verstehen diese und nutzen sie im Sinne einer positiven Weiterentwicklung der Unternehmenskultur.			

**4.3.15 Lernfeld TB4: Für den Leistungserstellungsprozess Investitionen tätigen und deren Finanzierung sicherstellen [80h–120h]**

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...		LF TB4: FÜR DEN LEISTUNGSERSTELLUNGSPROZESS INVESTITIONEN TÄTIGEN UND DEREN FINANZIERUNG SICHERSTELLEN		
		Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... planen, steuern und optimieren den Leistungserstellungsprozess und stellen den Investitionsbedarf fest.	Produktionsplanung und -steuerung <ul style="list-style-type: none"> <li>• Arbeits- und Zeitstudien</li> <li>• optimale Losgröße</li> <li>• Fertigungsverfahren</li> </ul> Qualitätsmanagementsysteme	Anwendung von Strategien zur Kapazitäts-, Materialsteuerung und Terminierung Anwendung von Verfahren der Arbeitsplanung und Zeitermittlung Aufbau eines Prozessmodells zur Qualitätssicherung	Qualität als Leitmaxime	
... führen Investitionsrechnungen durch.	statische Verfahren dynamische Verfahren	Vorbereitung von Investitionsentscheidungen Ermittlung des optimalen Ersatzzeitpunktes	Nutzwertanalyse Szenario-Technik	
... ermitteln den Kapitalbedarf und den zu erwartenden Gewinn.	Kapitalbedarfsplanung Gewinnplanung	Erstellung einer Rentabilitätsvorschau Ermittlung der Kapitalbindungsdauer		
... stellen die Zahlungsfähigkeit des Unternehmens sicher.	Einzahlungen/Auszahlungen Einnahmen/Ausgaben Erträge/Aufwendungen	Erstellung eines Liquiditätsplanes	Insolvenzrecht	
... stellen Finanzierungskonzepte für Investitionen auf.	Möglichkeiten der Kapitalbeschaffung <ul style="list-style-type: none"> <li>• Eigen-, Fremdfinanzierung</li> <li>• Außen-, Innenfinanzierung</li> <li>• Sonderformen der Finanzierung (z. B. Leasing, Factoring)</li> </ul>	Erstellung eines Finanzierungsplans Auswahl von Kreditsicherungen	Leverage-Effekt Unternehmensformen steuerliche Betrachtung „Goldene Bilanzregel“	
HINWEISE:	Der Leistungserstellungsprozess ist der Kernprozess eines Unternehmens. Durch die Digitalisierung der Informationen und der digitalen Identifizierung selbst kleinster Bauelemente erreicht die Produktionsplanung und -steuerung eine ungekannte Präzision (Industrie 4.0). Damit werden auch Investitions- und Finanzierungsüberlegungen genauer. Die Technikerinnen und Techniker nutzen diese neuen Möglichkeiten bei der Entscheidungsfindung.			

**4.3.16 Lernfeld TB5: Den Jahresabschluss erstellen und auswerten sowie zur Kostenkontrolle und Preisgestaltung nutzen[100h–140h]**

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF TB5: DEN JAHRESABSCHLUSS ERSTELLEN UND AUSWERTEN SOWIE ZUR KOSTENKONTROLLE UND PREISGESTALTUNG NUTZEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... erstellen den Jahresabschluss.	Bewertungsgrundsätze Inventur und Inventar Gewinn- und Verlustrechnung Bilanz	Buchung von Geschäftsfällen Ermittlung des Jahresergebnisses Erstellung der Bilanz	deutsche vs. internationale Rechnungslegung
... werten den Jahresabschluss aus.	Bilanzanalyse Ergebnisanalyse	Aufbereitung der Bilanz sowie der Gewinn- und Verlustrechnung und deren Auswertung mittels Kennzahlen	Controlling
... analysieren die betriebliche Leistungserstellung.	Kostenarten- und -stellenrechnung Vor- und Nachkalkulation Teilkostenbetrachtung Plan- und Prozesskosten	Ermittlung von Zuschlagssätzen (BAB) Berechnung von Maschinenstundensätzen Anwendung von Kalkulationsverfahren Durchführung von Verfahrensvergleichen	kalkulatorische vs. effektive Kosten
... berücksichtigen unternehmensrelevante Steuern bei betrieblichen Entscheidungen.	unternehmensbezogene Steuerarten	Bedeutung und Wirkung von Steuern	
HINWEISE:	Den Technikerinnen und Technikern stehen für die Erstellung und Auswertung des Jahresabschlusses im Rahmen von Industrie 4.0 präzise Daten zur Verfügung, so dass die Kostenkontrolle und Preisgestaltung schneller und wirtschaftlicher vorgenommen werden kann. Sie nutzen diese Möglichkeiten.		

## 5 Handhabung des Lehrplans

Die in Kapitel 3 theoretisch begründete strukturell-curriculare Rahmung impliziert einen anspruchsvollen kompetenzorientierten Unterricht. Um die darin gesetzten Vorgaben unterrichtswirksam zu machen, gilt es folgende Prämissen zu berücksichtigen:

- Moderner Fachschulunterricht ist *lernerorientiert*, d. h., dass alle zu planenden Unterrichtsprozesse sich primär an Lernprozessen ausrichten sollen, nicht an Lehrprozessen. Lernprozesse sollen einer kasuistisch-operativen Umsetzungslogik (handlungssystematisch) folgen, die von einer theoretisch-abstrakten Objektivierungslogik (fachsystematisch) ergänzt wird.
- Die Zielbildung in den Querschnitt-Lernfeldern erfolgt als Explikation der Lehrplan-Inhalte durch die *Beschreibung von Wissens- und Fertigungszielen*. Ihr Umfang und Anspruch bemisst sich aus deren jeweiliger Bedeutung für die korrespondierenden fachlich-methodischen Kompetenzen.
- Im Rahmen der beruflichen Lernfelder ist die Explikation von *beruflichen Handlungen* der curriculare Ausgangspunkt der Unterrichtsplanung. Damit wird von Anfang an geklärt, welches Wissen in welchen Handlungszusammenhängen von den Studierenden erworben werden soll. Die im Lehrplan vollzogene Beschreibung der Kompetenzen auf einem mittleren Niveau gilt es dabei in der konkreten Unterrichtskonzeption adäquat zu den jeweils vorliegenden Rahmenbedingungen und im jeweils aktuellen technisch-produktiven, gestalterischen oder betriebswirtschaftlichen Kontext zu konkretisieren.
- Die genaue Zusammenstellung eines unterrichtsrelevanten Gebildes aus Kompetenzen erfolgt über einen einschlägigen *Berufskontext*, welcher dann auch als übergreifende Lernsituation den Gesamtrahmen der jeweiligen Unterrichtseinheit bildet.
- Kompetenzerwerb setzt *Verständnisprozesse* voraus, welche durch eine *Problemorientierung* des Unterrichts ausgelöst werden. Je anspruchsvoller die Problemstellungen, desto höher das zu erreichende Kompetenz-Niveau.
- Kompetenzen im Sinne eines verstandenen Handelns erfordern einschlägiges Sach- und Prozesswissen mit entsprechendem Reflexionswissen mit unmittelbarem Bezug zu dessen *berufsspezifischer Nutzung*, daher soll sich der Kompetenzerwerb in *sinnvollen* Abschnitten zwischen kasuistisch-operativen Phasen (handlungssystematisch) und theoretisch-abstrakten Phasen (fachsystematisch) *wechselseitig ergänzen*.
- *Fachsystematische Lernprozesse* gehen von den Fachwissenschaften aus, beinhalten deren Systematiken und bilden damit ein anwendungsübergreifendes Gerüst für das berufliche Handeln. Sie sind zudem der Raum für die Auseinandersetzung mit den mathematisch-naturwissenschaftlichen bzw. gestalterischen Hintergründen. Lern-Reflexionen beziehen sich hier auf die Kategorien „Wissen“ (kognitive Reproduktion) und „Verstehen“ (kognitive Anwendung).
- *Handlungssystematische Lernprozesse* gehen von beruflichen Prozessen aus, beinhalten deren Eigenlogik und bilden damit anwendungsbezogene Ankerpunkte für das berufliche Handeln. Lernreflexionen beziehen sich hier auf die Kategorie „Können“ (operative Anwendung).
- *Lernerfolgsmessung* kann sich im Einzelnen auf „Wissen“, „Verständnis“ oder „Können“ beziehen, der Anspruch einer Kompetenzdiagnostik kann aber nur dann erfüllt werden, wenn alle drei oben genannten Komponenten *integrativ erhoben* werden, und mit den Zielkategorien *taxiert* werden.
- Der Erwerb sozial-kommunikativer Kompetenzen erfordert *kollektive Lernformen*, wird aber nicht allein durch diese gewährleistet. Entscheidend ist hier ein bewusster und re-



flektierter Kompetenzerwerb, daher sind sozial-kommunikative Kompetenz-Ziele den Studierenden zu kommunizieren, deren Erwerb zu thematisieren und zu reflektieren.

- Der Erwerb von Personalkompetenzen (bzw. Selbstkompetenzen) erfordert die Akzentuierung motivationaler, affektiver und strategisch-organisationaler Auseinandersetzungen der Studierenden mit sich und ihrem Lernen. Fachschulunterricht sollte daher das *Lernen als eigenständigen Lerngegenstand* begreifen und dies pädagogisch und methodisch angemessen umsetzen.

ENTWURF

## 6 Literaturverzeichnis

- Bader, R. (2004): Strategien zur Umsetzung des Lernfeld-Konzepts. In: bwp@ spezial 1
- BIFIE (Hrsg.). (2013). Standardisierte kompetenzorientierte Reifeprüfung. Reife- und Diplomprüfung. Grundlagen – Entwicklung – Implementierung. Unter Mitarbeit von H. Cesnik, S. Dahm, C. Dorninger, E. Dousset-Ortner, K. Eberharter, R. Fless-Klinger, M. Frebort, G. Friedl-Lucyshyn, D. Frötscher, R. Gleeson, A. Pinter, F. J., Punter, S. Reif-Breitwieser, E. Sattlberger, F. Schaffenrath, G. Sigott, H.-S. Siller, P. Simon, C. Spöttl, J. Steinfeld, E. Süß-Stepancik, I. Thelen-Schaefer & B. Zisser. Wien: Herausgeber.
- Chomsky, N. (1965). Aspects of the theory of syntax. Cambridge, Mass: M.I.T. Press.
- Erpenbeck, J. / Rosenstiel, L. / Grote S. / Sauter W. (2017): Handbuch Kompetenzmessung: Erkennen, verstehen und bewerten von Kompetenzen in der betrieblichen, pädagogischen und psychologischen Praxis. Stuttgart, Schäfer & Pöschel
- Euler, D. / Reemtsma-Theis, M. (1999): Sozialkompetenzen? Über die Klärung einer didaktischen Zielkategorie. In: Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik, Heft 2, S. 168 - 198.
- Klafki, W. (1964): Didaktische Analyse als Kern der Unterrichtsvorbereitung in: Roth, H. / Blumenthal, A. (Hrsg.): Grundlegende Aufsätze aus der Zeitschrift Die Deutsche Schule, Hannover 1964, S. 5 - 34.
- Lerch, S. (2013): Selbstkompetenz – eine neue Kategorie zur eigens gesollten Optimierung? Theoretische Analyse und empirische Befunde. In: REPORT 1/2013 (36. Jg.) S. 25 - 34.
- Mandl, H. / Friedrich H.F. (Hrsg.) (2005): Handbuch Lernstrategien. Göttingen, Hogrefe.
- Pittich, D. (2013). Diagnostik fachlich-methodischer Kompetenzen. Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag
- Siller, H.-S., Bruder, R., Hascher, T., Linnemann, T., Steinfeld, J., & Sattlberger, E. (2014). Stufung mathematischer Kompetenzen am Ende der Sekundarstufe II – eine Konkretisierung. In J. Roth & J. Ames (Hrsg.), Beiträge zum Mathematikunterricht 2014, Münster: WTM, S. 1135 - 1138.
- Tenberg, R. (2011): Vermittlung fachlicher und überfachlicher Kompetenzen in technischen Berufen. Theorie und Praxis der Technikdidaktik. Stuttgart: Steiner
- Volpert, W. (1980): Beiträge zur psychologischen Handlungstheorie. Bern: Huber.



# Lehrplan

## Zweijährige Fachschule für Technik

### FACHRICHTUNG MASCHINENTECHNIK

### SCHWERPUNKT VERFAHRENS- UND UMWELTTECHNIK

ENTWURF

Impressum

Hessisches Kultusministerium  
Luisenplatz 10, 65185 Wiesbaden  
Tel.: 0611 368-0  
Fax: 0611 368-2096

E-Mail: [poststelle@hkm.hessen.de](mailto:poststelle@hkm.hessen.de)  
Internet: [www.kultusministerium.hessen.de](http://www.kultusministerium.hessen.de)

**Inhaltsverzeichnis**

1	Bedeutung der Fachschule für Technik in der Bildungslandschaft.....	4
2	Grundlegung für die Fachrichtung Maschinentechnik .....	5
3	Theoretische Grundlagen des Lehrplans .....	9
3.1	Sozial-kommunikative Kompetenzen .....	9
3.2	Personale Kompetenzen .....	9
3.3	Fachlich-methodische Kompetenzen .....	10
3.4	Zielkategorien.....	11
3.4.1	Beruflich akzentuierte Zielkategorien.....	12
3.4.2	Mathematisch akzentuierte Zielkategorien .....	14
3.5	Taxierung der Kompetenzen in drei Stufen .....	14
3.5.1	Taxonomietabelle für beruflich akzentuierte Zielkategorien.....	16
3.5.2	Taxonomietabelle für mathematisch akzentuierte Zielkategorien .....	17
3.6	Zusammenfassung.....	18
4	Organisation der Kompetenzen und Kenntnisse .....	19
4.1	Lernfelder .....	19
4.2	Studentafel .....	20
4.3	Beruflicher Lernbereich .....	22
4.3.1	Mathematik (Querschnitt-Lernfeld) .....	22
4.3.2	Projektarbeit .....	24
4.3.3	Lernfeld 1: Projekte mittels systematischen Projektmanagements zum Erfolg führen .....	25
4.3.4	Lernfeld 2: Die Qualität von Prozessen, Anlagen und Produkten planen und sichern .....	27
4.3.5	Lernfeld 3 (Querschnitt-Lernfeld): Prozesse, Anlagen und Produkte nach naturwissenschaftlichen Aspekten analysieren und bewerten.....	30
4.3.6	Lernfeld 4: Bauteile und Baugruppen unter mechanischen Aspekten entwerfen und auslegen .....	32
4.3.7	Lernfeld 5: Bauteile und Baugruppen mit CAx Methoden modellieren, darstellen und realisieren .....	34
4.3.8	Lernfeld 6: Bauteile und Baugruppen nach technologischen Aspekten analysieren und bearbeiten .....	36
4.3.9	Lernfeld 7: Antriebe, Aktoren und Sensoren in Maschinen und Anlagen integrieren .....	38
4.3.10	Lernfeld 8: Verfahrens- und umwelttechnische Prozesse leiten .....	40
4.3.11	Lernfeld 9: Verfahrens- und umwelttechnische Anlagen unter ökonomischen und ökologischen Gesichtspunkten planen .....	42
4.3.12	Lernfeld 10: Verfahrens- und umwelttechnische Prozesse unter ökonomischen, ökologischen und rechtlichen Aspekten auslegen .....	44
5	Handhabung des Lehrplans .....	48
6	Literaturverzeichnis .....	50

## 1 Bedeutung der Fachschule für Technik in der Bildungslandschaft

Die Fachschulen sind Einrichtungen der beruflichen Weiterbildung und schließen an eine einschlägige berufliche Ausbildung an. Sie bieten die Möglichkeit zu beruflicher Weiterqualifizierung aus der Praxis für die Praxis und ermöglichen dabei das Erreichen der höchsten Qualifizierungsebene in der beruflichen Bildung.<sup>1</sup>

In der Rahmenvereinbarung der Kultusministerkonferenz zu Fachschulen wird zu Ausbildungsziel, Tätigkeitsbereichen und Qualifikationsprofil das Folgende festgestellt:

„Ziel der Ausbildung im Fachbereich Technik ist es, Fachkräfte mit einschlägiger Berufsausbildung und Berufserfahrung für die Lösung technisch-naturwissenschaftlicher Problemstellungen, für Führungsaufgaben im betrieblichen Management auf der mittleren Führungsebene sowie für die unternehmerische Selbstständigkeit zu qualifizieren.

Die Ausbildung orientiert sich an den Erfordernissen der beruflichen Praxis und befähigt die Absolventinnen/Absolventen, den technologischen Wandel zu bewältigen und die sich daraus ergebenden Entwicklungen der Wirtschaft mitzugestalten.

Der Umsetzung neuer Technologien – verbunden mit der Fähigkeit kostenbewusst zu handeln und Fremdsprachenkenntnisse anzuwenden – wird deshalb auf der Basis des fachrichtungsspezifischen Vertiefungswissens in der Ausbildung besonderer Wert beigemessen. Der Fähigkeit, Mitarbeiter/Mitarbeiterinnen anzuleiten, zu führen, zu motivieren und zu beurteilen – sowie der Fähigkeit zur Teamarbeit – kommen im Zusammenhang mit den speziellen fachlichen Kompetenzen große Bedeutung zu.

Die Absolventinnen/Absolventen müssen vor diesem Hintergrund in der Lage sein, im Team und selbstständig Probleme des entsprechenden Aufgabenbereiches zu erkennen, zu analysieren, zu strukturieren, zu beurteilen und Wege zur Lösung dieser Probleme in wechselnden Situationen zu finden.“<sup>2</sup>

Die Studierenden sollen in der beruflichen Aufstiegsfortbildung zum staatlich geprüften Techniker / zur staatlich geprüften Technikerin befähigt werden, betriebswirtschaftliche, technisch-naturwissenschaftliche sowie künstlerische Aufgaben zu bewältigen.

Die Fachschulen orientieren sich dabei nicht an Studiengängen, sondern am Stand der Technik sowie ihrer praktischen Anwendung und genießen dadurch einen hohen Stellenwert in der Erwachsenenbildung.

Die Studierenden erlernen und vertiefen in der Weiterbildung das selbständige Erkennen, Strukturieren, Analysieren und Beurteilen von Problemen des Berufsbereiches und deren Lösung. Sie lernen, Projekte mittels systematischen Projektmanagements zum Erfolg zu führen

---

<sup>1</sup>DQR Niveau 6

<sup>2</sup>Rahmenvereinbarung über Fachschulen; Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 07.11.2002 i.d.F. vom 02.06.2016 S.16

Dabei liegt ein besonderes Augenmerk auf der Förderung des wirtschaftlichen Denkens und verantwortlichen Handelns in Führungspositionen und der damit verbundenen Fähigkeit zu konstruktiver Kritik und der Bewältigung von Konflikten.

Nicht zuletzt vertiefen die Studierenden ihre Fähigkeiten, sprachlich sicher zu agieren, um in allen Kontexten des beruflichen Handelns bestehen zu können.

Die rasante Entwicklung digitaler Technologien und die damit einhergehenden, tiefgreifenden Veränderungen in der Wirtschaft, in Arbeitsprozessen und im Kommunikationsverhalten stellen auch neue Anforderungen an Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen. So ist auch der Tätigkeitsbereich der Techniker und Technikerinnen in vielen Bereichen durch zusätzliche Merkmale betroffen:

- Vernetzung der Infrastruktur sowie der gesamten Wertschöpfungskette,
- Erfassung, Transport, Speicherung und Auswertung großer Datenmengen,
- Echtzeitfähigkeit der Systeme,
- cyber-physische Systeme – intelligente, kommunikationsfähige und autonome Maschinen und Systeme,
- Verschmelzung von virtueller und realer Welt,
- Gewährleistung von Datensicherheit und Datenschutz.

Somit muss die klassische Trennung in prozess- und produktorientierte berufsspezifische Handlungsfelder zugunsten eines die Schnittstellen vernetzenden, stärker systemorientierten und unternehmerischen Handlungskontextes aufgelöst werden.<sup>3</sup>

Der Erwerb der dazu benötigten Kompetenzen muss, auch wenn sie in den Lernfeldmatrizen nicht explizit aufgeführt sein sollten, durch die unterrichtliche Umsetzung in den Fachschulen für Technik ermöglicht werden.

## 2 Grundlegung für die Fachrichtung Maschinentechnik

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker der Fachrichtung Maschinentechnik werden mit vielfältigen technischen, organisatorischen und wirtschaftlichen Aufgaben betraut und z. B. bei der Planung, Projektierung, Konstruktion, im Versuch, in der Auftragsabwicklung, in der Produktion von Maschinen und anderer mittels Maschinen- und Apparatechnik erzeugter Produkte, in der Instandhaltung und im Service eingesetzt. Gegenüber dem Ingenieur grenzt die Technikerin / der Techniker sich durch die verstärkte Praxisbezogenheit seiner schulischen und betrieblichen Vor- und Ausbildung ab.

Im Rahmen der betrieblichen Tätigkeitsbereiche führt die staatlich geprüfte Technikerin / der staatlich geprüfte Techniker der Fachrichtung Maschinentechnik folgende typische Tätigkeiten unter Beachtung vorgegebener Regeln, Normen und Vorschriften aus:

- Methoden der Ideenfindung und Kreativitätstechniken anwenden,
- Methoden der Projektplanung, -durchführung und des Projektcontrollings anwenden,

---

<sup>3</sup> Kompetenzorientiertes Qualifikationsprofil zur Integration der Thematik „Industrie 4.0“ in die Ausbildung an Fachschulen für Technik (Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 24.11.2017)

- nationale sowie internationale wirtschaftliche und ökologische Rahmenbedingungen und Besonderheiten analysieren und umsetzen,
- nationale sowie internationale Rechtsvorschriften und Normwerke für die Bewältigung technischer und betrieblicher Aufgaben analysieren und umsetzen,
- Lösungsstrategien entwickeln, Lösungsverfahren auswählen,
- Planungs- und Arbeitsschritte dokumentieren,
- Arbeitsanweisungen und Betriebsanleitungen erstellen,
- mathematische, natur- und technikwissenschaftliche Erkenntnisse und Methoden anwenden,
- Teilprozesse in Gesamtabläufe integrieren,
- Lösungen technisch und wirtschaftlich beurteilen,
- Technik sowohl human-, sozial- und umweltverträglich gestalten,
- Qualitätsmanagement realisieren,
- Arbeitsplätze und Arbeitsorganisation gestalten,
- Betriebsmittel, Vorrichtungen, Werkzeuge, Maschinen, Geräte und Anlagen konzipieren, entwerfen, projektieren, detaillieren,
- Maschinen, Geräte und Apparate auswählen, in Betrieb nehmen, instand halten,
- automatisierte Systeme zum Fertigen, Prüfen, Montieren, Transportieren, Lagern planen, entwickeln und verknüpfen,
- automatisierte Systeme zum Fertigen, Produzieren, Prüfen, Montieren, Transportieren, Lagern, in Betrieb nehmen, warten, inspizieren, instand setzen, Arbeitsplanungen durchführen, Fertigungsprozesse organisieren,
- mengen- und termingerechte Planung, Steuerung und Überwachung der Produktions- bzw. Fertigungsabläufe, des Material- und Maschineneinsatzes und der Lager-, Auftrags- und Bestellbestände durchführen,
- Kostenrechnungen durchführen,
- in der Normenüberwachung und Werksnormerstellung mitarbeiten,
- Versuche planen und durchführen,
- beraten und verkaufen,
- ausbilden und schulen.

Die Breite der Verantwortung reicht von der Erledigung definiert vorgegebener Aufträge, der Mitwirkung bei der Abwicklung bis zur selbstständigen Planung und Durchführung von Projekten. Um diesen Verantwortungsrahmen auszufüllen, sollen staatlich geprüfte Technikerinnen und Techniker

- Probleme analysieren, strukturieren und lösen,
- Informationen selbstständig beschaffen, auswerten und strukturieren,
- fähig sein, im Team zu arbeiten, aber auch Führungsaufgaben zu übernehmen,
- sich in einer Fremdsprache berufsbezogen zu informieren und zu kommunizieren,
- sich weiterbilden.

Die unterschiedlichen Einsatzgebiete der staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker der Fachrichtung Maschinentechnik erfordern eine Differenzierung der Weiterbildung in die Schwerpunkte:

- Automatisierungstechnik
- Konstruktion und Entwicklung
- Maschinenbau
- Produktions- und Qualitätsmanagement



- Verfahrens- und Umwelttechnik
- Technische Betriebswirtschaft

Die Zielsetzung der einzelnen Schwerpunkte der beruflichen Weiterbildung sind:

### **Automatisierungstechnik**

Maschinen und Anlagen werden mit komplexen Automatisierungssystemen ausgestattet. Dabei muss der zunehmenden Digitalisierung Rechnung getragen werden. Zum Beispiel kommunizieren Sensoren, Aktoren und Antriebssysteme über Feldbussysteme mit einer zentralen Steuereinheit (Automatisierungsgerät), die wiederum häufig mittels eines Netzwerkes mit weiteren dezentralen Peripheriegeräten (z. B. **Human Machine Interface**) sowie übergeordneten Leitrechnern verbunden ist. Die Studierenden werden für die Projektierung und Inbetriebnahme dieser komplexen Automatisierungssysteme qualifiziert. Im Zusammenhang mit den erworbenen Qualifikationen in der Fertigungstechnik und der Produktionsorganisation werden die Studierenden dieses Schwerpunktes für eine qualifizierte Implementierung von Automatisierungssystemen in Maschinen und Anlagen weitergebildet.

### **Konstruktion und Entwicklung**

Im Schwerpunkt Konstruktion und Entwicklung findet, neben den Inhalten aus dem allgemeinen Maschinenbau, eine Vertiefung der konstruktiven Einflussgrößen in den technischen Abteilungen von Unternehmen unter kapazitäts-, fertigungs- und kostenrelevanten Aspekten statt.

### **Maschinenbau**

Der Schwerpunkt Maschinenbau verknüpft interdisziplinär die Wissensbereiche und beruflichen Kompetenzen aus den verschiedenen Schwerpunkten der Maschinenteknik mit den klassischen Naturwissenschaften und der Mathematik. Dazu zählen Aufgabenstellungen, die sich insbesondere mit der Konstruktion und Entwicklung, der Fertigung von Bauteilen, Baugruppen und Produkten sowie der Automatisierung befassen. Dabei sind Qualitätsvorgaben ebenso zu berücksichtigen wie ökonomische und ökologische Aspekte.

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker des Schwerpunkts Maschinenbau können aufgrund Ihrer vielseitigen Ausbildung in vielfältigen technischen, organisatorischen und wirtschaftlichen Aufgabenbereichen eingesetzt werden, z. B. in der Planung, Projektierung, Konstruktion, Qualitätssicherung und im Versuchsbereich.

### **Produktions- und Qualitätsmanagement**

Technikerinnen und Techniker mit Weiterbildungsschwerpunkt Produktions- und Qualitätsmanagement übernehmen vorzugsweise verantwortliche Tätigkeiten im Produktionsumfeld der Industrie. Damit haben sie eine große Bedeutung für die vorwiegend industriell geprägte Volkswirtschaft Deutschlands.

Insbesondere werden die produktionsbezogenen Bereiche gezielt ausgebildet:

- Qualitätsmanagement und Qualitätssteuerung,

- Planen und Steuern von Produktionsabläufen,
- Ermittlung von Daten, Kosten und Zeiten,
- Optimierung bestehender Produktionssysteme,
- Beschaffung und Entwicklung von Werkzeugen und Vorrichtungen,
- Gestaltung von Arbeitssystemen und Arbeitsplätzen.

In den aufgezählten Tätigkeitsfeldern übernehmen sie eigenverantwortliche Aufgaben im mittleren Management. Ihre Qualifikation in diesen Bereichen ist vergleichbar mit der von Ingenieuren und Ingenieurinnen.

### **Verfahrens- und Umwelttechnik**

Die Verfahrens- und Umwelttechnik ist die Technik von Stoffumwandlungsprozessen. In ihr führen sogenannte Unit-Operations zu Änderung von Stoffeigenschaften.

Da umwelttechnische Prozesse im Wesentlichen auch Stoffumwandlungsprozesse sind, stellt die Synthese beider Disziplinen eine natürliche Vereinigung dar. Um diese Prozesse zu planen und vorherzusagen, sind vertiefte Kenntnisse der chemischen- und physikalischen Abläufe der jeweiligen Operation notwendig. Die Umsetzung der Abläufe erfolgt durch ausgewählte Maschinen und Apparate. Diese Maschinen und Apparate müssen dimensioniert und konstruiert werden. Dieses geschieht u.a. unter wirtschaftlichen und ökologischen Gesichtspunkten. Die Weiterbildung zum Verfahrens- und Umwelttechniker berücksichtigt den weiterhin zunehmenden Automatisierungsgrad der verfahrenstechnischen Anlagen.

In den aufgezählten Tätigkeitsfeldern übernehmen die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker eigenverantwortliche Aufgaben im mittleren Management. Ihre Qualifikationen in diesen Bereichen sind vergleichbar mit der von Ingenieuren und Ingenieurinnen.

### **Technische Betriebswirtschaft**

Der große Anteil betriebswirtschaftlicher Problemstellungen innerhalb der Arbeitswelt stellt erhöhte Anforderungen an die Beschäftigten in der Industrie. Neue Organisationsformen und Managementtechniken bestimmen den betrieblichen Alltag und die Ausgestaltung von Geschäftsprozessen. Im Zentrum steht die Kundenorientierung, die die Wettbewerbsfähigkeit nachhaltig sichert. Das Unternehmen ist bestrebt, aus dem Zielkonflikt zwischen Qualität, Kosten und Termin die Ausprägung zu finden, die den Bedürfnissen der Kunden am besten entspricht. Hierfür sind neben technischen auch betriebswirtschaftliche Kompetenzen notwendig, um langfristig einen Markterfolg zu erzielen.

Im Rahmen des Studiums werden die unternehmerischen Kompetenzen in Lernfeldern abgebildet, die sowohl technische als auch betriebswirtschaftliche berufliche Handlungen umfassen. Die Studierenden projektieren und entwickeln folglich technische Systeme und Anlagen und nehmen sie in Betrieb. Ferner planen, steuern und optimieren sie Absatz-, Beschaffungs- und Leistungserstellungsprozesse. Außerdem gestalten sie die Unternehmenskultur mit und setzen diese personalwirtschaftlich um. Darüber hinaus bereiten die Technikerinnen und Techniker Investitionen vor und stellen deren Finanzierung sicher. Sie erfassen und überwachen die daraus entstehenden Wertströme zur Kostenkontrolle und Preisgestaltung.

### 3 Theoretische Grundlagen des Lehrplans

Der vorliegende Lehrplan für Fachschulen in Hessen orientiert sich am aktuellen Anspruch beruflicher Bildung, Menschen auf Basis eines umfassenden Verständnisses handlungsfähig zu machen, also ihnen nicht alleine Wissen oder Qualifikationen, sondern Kompetenzen zu vermitteln. Eine im deutschsprachigen Raum anerkannte Grunddefinition von Kompetenz basiert auf dem US-amerikanischen Sprachwissenschaftler NOAM CHOMSKY, der diese als *Disposition zu einem eigenständigen, variablen Handeln* beschreibt (CHOMSKY, 1965). Das Kompetenzmodell von JOHN ERPENBECK und LUTZ VON ROSENSTIEL präzisiert dieses Basiskonzept, indem es sozial-kommunikative, personale und fachlich-methodische Kompetenzen unterscheidet (ERPENBECK, ROSENSTIEL, GROTE, SAUTER, 2017, S. XXI ff).

#### 3.1 Sozial-kommunikative Kompetenzen

Sozial-kommunikative Kompetenzen sind Dispositionen, kommunikativ und kooperativ selbstorganisiert zu handeln, d. h. sich mit anderen kreativ auseinander- und zusammensetzen, sich gruppen- und beziehungsorientiert zu verhalten, und neue Pläne, Aufgaben und Ziele zu entwickeln.

Diese werden im Kontext beruflichen Handelns nach EULER & REEMTSMA-THEIS (1999) konkretisiert und differenziert in einen (a) agentiven Schwerpunkt, einen (b) reflexiven Schwerpunkt und (c) deren Integration:

Zu (a): Fähigkeit zur Artikulation und Interpretation von verbalen und nonverbalen Äußerungen auf der Sach-, Beziehungs-, Selbstkundgabe- und Absichtsebene und Fähigkeit zur Artikulation und Interpretation von verbalen und nonverbalen Äußerungen im Rahmen einer Meta-Kommunikation auf der Sach-, Beziehungs-, Selbstkundgabe- und Absichtsebene.

Zu (b): Fähigkeit zur Klärung der Bedeutung und Ausprägung der situativen Bedingungen, insbesondere von zeitlichen und räumlichen Rahmenbedingungen der Kommunikation, 'Nachwirkungen' aus vorangegangenen Ereignissen, der sozialen Erwartungen an die Gesprächspartner, der Wirkungen aus der Gruppenzusammensetzung (jeweils im Hinblick auf die eigene Person sowie die Kommunikationspartner), Fähigkeit zur Klärung der Bedeutung und Ausprägung der personalen Bedingungen, insbesondere der emotionalen Befindlichkeit (Gefühle) der normativen Ausrichtung (Werte), der Handlungsprioritäten (Ziele), der fachlichen Grundlagen (Wissen), des Selbstkonzepts ('Bild' von der Person), (jeweils im Hinblick auf die eigene Person sowie die Kommunikationspartner), Fähigkeit zur Klärung der Übereinstimmung zwischen den äußeren Erwartungen an ein situationsgerechtes Handeln und den inneren Ansprüchen an ein authentisches Handeln.

Zu (c): Fähigkeit und Sensibilität, Kommunikationsstörungen zu identifizieren, und die Bereitschaft, sich mit ihnen (auch reflexiv) auseinanderzusetzen. Fähigkeit, reflexiv gewonnene Einsichten und Vorhaben in die Kommunikationsgestaltung einbringen und (ggf. unter Zuhilfenahme von Strategien der Handlungskontrolle) umsetzen zu können.

#### 3.2 Personale Kompetenzen

Personale Kompetenzen sind Dispositionen, sich selbst einzuschätzen, produktive Einstellungen, Werthaltungen, Motive und Selbstbilder zu entwickeln, eigene Begabungen, Moti-

vationen, Leistungsvorsätze zu entfalten und sich im Rahmen der Arbeit und außerhalb kreativ zu entwickeln und zu lernen.

LERCH (2013) bezeichnet personale Kompetenzen in Orientierung an aktuellen bildungswissenschaftlichen Konzepten auch als Selbstkompetenzen und unterscheidet dabei motivational-affektive Komponenten wie Selbstmotivation, Lern- und Leistungsbereitschaft, Sorgfalt, Flexibilität, Entscheidungsfähigkeit, Eigeninitiative, Verantwortungsfähigkeit, Zielstrebigkeit, Selbstvertrauen, Selbstständigkeit, Hilfsbereitschaft, Selbstkontrolle und Anstrengungsbereitschaft und strategisch-organisatorische Komponenten wie Selbstmanagement, Selbstorganisation, Zeitmanagement sowie Reflexionsfähigkeit. Hier sind auch sogenannte Lernkompetenzen (MANDL & FRIEDRICH, 2005) als jene personalen Kompetenzen einzuordnen, welche auf die eigenständige Organisation und Regulation des Lernens ausgerichtet sind.

### 3.3 Fachlich-methodische Kompetenzen

Fachlich-methodische Kompetenzen sind Dispositionen einer Person, bei der Lösung von sachlich-gegenständlichen Problemen geistig und physisch selbstorganisiert zu handeln, d. h. mit fachlichen und instrumentellen Kenntnissen, Fertigkeiten und Fähigkeiten kreativ Probleme zu lösen, Wissen sinnorientiert einzuordnen und zu bewerten; das schließt Dispositionen ein, Tätigkeiten, Aufgaben und Lösungen methodisch selbstorganisiert zu gestalten, sowie die Methoden selbst kreativ weiterzuentwickeln.

Fachlich-methodische Kompetenzen sind – im Sinne von ERPENBECK, ROSENSTIEL, GROTE, UND SAUTER (2017, S.XXI ff) – durch die Korrespondenz konkreter Handlungen und spezifischem Wissen beschreibbar. Wenn bekannt ist, was ein Mensch als Folge eines Lernprozesses können soll und auf welcher Wissensbasis dieses Können abgestützt sein soll, um ein eigenständiges und variables Handeln zu ermöglichen, kann sehr gezielt ein Unterricht geplant und gestaltet werden, der solche Kompetenzen integrativ vermittelt und eine Diagnostik entwickelt, mit welcher diese überprüft werden können. Im vorliegenden Lehrplan werden somit fachlich-methodische Kompetenzen als geschlossene Sinneinheiten aus Können und Wissen konkretisiert. Das Können wird dabei in Form einer beruflichen Handlung beschrieben, das Wissen in drei eigenständigen Kategorien auf mittlerem Konkretisierungsniveau spezifiziert: (a) Sachwissen, (b) Prozesswissen und (c) Reflexionswissen (PITTICH, 2013).

Zu (a): Sachwissen umfasst ein *anwendungs- und umsetzungsunabhängiges Wissen* über Dinge, Gegenstände, Geräte, Abläufe, Systeme etc. Es ist Teil fachlicher Systematiken und daher sachlogisch-hierarchisch strukturiert, wird durch assoziierendes Wahrnehmen, Verstehen und Merken erworben und ist damit die *gegenständliche Voraussetzung für ein eigenständiges, selbstreguliertes Handeln*. Beispiele: Aufbau eines Temperatursensors, Bauteile eines Kompaktreglers, Funktion eines Kompaktreglers, Aufbau einer Speicherprogrammierbaren Steuerung, Programmiersprache einer Speicherprogrammierbaren Steuerung, Struktur des Risikomanagement-Prozesses, EFQM-Modell.

Zu (b): Prozesswissen umfasst ein *anwendungs- und umsetzungsabhängiges Wissen* über berufliche Handlungssequenzen. Prozesse können auf drei verschiedenen Ebenen stattfinden, daher hat Prozesswissen entweder eine Produktdimension (Handhabung von Werkzeug, Material etc.), eine Aufgabendimension (Aufgaben-Typus, -Abfolgen etc.) oder eine Organisationsdimension (Geschäftsprozesse, Kreisläufe etc.). Prozesswissen ist immer Teil handlungsbezogener Systematiken und daher prozesslogisch-multizyklisch struk-

turiert, wird durch zielgerichtetes und feedback-gesteuertes Tun erworben und ist damit *funktionale Voraussetzung für ein eigenständiges, selbstreguliertes Handeln*. Beispiele: Kalibrierung eines Temperatursensors, Bedienung eines Kompaktreglers, Umgang mit der Programmierumgebung einer speicherprogrammierbaren Steuerung, Umsetzung des Risikomanagements, Handhabung einer EFQM-Zertifizierung.

Zu (c): Reflexionswissen umfasst ein *anwendungs- und umsetzungsunabhängiges Wissen*, welches hinter dem zugeordneten Sach- und Prozesswissen steht. Als konzeptuelles Wissen bildet es die theoretische Basis für das vorgeordnete Sach- und Prozesswissen und steht damit diesen gegenüber auf einer Meta-Ebene. Mit dem Reflexionswissen steht und fällt der Anspruch einer Kompetenz (und deren Erwerb). Seine Bestimmung erfolgt im Hinblick auf a) das unmittelbare Verständnis des Sach- und Prozesswissens (Erklärungsfunktion), b) die breitere wissenschaftliche Abstützung des Sach- und Prozesswissens (Fundierungsfunktion), c) die Relativierung des Sach- und Prozesswissens im Hinblick auf dessen berufliche Flexibilisierung und Dynamisierung (Transferfunktion). Umfang und Tiefe des Reflexionswissens werden ausschließlich so bestimmt, dass diesen drei Funktionen Rechnung getragen wird.

In der Trias dieser drei Wissenskategorien besteht ein bedeutsamer Zusammenhang: Das Sachwissen muss am Prozesswissen anschließen und umgekehrt, das Reflexionswissen muss sich auf die Hintergründe des Sach- und Prozesswissens eingrenzen. D. h., dass die hier anzuführenden Wissensbestandteile nur dann kompetenzrelevant sind, wenn sie innerhalb des hier eingrenzenden Handlungsrahmens liegen. Eine Teilkompetenz ist somit das Aggregat aus einer beruflichen Handlung und dem damit korrespondierenden Wissen:

Teilkompetenz			
Berufliche Handlung	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen

Innerhalb der einzelnen Lernfelder sind die einbezogenen Teilkompetenzen nicht zufällig angeordnet, gegenteilig folgen sie einem generativen Ansatz. D. h., dass die jeweils nachfolgende Teilkompetenz den Erwerb der vorausgehenden voraussetzt. Somit gelten innerhalb eines Lernfeldes alle Wissensaspekte, die in den vorausgehenden Teilkompetenzen konkretisiert wurden. Damit wird der Tatsache Rechnung getragen, dass Kompetenzen in einer sachlogischen Abfolge aufgebaut werden, dabei aber vermieden, dass innerhalb der Wissenszuordnungen der Teilkompetenzen nach unten zunehmend Redundanzen dargestellt werden.

### 3.4 Zielkategorien

Alle im Lehrplan aufgeführten Ziele lassen sich den folgenden Kategorien zuordnen:

1. Beruflich akzentuierte Zielkategorien: Kommunizieren & Kooperieren, Darstellen & Visualisieren, Informieren & Strukturieren, Planen & Projektieren, Entwerfen & Entwickeln, Realisieren & Betreiben und Evaluieren & Optimieren.
2. Mathematisch akzentuierte Zielkategorien: Operieren, Modellieren und Argumentieren.

Diese Kategorisierung soll in beruflicher Ausrichtung den Lehrplan mit dem Konzept der vollständigen Handlung (VOLPERT, 1980) hinterlegen, in mathematischer Ausrichtung mit dem O-M-A-Konzept (SILLER ET AL. 2014). Damit wird zum einen eine theoretisch abgestützte Differenzierung der vielfältigen Ziele beruflicher Lehrpläne erreicht, zum anderen die strukturelle Basis für eine nachvollziehbare und handhabbare Taxierung hergestellt.

### 3.4.1 Beruflich akzentuierte Zielkategorien

#### Kommunizieren und Kooperieren

Zum Kommunizieren gehören die schriftliche und mündliche Darlegung technischer, gestalterischer und betriebswirtschaftlicher Sachverhalte sowie die Führung einer Diskussion oder eines Diskurses über Problemstellungen unter Nutzung der erforderlichen Fachsprache. Das Spektrum der Zielkategorie reicht von einfachen Erläuterungen über fachlich fundierte Argumentation bis hin zur fachlichen Bewertung und Begründung technischer bzw. gestalterischer Zusammenhänge und Entscheidungen. Dabei sind die Sachverhalte und Problemstellungen inhaltlich klar, logisch strukturiert und anschaulich aufzubereiten. Der sachgemäße Gebrauch von Kommunikationsmedien und Kommunikationsplattformen sowie die Kenntnis der Kommunikationswege ermöglichen effektive Teamarbeit. Nicht zuletzt sind in diesem Zusammenhang der angemessene Umgang mit interkulturellen Aspekten sowie fremdsprachliche Kenntnisse erforderlich.

Kooperation ist eine wesentliche Voraussetzung zur Lösung komplexer Problemstellungen. Notwendig für erfolgreiche Kooperation ist Klarheit über die Gesamtzielsetzung, über die Teilziele, über die Schnittstellen und Randbedingungen sowie über die Arbeitsteilung und die Stärken und Schwächen aller Kooperationspartner. Um erfolgreich zu kooperieren, ist es erforderlich, die eigene Person und Leistung als Teil eines Ganzen zu sehen und einem gemeinsamen Ziel unterzuordnen. Auftretende Konflikte müssen respektvoll und sachbezogen gelöst werden.

#### Darstellen und Visualisieren

Diese Zielkategorie umfasst das Darstellen und Illustrieren technischer, gestalterischer und betriebswirtschaftlicher Sachverhalte, insbesondere das 'Übersetzen' abstrakter Daten und dynamischer Prozesse in fachgerechte Tabellen, Zeichnungen, Skizzen, Diagramme und weitere grafische Formen sowie beschreibende und erläuternde Texte. Dazu gehört es, geeignete Medien zur Visualisierung zu wählen, Sachverhalte, Problemstellungen und Lösungsvarianten in Dokumenten und Präsentationen darzustellen und zu erläutern. Ferner sind bei der Erstellung von Dokumenten die geltenden Normen und Konventionen zu beachten.

#### Informieren und Strukturieren

Das Internet bietet Information in großer Fülle zu vielen technischen, gestalterischen und betriebswirtschaftlichen Sachverhalten. Weitere Informationsquellen sind die wissenschaftliche Literatur und Dokumente aus den Betrieben und der Industrie sowie Experten und Kollegen. Sich umfassend und objektiv zu informieren stellt unter dieser Vielfalt eine grundsätzliche und wichtige Kompetenz dar. Die Studierenden sollen die Fähigkeit erwerben, zu Sachverhalten und Problemstellungen wichtige Informationsquellen zu benennen, sowie die Glaubwürdigkeit und Seriosität dieser Quellen anhand belastbarer Kriterien zu bewerten. Das Spektrum dieser Zielkategorie beinhaltet ferner die korrekte und sachgerechte Verwendung von Zitaten und die Beachtung von Persönlichkeitsrechten. Mit dem Informationserwerb geht die Strukturierung der Informationen durch zielgerechtes Auswählen, Zusammenfassen und Aufbereiten einher.

#### Planen und Projektieren

Diese Zielkategorie beinhaltet die wesentlichen Fertigkeiten und Kenntnisse, um komplexere und umfangreichere Aufgaben- oder Problemstellungen inhaltlich wie auch zeitlich zu

strukturieren, mit Qualitätssicherungsmaßnahmen zu belegen und die Kosten und Ressourcen zu kalkulieren und zu bewerten. Im Detail gehören dazu die Fähigkeiten, überprüfbare Kriterien und Planungsziele zu definieren und deren Umsetzung zu planen und zu kontrollieren. Die zeitliche und inhaltliche Gliederung der Aufgaben ist zu Zwecken der Kontrolle und Steuerung, der Kooperation und Visualisierung durch eine begründete Wahl von Projektmethoden und Werkzeugen sicherzustellen.

### **Entwerfen und Entwickeln**

Das Entwerfen ist die zielgerichtete geistige und kreative Vorbereitung eines später zu realisierenden Produktes. Dieses Produkt kann beispielsweise ein Modell, eine Kollektion, eine Vorrichtung, eine Schaltung, eine Baugruppe, ein Steuerungsprogramm oder auch ein Regelkreis sein. Das Ergebnis dieses Prozesses – der Entwurf – wird in Form von Texten, Zeichnungen, Grafiken, (Näh-) Proben, Schnittmustern, Schaltplänen, Modellen oder Berechnungen dokumentiert.

Entwickeln ist die zielgerichtete Konkretisierung eines Entwurfs oder Verbesserung eines bestehenden Produktes oder technischen Systems. Dabei bilden die Studierenden in Schritten stufenweise Detaillösungen zu den Problemstellungen ab. Die Kenntnis über Kreativitätstechniken, Analyse- und Berechnungsmethoden sowie deren fachspezifischen Anwendungen spielen in diesem Entwicklungsprozess eine zentrale Rolle.

### **Realisieren und Betreiben**

Neben dem eigentlichen Umsetzen des Entwurfs (z. B. Prototyp, Nullserie, Testanlage) geht es hier um die Inbetriebnahme, das Einbinden des Produktes in die Produktumgebung, das Messen und Prüfen der realisierten Komponenten und Modelle, die konkrete Fertigung, auch in Form einer Serie, die Integration einer Software in ein System, die Integration von Software und Hardware oder das Testen einer implementierten Software oder eines Verfahrens möglichst unter Realbedingungen. Dabei können auch geeignete Simulationsverfahren zum Einsatz kommen. Gewonnene Erkenntnisse können auf neue Problemstellungen transferiert werden. Damit ein technisches System dauerhaft funktioniert, sind ggf. Instandhaltungsmaßnahmen rechtzeitig, bedarfsgerecht und geplant unter Berücksichtigung der Wirtschaftlichkeit des gesamten Systems durchzuführen.

### **Evaluieren und Optimieren**

Im Interesse der Qualitätssicherung ist ein stetiges Reflektieren, Evaluieren und Optimieren erforderlich. Sowohl bei überschaubaren Arbeitspaketen als auch bei ganzen Projekten ist hinsichtlich der eingesetzten Methoden, Ressourcen, Kosten und erbrachten Ergebnisse zu klären: Was hat sich bewährt, was sollte bei der nächsten Gelegenheit wie verbessert werden (Lessons Learned)?

Die Kenntnis und Anwendung spezieller Methoden der Reflektion und Evaluation mit der dazugehörigen Datenerfassung und Auswertung sind in dieser Zielkategorie essenziell.

Jeder Prozess oder jede Anlage bedarf eines kontinuierlichen Verbesserungsprozesses (KVP). Dafür sind spezielle Kompetenzen notwendig, die die Datenerfassung, die Datenauswertung zur Identifikation von Verbesserungspotential und die Entscheidung für Maßnahmen unter Berücksichtigung von Effektivität und Effizienz ermöglichen.

Zur Bewältigung zukünftiger Herausforderungen im Privaten wie Beruflichen ist es wichtig, sich selbstbestimmt und selbstverantwortlich neuen Lerninhalten und Lernzielen zu stellen. Die Studierenden sollen deshalb unterschiedliche Lerntechniken kennen und anwen-

den sowie über das Reflektieren des eigenen Lernverhaltens in die Lage versetzt werden, ihren Lernprozess aus der Perspektive des lebenslangen Lernens bewusst und selbstständig zu gestalten und zu fördern.

### 3.4.2 Mathematisch akzentuierte Zielkategorien

Den mathematisch akzentuierten Zielkategorien werden die Handlungsdimensionen „Operieren“, „Modellieren“ und „Argumentieren“ (kurz: O-M-A) zu Grunde gelegt, welche sich nach SILLER ET. AL (2014) zum einen an grundlegenden mathematischen Tätigkeiten und zum anderen an den fundamentalen Ideen der Mathematik orientieren.

Die Dimension *Operieren* bezieht sich auf „die Planung sowie die korrekte, sinnvolle und effiziente Durchführung von Rechen- oder Konstruktionsabläufen und schließt z. B. geometrisches Konstruieren oder (...) das Arbeiten mit bzw. in Tabellen und Grafiken mit ein“ (BIFIE, 2013, S. 21).

Die Dimension *Modellieren* ist darauf ausgerichtet „in einem gegebenen Sachverhalt die relevanten mathematischen Beziehungen zu erkennen (...), allenfalls Annahmen zu treffen, Vereinfachungen bzw. Idealisierungen vorzunehmen und Ähnliches“ (BIFIE, 2013, S. 21).

Die Dimension *Argumentieren* fokussiert „eine korrekte und adäquate Verwendung mathematischer Eigenschaften, Beziehungen und Regeln sowie der mathematischen Fachsprache“ (BIFIE, 2013, S. 22).

### 3.5 Taxierung der Kompetenzen in drei Stufen

Die Qualität einer fachlich-methodischen Kompetenz kann nicht anhand einzelner Wissenskomponenten bemessen werden. Entscheidend ist hier vielmehr der Freiheitsgrad des Handlungsraums, in dem sie eingebettet ist. Nicht diejenigen, die hier in einzelnen Facetten das breiteste Wissen nachweisen können, sind die Kompetentesten, sondern diejenigen, deren Handlungsfähigkeit im einschlägigen Kontext am weitesten reicht. Hier lassen sich theoriebasiert drei Handlungsqualitäten unterscheiden:

Qualität 1 (linear-serielle Struktur):

Start und Ziel eindeutig, Umsetzung durch „reflektiertes Abarbeiten“ (Abfolgen).

Qualität 2 (zyklisch-verzweigte Struktur):

Start und Ziel eindeutig, Umsetzung durch das koordinierte Abarbeiten mehrerer Abfolgen und damit zusammenhängenden Auswahlentscheidungen (Algorithmen).

Qualität 3 (mehrschichtige Struktur):

Ziel und Start müssen definiert werden, Umsetzung durch Antizipieren tragfähiger Algorithmen bzw. deren Erprobung und reflektierter Kombination (Heuristiken).

Es ist erkennbar, dass die jeweils höhere Qualität die der vorausgehenden integriert. Handeln auf Ebene des Algorithmus bedingt die Beherrschung der darin zu vollziehenden Abfolgen, Handeln auf Heuristik-Ebene bedingt die Beherrschung der darin zu vollziehenden Algorithmen. Für die Qualität 1 ist daher Reflexionswissen funktional nicht erforderlich, trotzdem ist es für Lernende bedeutsam, da ein Verständnislernen immer interessanter und motivierender ist als ein rein funktionalistisches Lernen. Für Qualität 2 ist moderates Reflexionswissen erforderlich, da hier schon Entscheidungen eigenständig getroffen werden müssen. Mit dem Anspruchsniveau der erforderlichen Entscheidungen steigt der Bedarf an Reflexionswissen. Qualität 3 kann nur umgesetzt werden, wenn über das Reflexi-



onswissen der Stufe 2 hinaus weiteres Reflexionswissen verfügbar ist, welche neben, hinter oder über diesem steht. Um komplexe Probleme zu lösen, sind kognitive Freiheitsgrade erforderlich, die nur mit einem entsprechend tiefen Verständnis der jeweiligen Zusammenhänge erreicht werden können.

Diese Handlungsqualitäten können für den Lehrplan als Kompetenzstufen genutzt werden, denn sie repräsentieren Kompetenz-Unterschiede, welche nicht auf einem Kontinuum darstellbar sind, sondern sich in diskreten Qualitäten ausdrücken. Um die in den Lernfeldern aufgelisteten Kompetenz-Beschreibungen nicht zu überladen, wird im vorliegenden Lehrplan nicht jede einzelne Kompetenz in den drei Niveaustufen konkretisiert. Vielmehr erfolgt dies entlang der beruflichen und mathematischen Zielkategorien.

ENTWURF

## 3.5.1 Taxonomietabelle für beruflich akzentuierte Zielkategorien

Zielkategorien	Stufe I (Abfolge)	Stufe II (Algorithmus)	Stufe III (Heuristik)
<b>Kommunizieren &amp; Kooperieren</b>	Mitteilen und Annehmen von Informationen, koagierend zusammenarbeiten	an konstruktiven, adaptiven Gesprächen teilnehmen, kooperierend zusammenarbeiten	komplexe bzw. konfliktäre Gespräche führen, Kooperationen gestalten und steuern, Konflikte lösen
<b>Darstellen &amp; Visualisieren</b>	Präsentieren von klaren Gegenständlichkeiten, Fakten, Strukturen, Details	Präsentieren von eindeutigen Zusammenhängen und Funktionen mittels geeignet ausgewählter Darstellungsformen	Präsentieren und Dokumentieren komplexer Zusammenhänge und offener Sachverhalte mittels geeigneter Werkzeuge und Methoden
<b>Informieren &amp; Strukturieren</b>	Handhaben von Informationsmaterialien, Finden und Ordnen von Informationen	Finden einschlägiger Informationsmaterialien, Verifizieren, Selektieren und Ordnen von Informationen	Umsetzen offener Informationsbedarfe, von der Quellensuche bis zur strukturierten Information
<b>Planen &amp; Projektieren</b>	Problemstellungen inhaltlich strukturieren und zeitlich gliedern	routinenaher Projekte inhaltlich strukturieren und zeitlich gliedern	komplexe Projekte inhaltlich strukturieren und zeitlich gliedern unter Beachtung verfügbarer Ressourcen
<b>Entwerfen &amp; Entwickeln</b>	Umsetzen einfacher Ideen in Skizzen, Plänen oder konkreten Lösungen	Abgleichen konkurrierender Ideen, Umsetzen in Skizzen, Plänen oder konkreten Lösungen	Integration einzelner Ideen zu einer Gesamtlösung, Umsetzen in Skizzen, Plänen oder konkreten Lösungen
<b>Realisieren &amp; Betreiben</b>	Aktivieren und Kontrollieren serieller Prozesse	Aktivieren und Regulieren zyklischer Prozesse	Abstimmen, Aktivieren und Modulieren mehrschichtiger Prozesse
<b>Evaluieren &amp; Optimieren</b>	Bewerten entlang eines standardisierten Rasters, Umsetzen unmittelbarer Konsequenzen	Bewerten entlang eines offenen Rasters, Herleiten und Umsetzen von adäquaten Konsequenzen	Bewerten in Anwendung eigenständiger Kategorien, Herleiten und Umsetzen von adäquaten Konsequenzen

## 3.5.2 Taxonomietabelle für mathematisch akzentuierte Zielkategorien

Zielkategorien	Stufe I (Abfolge)	Stufe II (Algorithmus)	Stufe III (Heuristik)
<b>mathematisches Operieren</b>	Anwenden eines gegebenen bzw. vertrauten Verfahrens im Sinne eines Abarbeitens bzw. Ausführens	Abarbeiten und Ausführen mehrschrittiger Verfahren ggf. durch Rechneinsatz und Nutzung von Kontrollmöglichkeiten	Erkennen, ob ein bestimmtes Verfahren auf eine gegebene Situation passt, das Verfahren anpassen und ggf. weiterentwickeln
<b>mathematisches Modellieren</b>	Durchführen eines Darstellungswechsels zwischen Kontext und mathematischer Repräsentation Verwenden vertrauter und direkt erkennbarer Standardmodelle zur Beschreibung einer vorgegebenen (mathematisierter) Situation	Beschreiben vorgegebener (mathematisierter) Situation durch mathematische Standardmodelle bzw. mathematische Zusammenhänge Erkennen und Setzen von Rahmenbedingungen zum Einsatz von mathematischen Standardmodellen Anwenden von Standardmodellen auf neuartige Situationen Finden einer Passung zwischen geeigneten mathematischen Modellen und realen Situationen	komplexe Modellierung einer vorgegebenen Situation Reflektieren der Lösungsvarianten bzw. der Modellwahl Beurteilen der zugrunde gelegten Lösungsverfahren
<b>mathematisches Argumentieren</b>	einfache fachsprachliche Begründungen ausführen; das Zutreffen eines Zusammenhangs oder Verfahrens bzw. die Passung eines Begriffes auf eine gegebene Situation prüfen	mehrschrittige mathematische Standard-Argumentationen durchführen und beschreiben Nachvollziehen und Erläutern von mathematischen Begriffen, Sätzen, Verfahren, Darstellungen, Argumentationsketten und Kontexten fachlich und fachsprachlich korrekte Erklärung von einfachen mathematischen Sachverhalten, Resultaten und Entscheidungen	mathematische Argumentationen prüfen bzw. vervollständigen eigenständige Argumentationsketten aufbauen

### 3.6 Zusammenfassung

Das hier zugrundeliegende Kompetenzmodell schließt drei Kompetenzklassen nach ER-PENBECK, ROSENSTIEL, GROTE, SAUTER (2017, XXI ff.) ein: Sozial-kommunikative Kompetenzen, personale Kompetenzen (bzw. Selbstkompetenzen) und fachlich-methodische Kompetenzen.

Sozial-kommunikative Kompetenzen werden nach EULER & REEMTSMA-THEIS (1999) in einen agentiven Schwerpunkt, einen reflexiven Schwerpunkt und deren Integration unterteilt. Personale Kompetenzen (bzw. Selbstkompetenzen) werden nach LERCH (2013) in motivational-affektive und strategisch-organisatorische Komponenten unterschieden. Für diese beiden Kompetenzklassen sieht der Lehrplan keine weitere Detaillierung vor, da die Entwicklung überfachlicher Kompetenzen – durch deren enge Verschränkung mit der persönlichen Entwicklung des Individuums – deutlich anderen Gesetzmäßigkeiten unterliegt als die Entwicklung fachlich-methodischer Kompetenzen. Eine Anregung und Unterstützung in der Entwicklung überfachlicher Kompetenzen durch den Fachschulunterricht kann daher auch nicht entlang einer jahresplanmäßigen Umsetzung einzelner, thematisch determinierter Lernstrecken erfolgen, sondern muss vielmehr fortlaufend produktiv und dabei aber auch reflexiv in die Vermittlung fachlich-methodischer Kompetenzen eingebettet werden.

Im Zentrum dieses Lehrplankonzepts stehen die fachlich-methodischen Kompetenzen und deren differenzierte und taxiierte curriculare Dokumentation. Teilkompetenzen sind hierbei Aggregate aus spezifischen beruflichen Handlungen und dem diesen jeweils zugeordneten Wissen. Dabei unterscheidet man zwischen Sach-, Prozess- und Reflexionswissen. Als Basis für einen kompetenzorientierten Unterricht konkretisiert dieser Lehrplan zusammenhängende Komplexe aus Handlungskomponenten und Wissenskomponenten auf einem mittleren Konkretisierungsniveau. Der Fachschulunterricht wird dann erstens durch die Explikation und Konkretisierung der Handlungs- und Wissenskomponenten inhaltlich ausgestaltet und zweitens durch die Umsetzung der Taxonomietabellen (Tabellen in Abschnitt 3.5.1 und 3.5.2) in seinem Anspruch dimensioniert. Damit besteht einerseits eine curriculare Rahmung, die dem Anspruch eines Kompetenzstufenmodells gerecht wird, zum anderen liegen die für Fachschulen erforderlichen Freiheitsgrade vor, um der Heterogenität der Adressatengruppen gerecht werden und dem technologischen Wandel folgen zu können.

## 4 Organisation der Kompetenzen und Kenntnisse

### 4.1 Lernfelder

Wie der vorausgehende Lehrplan ist auch dieser in Lernfelder segmentiert. Als Novität ist hier nun zwischen berufsbezogenen Lernfeldern und Querschnitt-Lernfeldern zu unterscheiden (Abbildung 1).

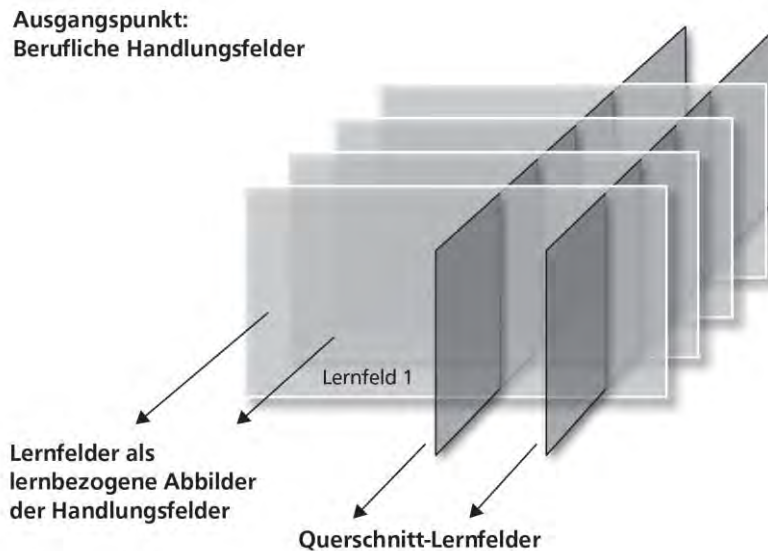


Abbildung 1: Beziehung von berufsbezogenen Lernfeldern als lernbezogene Abbilder beruflicher Handlungsfelder und Querschnitt-Lernfeldern.

**Berufsbezogene Lernfelder** sind curriculare Teilsegmente, welche sich aus einer spezifischen didaktischen Transformation beruflicher Handlungsfelder ergeben (BADER, 2004, S. 1). Wesentlich ist hierbei, dass die für das jeweilige Berufssegment wesentlichen Tätigkeitsbereiche adressiert werden. Relevante berufliche Handlungsfelder haben Gegenwarts- und Zukunftsbedeutung, ihre didaktische Reduktion in das Format eines Lernfeldes folgt dem Prinzip der Exemplarität (KLAFKI, 1964). Somit steht jedes einzelne Lernfeld des Lehrplans für einen gegenwarts- und zukunftsrelevanten Ausschnitt des dazugehörigen Berufssegments, als Gesamtheit repräsentieren sie dieses als exemplarisches Gesamtgefüge.

**Querschnitt-Lernfelder** integrieren übergreifende Aspekte der berufsbezogenen Lernfelder und adressieren entsprechend primär Grundlagenthemen, welche innerhalb der berufsbezogenen Lernfelder bedeutsam sind, jedoch diesbezüglich vorbereitend oder ergänzend vermittelt werden müssen. Insbesondere handelt es sich hier um mathematische, naturwissenschaftliche, informatische, volks- und betriebswirtschaftliche, gestalterische und ästhetische Kenntnisse bzw. Fertigkeiten, welche sich im Hinblick auf die Berufskompetenzen als Basis- oder Bezugskategorien darstellen. Zu den Querschnitt-Lernfeldern gehört die fachrichtungsbezogene Mathematik.

Innerhalb jeden Lernfeldes werden dessen Nummer, Bezeichnung sowie Zeit-Horizont dargestellt und insbesondere die darin adressierten Lernziele. Die Abfolge der Lernfelder im Lehrplan ist nicht beliebig, impliziert jedoch keine Reihenfolge der Vermittlung. In den *berufsbezogenen* Lernfeldern werden die Lernziele durch (weitgehend fachlich-methodische) Kompetenzen beschrieben (TENBERG, 2011, S. 61 ff). Dies erfolgt in Aggre-

gaten aus beruflichen Handlungen und zugeordnetem Wissen. Diese Lehrplaninhalte sind angesichts der Streuung und Unschärfe beruflicher Tätigkeitsspektren in den jeweiligen Segmenten sowie der Dynamik des technisch-produktiven Wandels auf einem mittleren Konkretisierungsniveau angelegt. Zur Taxierung dieser Lernziele liegt eine eigenständige Tabelle (siehe Abschnitt 3.5.1) vor, welche geordnet nach Zielkategorien die jeweils erforderlichen Handlungsqualitäten für die Stufen 1 (Minimalanspruch), 2 (Regelanspruch) und 3 (hoher Anspruch) konkretisiert. Zur Taxierung der Lernziele in der Mathematik (beruflicher Lernbereich) liegt eine gesonderte Tabelle (siehe Abschnitt 3.5.2) mit gleichem Aufbau vor. In den übrigen *Querschnitt*-Lernfeldern werden die Lernziele entweder durch Kenntnisse oder durch Fertigkeiten beschrieben. Sie werden dabei weder taxiert noch zeitlich näher präzisiert, da dieses nur im Rahmen der schulspezifischen Umsetzung möglich und sinnvoll erscheint. Als Orientierung dient hier jeweils der in den berufsbezogenen Lernfeldern konkret feststellbare Anspruch an übergreifende Aspekte.

## 4.2 Stundentafel

Für jedes Lernfeld und die Projektarbeit dürfen die Unterrichtsstunden innerhalb der angegebenen Grenzen variieren, wobei die Gesamtstundenzahl 2000 im beruflichen Lernbereich<sup>4</sup> in Summe erreicht werden muss. Für alle Studierenden eines Jahrgangs muss der Stundenumfang für die individuelle Projektarbeit gleich sein.

---

<sup>4</sup> Zur Begünstigung eines Wechsels des Schwerpunktes ist die Aufteilung der Lernfelder in einen ersten und zweiten Ausbildungsabschnitt als Empfehlung zu betrachten.

		Unterrichtsstunden	
		1. Ausbildungs- abschnitt	2. Ausbildungs- abschnitt
<b>Beruflicher Lernbereich</b>			
Mathematik		200	
Projektarbeit			200 - 240
<b>Lernfelder</b>			
LF 1	Projekte mittels systematischen Projektmanagements zum Erfolg führen	80	
LF 2	Die Qualität von Prozessen, Anlagen und Produkten planen und sichern	120	
LF 3	Prozesse, Anlagen und Produkte nach naturwissenschaftlichen Aspekten analysieren und bewerten	80	
LF 4	Bauteile und Baugruppen unter mechanischen Aspekten entwerfen und auslegen	200	
LF 5	Bauteile und Baugruppen mit CAx Methoden modellieren, darstellen und realisieren	120	
LF 6	Bauteile und Baugruppen nach technologischen Aspekten analysieren und bearbeiten	80	
LF 7	Antriebe, Aktoren und Sensoren in Maschinen und Anlagen integrieren	120	
LF 8	Verfahrens und umwelttechnische Prozesse leiten		140 - 180
LF 9	Verfahrens- und umwelttechnische Anlagen unter ökonomischen und ökologischen Gesichtspunkten planen		280 - 360
LF 10	Verfahrens- und umwelttechnische Prozesse unter ökonomischen, ökologischen und rechtlichen Aspekten auslegen		280 - 360

4.3 Beruflicher Lernbereich

4.3.1 Mathematik (Querschnitt-Lernfeld) [200h]

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	MATHEMATIK		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... handhaben algebraische Verfahren, beispielsweise zur Auslegung elektrischer Netze und ebener Trag- und Fachwerke.	Zahlenmengen <ul style="list-style-type: none"> <li>• natürliche Zahlen</li> <li>• ganze Zahlen</li> <li>• rationale Zahlen</li> <li>• irrationale Zahlen</li> <li>• reelle Zahlen</li> </ul> Algebraische Gleichungen <ul style="list-style-type: none"> <li>• linear</li> <li>• quadratisch</li> <li>• exponentiell</li> <li>• gemischt</li> </ul> lineare Gleichungssysteme Potenz- und Logarithmenregeln	Standardlösungsverfahren <ul style="list-style-type: none"> <li>• Äquivalenzumformung,</li> <li>• pq - Formel</li> <li>• Einsetzverfahren</li> <li>• Additionsverfahren</li> <li>• Gaußalgorithmus</li> </ul> Methoden der Abschätzung Ergebniskontrolle	Axiome des mathematischen Körpers Rechengesetze <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kommutativgesetz</li> <li>• Assoziativgesetz</li> <li>• Distributivgesetz</li> </ul> Operatoren
... nutzen geometrische und trigonometrische Verfahren zur Lösung geometrischer Problemstellungen u.a. im Rahmen konstruktiver, steuerungs- und fertigungstechnischer Aufgabenstellungen.	Satz des Pythagoras trigonometrische Seitenverhältnisse Einheitskreis Sinus- und Kosinussatz <ul style="list-style-type: none"> <li>• Flächen und Volumina von geometrischen Formen und Körper</li> </ul>	Berechnung von Längen, Abstände und Winkel Berechnung realer Flächen und Körper Approximation von Flächen und Volumina	Ähnlichkeits- und Kongruenzsätze für Dreiecke Strahlensatz euklidische Axiome



Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	MATHEMATIK		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
<p>... handhaben mathematische Funktionen zur Modellierung und Lösung u.a. im Rahmen technischer und wirtschaftlicher Problemstellungen, auch mittels Software, wie Kennlinien von Bauelementen, Ladekurve eines Kondensators, Schnittgrößen und Biegelinien von Trägern.</p>	<p>Darstellungsformen und Funktionsvorschriften</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ganzrationale Funktionen, insbesondere lineare und quadratische</li> <li>• trigonometrische Funktionen</li> <li>• Exponentialfunktionen</li> </ul> <p>Charakteristika</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Steigung</li> <li>• Nullstellen, Abszissenabstand</li> <li>• Schnittpunkt</li> <li>• Scheitelpunkt</li> <li>• Periodizität</li> </ul> <p>Wertebereich, Definitionsbereich</p>	<p>Berechnung der Charakteristika Wechsel der Darstellungsformen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Normal-, Scheitelpunktform, Linearfaktordarstellung</li> <li>• implizite, explizite Funktionsvorschrift</li> <li>• Graph und Wertetabelle</li> </ul> <p>Funktionsermittlung Differenzenquotient Funktionsdarstellung mittels Software Konstruktion trigonometrischer Funktionen mit Hilfe des Einheitskreises</p>	<p>trigonometrische Grundlagen Relationen und Abbildungen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• kartesisches Produkt</li> <li>• Surjektivität, Injektivität, Bijektivität</li> </ul> <p>Funktionsbegriff Mathematisches Modell vs. Realbezug</p>
<p>... verwenden Verfahren der analytischen Geometrie und linearen Algebra, beispielsweise zur Darstellung von Kräften und Momenten als Vektoren.</p>	<p>Vektoren</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vektorkomponenten</li> <li>• Schreibweisen</li> </ul> <p>Vektoroperationen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Skalierung</li> <li>• Vektoraddition</li> <li>• Skalarprodukt</li> <li>• Kreuzprodukt</li> <li>• orthogonale, parallele und linear unabhängige Vektoren</li> </ul>	<p>Addition und Subtraktion von Vektoren Beschreibung geometrischer Körper im Raum mittels Vektoren Winkelberechnung mit Skalarprodukt Flächenberechnung mit Kreuzprodukt</p>	<p>Vektor als Parallelverschiebung bzw. Translation im Raum trigonometrische Grundlagen</p>
HINWEISE:	Wo immer möglich, sollten Anwendungsbeispiele aus dem Kontext der anderen Lernfelder der Fachrichtung / des Schwerpunktes gewählt werden.		

## 4.3.2 Projektarbeit [200h–240h]

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	Vorbemerkung	Organisatorische Hinweise
<p>... analysieren und strukturieren eine Problemstellung und lösen sie praxisgerecht.</p> <p>... bewerten und präsentieren das Handlungsprodukt und den Arbeitsprozess.</p> <p>... berücksichtigen Aspekte wie z. B. Wirtschaftlichkeit, Energie- und Rohstoffeinsatz, Fragen der Arbeitsergonomie und Arbeitssicherheit, Haftung und Gewährleistung, Qualitätssicherung, Auswirkungen auf Mensch und Umwelt sowie Entsorgung und Recycling.</p> <p>... legen besonderen Wert auf die Förderung von Kommunikation und Kooperation.</p>	<p>Für die Projektarbeit werden fachrichtungsbezogene und lernfeldübergreifende Aufgaben bearbeitet, die sich aus den betrieblichen Einsatzbereichen von Technikerinnen und Technikern ergeben. Die Aufgabenstellung ist so offen zu formulieren, dass sie die Aktivität der Studierenden in der Gruppe herausfordert und unterschiedliche Lösungsvarianten zulässt. Durch den lernfeldübergreifenden Ansatz können Beziehungen und Zusammenhänge der einzelnen Fächer und Lernfelder hergestellt werden. Die Projektarbeit findet interdisziplinär statt. In allen Fächern und Lernfeldern soll über eine entsprechende Problem- und Aufgabenorientierung die methodische Vorbereitung für die Durchführung der Projekte geleistet werden.</p>	<p>Mit den Studierenden werden die Zielvorstellungen, die inhaltlichen Anforderungen sowie die Durchführungsmodalitäten besprochen. Die Studierenden sollen in der Regel Projekte aus der betrieblichen Praxis in Kooperation mit Betrieben bearbeiten. Die Vorschläge für Projektaufgaben sind durch einen Anforderungskatalog möglichst genau zu beschreiben.</p> <p>Alle eingebrachten Projektvorschläge werden durch die zuständige Konferenz geprüft, z. B. auf Realisierbarkeit, Finanzierbarkeit, ausgewählt und beschlossen. Jede Projektarbeit wird von einem Lehrerinnen/Lehrerteam betreut. <b>Die im LF1 „Projekte mittels systematischem Projektmanagements zum Erfolg führen“ erworbenen Kenntnisse und Fertigkeiten müssen angewendet werden.</b></p> <p>Es empfiehlt sich während der Projektphase Projekttag einzuführen, an denen nach Rücksprache die am Projekt beteiligten Lehrerinnen und Lehrer beratend zur Verfügung stehen. Während dieser Zeit können die Studierenden die Projektarbeit beim Auftraggeber im Betrieb und in den Räumlichkeiten der Schule durchführen. Da es sich um eine Schulveranstaltung handelt, besteht für die Studierenden während dieser Tätigkeit ein Versicherungsschutz gegen Unfall- und Haftpflichtschäden.</p>
HINWEISE:		

**4.3.3 Lernfeld 1: Projekte mittels systematischen Projektmanagements zum Erfolg führen [80h]**

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF1: PROJEKTE MITTELS SYSTEMATISCHEN PROJEKTMANAGEMENTS ZUM ERFOLG FÜHREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... kommunizieren effizient und organisieren sich selbst im Projektgeschehen.	Präsentationstechniken Kommunikationssituationen Führung Motivation Konflikte und Krisen Zeitmanagement Arbeitsteilung Vorgangsmodelle im Projektmanagement	Vorbereitung und Durchführung einer Präsentation Vorbereitung und Durchführen eines Projektmeetings Analyse eines Konfliktes Durchführung und Dokumentation eines Problemlösungsverfahrens Planung und Einteilung der eigenen Arbeitszeit	Kommunikationsmodelle Effektivität als Prinzip Prinzip der systematischen Kommunikation Bedeutung von Selbst- und Fremdwahrnehmung für Konfliktmanagement und Führung Hybrides Projektmanagement
... initialisieren und definieren ein Vorhaben als Projekt.	Inhalt und Bedeutung der Projektphasen Projekttypen Projekt- und Projektmanagementdefinition Kreativitätstechniken Projektziele <ul style="list-style-type: none"> <li>• Qualität,</li> <li>• Kosten und Termine,</li> <li>• Leistungsziele etc.</li> </ul>	Moderation kreativer Prozesse Zielfindung, –formulierung und Abgrenzung Strukturierung der Projektziele	Prinzip der Zielorientierung
... planen eine Projektdurchführung.	Meilensteine Projektaufwand und -budget sachliche und soziale Projektumfeldfaktoren Risiko, Chance, Maßnahmen zur Risikoverminderung Unternehmens- und Projektorganisationsformen, Rollen im Projekt Lasten- und Pflichtenheft, Projektauftrag,	Phasenplanung Beurteilung des Projektes auf Machbarkeit Projektumfeldanalyse Risikoanalyse Aufstellung einer Projektorganisation Erstellung des Projektauftrages Erstellung des Projektstrukturplans	Prinzip der Ergebnisorientierung Prinzip der personifizierten Verantwortungen

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF1: PROJEKTE MITTELS SYSTEMATISCHEN PROJEKTMANAGEMENTS ZUM ERFOLG FÜHREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
	Projekthandbuch Projektstrukturplan, Arbeitspakete Ablauf- und Terminplan Einsatzmittelplan, Kapazitätsplan, Kostenplan	Durchführung Ablauf- und Terminplanung Erstellung einer Einsatzmittel- und Kostenplanung	
... realisieren das Projekt.	Kosten- und Termentrendanalyse Berichtswesen Projektsteuerung	Stakeholder Management Risikomanagement Überwachung und Steuerung der Projektrealisierung Erstellung, Pflege, und Kommunikation der Projektdokumentation	PM-Regelkreis Prinzip des rechtzeitigen Handelns
... schließen ein Projekt ab.	Übergabeprotokoll Endabnahme	Abschluss der Projektdokumentation Projektübergabe und Abschlusspräsentation Projektreflexion Lessons Learned	
HINWEISE:	Die Kompetenzen in diesem Lernfeld orientieren sich an der ICB (International Competence Baseline, siehe auch <a href="https://www.gpm-ipma.de/know_how/pm_normen_und_standards/standard_icb_4.html">https://www.gpm-ipma.de/know_how/pm_normen_und_standards/standard_icb_4.html</a> ).		

**4.3.4 Lernfeld 2: Die Qualität von Prozessen, Anlagen und Produkten planen und sichern [120h]**

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF2: DIE QUALITÄT VON PROZESSEN, ANLAGEN UND PRODUKTEN PLANEN UND SICHERN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... definieren, reflektieren und wenden die Anforderungen jeweils gültiger Qualitätsmanagementsysteme (QMS) und Umweltmanagementsysteme (UMS) für konkrete Arbeits- und Verantwortungsbereiche an.	<p>Philosophie und Aufbau von QMS und UMS Gesetzliche Rahmenbedingungen insbes. Produkthaftungsgesetz Grundzüge DIN ISO 9001 Umweltrecht Grundzüge der CE-Kennzeichnung Bedeutung von Kundenvorgaben</p>	<p>Analyse und Dokumentation von Anforderungen für neue und bestehende Produkte und Prozesse Soll-Ist Vergleiche für bestehende Prozesse und Produkte Evaluation hinsichtlich von Verbesserungen für bestehende Prozesse und Produkte</p>	<p>Ökonomische und ökologische Erfordernisse und Zusammenhänge von QMS und UMS Notwendigkeit eigener Entscheidungen auf Basis alternativen Möglichkeiten Bewertungssysteme und Bewertungsverfahren zur Reflexion des eigenen Handelns Rückwirkungen von Entscheidungen auf Kundenwünsche, Produktion, Montage und Qualitätssicherung</p>
... wenden einschlägige Werkzeuge und Methoden der Qualitätssicherung und von QMS zielführend an.	<p>Elementaren QM-Werkzeuge</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Fehlersammelliste , Histogramm, QRK, Pareto-Diagramm, Korrelationsdiagramm, Brainstorming, Ursache-Wirkungsdiagramm)</li> </ul> <p>Managementwerkzeuge</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Affinitätsdiagramm, Relationendiagramm, Baumdiagramm, Matrixdia., Portfolio, Netzplan, Entscheidungsplan</li> </ul>	<p>Anwendung von Fehler- und Schwachstellenanalyse auf Konstruktion und Prozesse (auch Geschäftsprozesse) mittels Qualitätswerkzeugen</p>	<p>Bedeutung der Strukturierung von Prozessen, und der Auswahl geeigneter Methoden und Werkzeuge Notwendigkeit alternativer Betrachtungen und entsprechender Abwägung Notwendigkeit von Evaluierungen zur Optimierung von Abläufen</p>

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF2: DIE QUALITÄT VON PROZESSEN, ANLAGEN UND PRODUKTEN PLANEN UND SICHERN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... wählen Werkzeuge und Methoden der statistischen Qualitätskontrolle (SPC) aus und wenden sie an.	Normalverteilung Systematische und zufällige Abweichung Qualitätsregelkarten Eingriffs- und Warngrenzen beherrschte und nichtbeherrschte Prozesse Maschinenfähigkeit und Prozessfähigkeit Six-Sigma Lieferantenbewertung	Erhebung und Auswertung von Daten nach den Regeln der Statistik, Bilden von aussagekräftigen Kennziffern schrittweise Einführung einer statistischen Prozessregelung Durchführung von Prozessregelungen mit Hilfe von QRK	Bedeutung der Fehlervermeidungsstrategien für die unternehmerische Praxis
... gestalten Prozesse unter Berücksichtigung geeigneter Qualitätswerkzeuge und Umweltmanagementwerkzeuge im Hinblick auf Fehlervermeidung, Prozessbeherrschung und kontinuierlicher Prozessverbesserung. ... planen, analysieren, dokumentieren und Überprüfen die Wirksamkeit von Veränderungen.	Kaizen und kontinuierlicher Verbesserungsprozess Fehler- und Qualitätskosten PDCA Zyklus FMEA	Strukturierte und zielführende Datenerhebung, Planung, Initiierung, Umsetzung und Kontrolle von KVP-Prozessen Durchführung von FMEA's und ggf. ableiten von Maßnahmen zur Verbesserung von Konstruktionen und Prozessen Evaluierung von Maßnahmen zur Erhöhung der Produkt- und Prozessqualität	Auswirkungen von Schwachstellen in Konstruktionen und Prozesse für Unternehmen und Gesellschaft Bedeutung umfassender vorausschauender Betrachtungen Bedeutung regelmäßiger Evaluierungen Notwendigkeit von Kosten-Nutzen-Erwägungen kurz- und langfristiger Art
... erstellen Prüfplänen zu vorgegebenen Produkten für unterschiedliche Fertigungsarten. <sup>1)</sup>	Prüfpläne und –protokolle Prüfmittelfähigkeit Prüfmittelüberwachung	Planungsschritte zur Erstellung eines Prüfplans Prüfmittelfähigkeit Systeme zur Prüfmittelüberwachung	Notwendigkeit von Prüfplanung und Prüfmittelüberwachung
... bereiten <b>Qualitätsaudits</b> vor und unterstützen deren Durchführung	Ziele und Nutzen von Qualitätsaudits Arten von Qualitätsaudits Interne und externe Auditierung	Vorbereitung und Mitwirkung bei internen und externen Q-audits Nachbereitung von Auditierungen	Bedeutung von Auditierungen für die Aufdeckung von Chancen und Risiken für das Unternehmen

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF2: DIE QUALITÄT VON PROZESSEN, ANLAGEN UND PRODUKTEN PLANEN UND SICHERN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
	Anforderungen und Richtlinien für Auditierungen		
HINWEISE:	1) für dem Schwerpunkt Produktions- und Qualitätsmanagement wird diese Teilqualifikation ausführlich im entsprechenden Lernfeld des 2. Ausbildungsabschnitt behandelt.		

ENTWURF

**4.3.5 Lernfeld 3 (Querschnitt-Lernfeld): Prozesse, Anlagen und Produkte nach naturwissenschaftlichen Aspekten analysieren und bewerten [80h]**

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF3: PROZESSE, ANLAGEN UND PRODUKTE NACH NATURWISSENSCHAFTLICHEN ASPEKTEN ANALYSIEREN UND BEWERTEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... ermitteln relevante Größen zur Dimensionierung von Antriebssystemen und Anlagen.	<p>Kräfte                      Massen und Massenträgheit                      Energieübertragung, Arbeit, Leistung, Wirkungsgrad                      Reibung                      Kinematik und Kinetik</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• geradlinige und kreisförmige Bewegung</li> <li>• Massenträgheitsmoment</li> <li>• Stoßvorgänge</li> <li>• Schwingungen</li> </ul>	<p>Ermittlung von Kräften, Momenten, Energie und Leistung sowie Beschleunigungen in bewegten Systemen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kurbeltrieb im Verbrennungsmotor</li> <li>• Verdichter</li> <li>• Schrittgetriebe</li> </ul> <p>Dimensionierung und Optimierung von Antrieben unter energetischen Aspekten                      Beschreibung und Beurteilungen der Phänomene</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Eigenfrequenz</li> <li>• Resonanz</li> <li>• Dämpfung und Tilgung</li> </ul>	<p>Newton´sche Axiome                      Goldene Regel der Mechanik                      Energie und Impulserhaltung                      Superposition                      relative Bewegung</p>
... berücksichtigen Aspekte der Wärmeübertragung und der Phasenänderung.	<p>Thermodynamische Grundlagen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wärmeausdehnung</li> <li>• Wärmeübertragungsmöglichkeiten</li> <li>• Phasenänderung</li> <li>• Wärmekapazität</li> <li>• 1. Hauptsatz der Thermodynamik</li> <li>• Energieformen</li> </ul>	<p>Lagerung thermisch beanspruchter Bauteile                      Auswahl von Medien für Heiz- und Kühlprozesse                      Wärmeausdehnung bei Kombination verschiedener Werkstoffe                      Thermodynamische Zustandsänderungen</p>	<p>Hauptsätze der Thermodynamik                      Wärme als elektromagnetische Strahlung</p>



Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF3: PROZESSE, ANLAGEN UND PRODUKTE NACH NATURWISSENSCHAFTLICHEN ASPEKTEN ANALYSIEREN UND BEWERTEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... analysieren und bewerten die strömungstechnischen Vorgänge in Systemen. <sup>1)</sup>	Grundlagen der Strömungslehre <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kontinuitätsgleichung</li> <li>• Bernoulli</li> </ul>	Auswahl von Armaturen Messung des statischen und dynamischen Druckes Anwendung der Kontinuitätsgleichung und Bernoulli	Energie- und Impulserhaltung
... analysieren und bewerten bei der Konstruktion von Anlagen die Auswirkung chemischer Prozesse. <sup>2)</sup>	Gesetzmäßigkeiten beim Ablauf chemischer Reaktionen <ul style="list-style-type: none"> <li>• Oxidation/Reduktion</li> <li>• Bindungsarten</li> </ul>	Ablaufbeschreibung chemischer Reaktionen unter Berücksichtigung von Druck, Temperatur, Konzentrationen und Katalysator	Atomaufbau
HINWEISE:	1),2) Wird hauptsächlich für den Schwerpunkt Verfahrens- und Umwelttechnik benötigt. Kann als fakultativ für die restlichen Schwerpunkte betrachtet werden.		

**4.3.6 Lernfeld 4: Bauteile und Baugruppen unter mechanischen Aspekten entwerfen und auslegen [200h]**

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF4: BAUTEILE UND BAUGRUPPEN UNTER MECHANISCHEN ASPEKTEN ENTWERFEN UND AUSLEGEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... bilden Bauteile durch aufgabenbezogene Idealisierungen in mechanische Ersatzmodelle ab.	<p>Kräfte und ihre Darstellung                      Freiheitsgrade der Bewegung                      Funktion und Darstellung der Lagerungsarten                      Seil, Kette, Pendelstab und weitere                      Zentrales und allgemeines Kräftesystem                      Kräftepaar und Moment</p>	<p>Zerlegung von Baugruppen in Bauteile                      Erstellung mechanischer Ersatzmodelle und Freikörperbildern</p>	<p>statische Bestimmtheit</p>
... analysieren praxisrelevante Bauteile und einfache Baugruppen auf Funktion, Belastung, Beanspruchung und Wirkungsweise.	<p>Schwerpunkt                      Standsicherheit                      Konzept des Versatzmoments                      Grundbeanspruchungsarten</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zug/Druckbelastung</li> <li>• Schubbeanspruchung</li> <li>• Flächenpressung/Lochleibung</li> <li>• Biege-, Torsionsbelastung</li> </ul> <p>Lastfälle und Belastungsarten</p>	<p>Analyse der Lastfälle aus Betriebsdaten                      Zerlegung von Kräften                      Parallel-Verschiebung einer Kraft                      Schwerpunkts-Ermittlung                      Anwendung des Versatzmoments                      Berechnung von Kräfte- und Momentengleichgewichten                      Analyse von Balkentragwerken und Fachwerken</p>	<p>Gesetze der Statik                      Prinzip des Kräftegleichgewichtes (Actio = Reactio)                      Prinzip des Momentengleichgewichtes                      Hooke'sches Gesetz                      Innere Kräfte und Momente                      Spannungsarten</p>

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF4: BAUTEILE UND BAUGRUPPEN UNTER MECHANISCHEN ASPEKTEN ENTWERFEN UND AUSLEGEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... führen Berechnungen zur Statik und Festigkeitslehre durch, beurteilen dabei die statische und dynamische Belastbarkeit unter Einbeziehung der Abmessungen und der Werkstoffeigenschaften und dimensionieren die Bauteile.	axiales und polares Flächenträgheits- und Widerstandsmoment Satz von Steiner Vergleichsspannung bei zusammengesetzter Beanspruchung zulässige Spannungen Lastfälle	Analyse der Lastfälle aus Betriebsdaten Analyse von Bauteilen und Baugruppen mit Hilfe der Schnittmethode und der statischen Gleichgewichtsbedingungen Berechnung der Spannungen für kritische Stellen kritischer Querschnitt Ermittlung zulässiger Spannungen aus einschlägigen Normen Auswahl geeigneter Normteile und Halbzeuge	Schnittmethoden und Schnittgrößen Einfluss der Bauteilmassenverteilung auf das dynamische Verhalten Feder- bzw. Schwingungsverhalten von Bauteilen
HINWEISE:			

**4.3.7 Lernfeld 5: Bauteile und Baugruppen mit CAx Methoden modellieren, darstellen und realisieren [120h]**

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF5: BAUTEILE UND BAUGRUPPEN MIT CAx METHODEN MODELLIEREN, DARSTELLEN UND REALISIEREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... erarbeiten konstruktive Lösungen und stellen diese dar.	Zeichnungsaufbau <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ansichten</li> <li>• Bemaßung</li> </ul> Normen und Regelwerke (z. B. Zeichnungsnormen, Toleranzen, Passungen, Oberflächen) Datensicherung, Datenverwaltung manuelle und digitale Ausarbeitungsmöglichkeiten	Analyse von Daten und Datenformaten Ermittlung erforderlicher Daten konstruktive Randbedingungen Entwicklung konstruktiver Strategien und Lösungen Einzelteilanpassung Erstellung von Unterbaugruppen und Zusammenbauten Lösungsoptimierung Handskizzen Erstellung von Zeichnungen, Stücklisten und 3D-Modelle Einordnung und Umsetzung in den Konstruktionsprozess	Werkstoffeigenschaften Technologische Zusammenhänge (Fertigung, Montage etc.) Gültigkeit der Normen Produktentstehungsprozesse
... berücksichtigen beim Modellieren den Produktentstehungsprozess.	Kenntnisse der Fertigungsverfahren Kenntnisse der Fertigungs- und Montageprozesse	fertigungsgerechte Konstruktion Bauteil- und Normteilibibliotheken Parametrisierung von Bauteilen	Kenntnisse des Fertigungsablaufs
... nutzen Analysetools zur Bauteil- und Baugruppenanalyse.	Grundkenntnisse Finite Elemente Methoden und Bewegungssimulationen	Anwendung von Analysetools Darstellung und Interpretation der Simulationsergebnisse	Kinematik Festigkeit (Elastostatik)

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...		LF5: BAUTEILE UND BAUGRUPPEN MIT CAX METHODEN MODELLIEREN, DARSTELLEN UND REALISIEREN		
		Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... binden Arbeitsergebnisse in den CAD-CAM Prozess ein.	Datenformate Schnittstellen	Datenaustausch Umwandelung und Bereitstellung von CAD-Daten	Voraussetzungen für eine CNC-Fertigung <sup>1)</sup> Rapid Prototyping (3D-Druck)	
HINWEISE:	1) nicht anzuwenden in der Verfahrenstechnik.			

**4.3.8 Lernfeld 6: Bauteile und Baugruppen nach technologischen Aspekten analysieren und bearbeiten [80h]**

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF6: BAUTEILE UND BAUGRUPPEN NACH TECHNOLOGISCHEN ASPEKTEN ANALYSIEREN UND BEARBEITEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
<p>... wenden die technologischen Grundlagen und Zusammenhänge bei der Herstellung, Eigenschaftsänderung und Bearbeitung von Werkstoffen an.</p>	<p>Einteilung und Eigenschaften von Werkstoffen                      Aufbau von Eisenwerkstoffen                      Werkstoffe für bes. Einsatzgebiete</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tieftemperatur, Hochtemperatur</li> <li>• Starker mechanischer Verschleiß</li> </ul> <p>Legierungen (Bildung, Zusammensetzung, Anwendung)                      Werkstoffprüfung und Werkstoffkennwerte (statisch, dynamisch)                      Ändern von Werkstoffeigenschaften (Wärmebehandlung, Verfestigen etc.)                      Herstellung und Optimierung von Halbzeugen                      Normung und Kennzeichnung der Werkstoffe und Halbzeuge                      Korrosion und Korrosionsschutz von Werkstoffen                      Umwelt- und ökonomische Aspekte der Werkstoffe (Gewinnung, Wiederverwertung, Entsorgung)                      Recycling und Entsorgung von Werkstoffen                      Verschleißmechanismen</p>	<p>Planung, Durchführungen und Auswertung von Werkstoffprüfungen (Zugversuch etc.)                      Ermittlung von relevanten Werkstoffdaten aus Tabellen und Diagrammen                      Auswahl von Werkstoffen und Verfahren zum Ändern der Eigenschaften                      Beachtung von technologischen-, Umwelt- und ökonomischen Aspekten bei der Werkstoffauswahl, -bearbeitung und -verwendung                      Analyse der Herstellungs- und Bearbeitungsverfahren von Werkstoffen                      Analyse technologischer und tribologischer Eigenschaften                      Analyse von Schadensfällen sowie die Erarbeitung von Präventionsstrategien.</p>	<p>Verhalten von Werkstoffen                      chemische und physikalische und technologische Zusammenhänge                      Wechselwirkung zwischen Werkstoffauswahl und -einsatz                      Wechselwirkung zwischen Werkstoffeigenschaften und Fertigungsverfahren                      Zusammenhänge zwischen Reibung, Schmierung und Verschleißbeständigkeit                      Spannungsreihe chemischer Elemente</p>

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...		LF6: BAUTEILE UND BAUGRUPPEN NACH TECHNOLOGISCHEN ASPEKTEN ANALYSIEREN UND BEARBEITEN		
		Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... analysieren und planen den Einsatz und die Bearbeitung von Werkstoffen.		Werkstoffeigenschaften Fertigungsverfahren und Fertigungsprozesse	Analyse und Planung der Herstellung von Bauteilen Fertigungsverfahren (z. B. Spanen, Umformen, Schweißen) planen Fertigungsprozesse beim Trennen, Umformen oder Fügen Fertigungsplanung innerhalb des CAD/CAM Prozesses	Fertigungsverfahren und Fertigungsfolgen bei der Bauteilherstellung
... nutzen zur Analyse und Bearbeitung Fachliteratur, Datenblätter und technische Beschreibungen.		Normung und Kennzeichnung der Werkstoffe und Halbzeuge technische Unterlagen in schriftlicher und digitaler Form	Selbständige Nutzung einschlägiger technischer Unterlagen (Normen etc.) Ermitteln von relevanten Werkstoffdaten aus Tabellen, Diagrammen und Normen Interpretieren und Anwenden von technischen Unterlagen (schriftlich, digital)	
HINWEISE:				

## 4.3.9 Lernfeld 7: Antriebe, Aktoren und Sensoren in Maschinen und Anlagen integrieren [120h]

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF7: ANTRIEBE, AKTOREN UND SENSOREN IN MASCHINEN UND ANLAGEN INTEGRIEREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... analysieren und bewerten die wechselseitigen Beziehungen und Zusammenhänge zwischen den Komponenten im Sinne des Systemverständnisses.	<p>Aufbau und Funktion von Sensoren elektrische Grundgrößen (Spannung, Strom, Widerstand) Gesetzmäßigkeiten der Elektrotechnik, Pneumatik und Hydraulik genormte Schnittstellensignale Analog-Digital-Wandler Arbeit, Leistung, Wirkungsgrad Systemtechnik Regelungstechnik Messgeräte und deren Funktion</p>	<p>Funktionsbeschreibung von Anlagen und Maschinen Zuordnung von Bauelementen und Komponenten entsprechend den Wirkungsplänen von Steuerketten und Regelkreisen Messung elektrischer Größen rechnerische Überprüfung von Messungen</p>	<p>Wirkungsweise von Steuer und Regelkreise analoge/digitale Signale Energieträger und Energieumwandlung</p>
... analysieren, prüfen und wählen Komponenten aus.	<p>Normen, Maschinenrichtlinien Geräte- und Gütekennzeichnung Sicherheitstechnik, Schutzmaßnahmen Aufbau und Funktion von Aktoren/Sensoren Aufbau und Funktion elektrischer Antriebe Wechselgrößen, Drehstrom technische Dokumentation</p>	<p>Prüfung von Komponenten und Anwendung geeigneter Normen Erstellung von Mess- und Prüfprotokollen Beurteilung von Messergebnissen im Hinblick auf eine betriebssichere Funktion der Komponenten Berechnung von pneumatischen Daten (Druck, Querschnitt etc.) Auswahl von Aktoren/Sensoren Einsatzmöglichkeiten elektrischer Antriebe</p>	<p>Gültigkeit von Normen, Maschinenrichtlinien und Schutzmaßnahmen</p>



Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF7: ANTRIEBE, AKTOREN UND SENSOREN IN MASCHINEN UND ANLAGEN INTEGRIEREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
<p>... prüfen, projektieren und dimensionieren anwendungsbezogene Schaltungen bzw. Steuerungen.</p>	<p>elektrische, pneumatische und hydraulische Schaltungstechnik                      Symbole und Darstellungen der Schaltungstechnik, Simulationsprogramme                      Technische Dokumentation                      Messverfahren                      Einsatzmöglichkeiten von elektrischen, pneumatischen und elektro-pneumatischen Steuerungen                      Einsatzmöglichkeiten bzw. Vor- und Nachteile von analogen und digitalen Schaltungen                      energieeffiziente Druckluftherzeugung und Druckluftverteilung                      Ablaufbeschreibung nach DIN EN 60848</p>	<p>Schaltungsentwurf und Schaltungsaufbau                      Prüfen und Messen physikalischer Größen                      Funktions- und Sicherheitsüberprüfung der Schaltungen                      Inbetriebnahme                      Fehleranalyse und Anpassung von Schaltungen</p>	<p>Gültigkeit von Normen, Maschinenrichtlinien und Schutzmaßnahmen</p>
<p>HINWEISE:</p>			

## 4.3.10 Lernfeld 8: Verfahrens- und umwelttechnische Prozesse leiten [140h-180h]

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF8: VERFAHRENS- UND UMWELTTECHNISCHE PROZESSE LEITEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... nutzen Fließbilder zur Ideenfindung und Konkretisierung bei der Planung verfahrenstechnischer Anlagen.	DIN EN ISO 10628 Grundfließbild Verfahrensfließbild R&I-Fließbild MSR-Stellenblatt	konzeptionelle Entwicklung von Verfahrensvarianten über Grundfließbilder Dimensionierung der Stoff- und Energieströme für einen verfahrenstechnischen Prozess Automatisierungskonzepte für einen verfahrenstechnischen Prozess	Visualisierung von Ideen und Lösungsvorschlägen
... unterscheiden analoge und digitale Signale und planen Strecken zur Übertragung dieser Signale.	<b>Ohm'sches Gesetz</b> Brückenschaltung Signalaufbereitung analoge/digitale Signale AD/DA-Wandlung Messfehler/Genauigkeitsklassen Schutzarten	Auswahl der Messgeräte Konvertierung von Binärsystem in Dezimalsystem und umgekehrt Kompensation von Leitungslängen	wirtschaftliche und bedarfsgerechte Instrumentierung
... wählen die Technologien zur Datenübermittlung nach Sicherheits-, Wirtschafts- und Umweltaspekten im industriellen Umfeld aus.	Druck Strom Spannung Stromkreis „living zero“ Bussysteme Ex-Zonen	Konvertierung von Einheitssignalen Installation von Stromschleifen zur Datenübertragung Inbetriebnahme von Bussystemen	

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF8: VERFAHRENS- UND UMWELTTECHNISCHE PROZESSE LEITEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... wählen Aktoren für Energie- und Stoffströme in verfahrenstechnischen Anlagen.	Stellelemente für Stoffströme Phasen von Fluiden kompressible/inkompressible Medien Sicherheitsstellung bei Ausfall von Hilfsenergie Druck/Kraft/Fläche Materialauswahl (mechanisch/chemisch) Komponenten von Stellgeräten	Dimensionierung und Auswahl von Stellventilen Bewertung und Auswahl von Stellantrieben Berechnung der Stellkraft Hilfsenergieeinsatz und Explosionsschutz	
... wählen (Elementar-) Sensoren für die wichtigsten Prozessgrößen in der entsprechenden Messumgebung aus und messen Prozessgrößen.	Druck Temperatur Durchfluss Füllstand Wärmeableitung Massenstrom physikalische Grundlagen der Messverfahren	Fühlereignung und -anpassung systematische Messfehler	physikalische Gesetze der Thermodynamik und Strömungsmechanik
... kommunizieren mit allen Gewerken der Anlagenautomatisierung.	Grundbegriffe <ul style="list-style-type: none"> <li>• Messen, Steuern, Regeln</li> </ul> Zeitverhalten von Strecken Reglerarten Einstellregeln für Regler Schutzeinrichtungen	Streckenkennwerte Grundeinstellungen von Reglern Ermittlung der Regelbarkeit von Strecken	Abstraktionsfähigkeit von realen Vorgängen in regelungstechnische Algorithmen
HINWEISE:			

### 4.3.11 Lernfeld 9: Verfahrens- und umwelttechnische Anlagen unter ökonomischen und ökologischen Gesichtspunkten planen [280h-360h]

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF9: VERFAHRENS- UND UMWELTTECHNISCHE ANLAGEN UNTER ÖKONOMISCHEN UND ÖKOLOGISCHEN GESICHTSPUNKTEN PLANEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... planen Anlagen zum Fördern von flüssigen Medien.	Förderhöhe Druckverluste Bauarten von Pumpen Reihen und Parallelschaltung von Pumpen Reihen und Parallelschaltung von Rohrleitungen Pumpenkennfelder Anlagenkennlinie/Pumpenkennlinie/Betriebspunkt Saugverhalten/NPSH/Kavitation Volumenstrom	Dimensionierung von Rohrleitungen Auswahl von Pumpen und Förderelementen effizienter Energieeinsatz Wirtschaftlichkeitsbetrachtung	Grundlagen der Strömungslehre
... planen Anlagen zur Produktion von Druckluft oder anderen Gasen.	Gasgesetze Raumänderungsarbeit bei der Verdichtung von Gasen Kreisprozesse Arbeit/Leistung für die Verdichtung Schadraum	Dimensionierung von Verdichtern Optimierung vorhandener Anlagen durch Wärmerückgewinnung Auswahl geeigneter Verdichter effizienter Energieeinsatz	Grundlagen der Strömungslehre und Thermodynamik
... entwerfen und dimensionieren lösbare und nichtlösbare Verbindungen nach den einschlägigen Vorschriften.	Schraubenverbindungen Flanschverbindungen Profilstähle und Stahlstrukturen Schweißnähte einschlägige Normen zur Berechnung Tabellen und Normen	Dimensionierung von Flanschverbindungen Bauteilfestigkeit von Stahlstrukturen Festigkeit von Schweißnähten Gestaltungsbewertung von Verbindungen	Sicherheitsaspekte Wirtschaftlichkeit mechanische Spannungen und Spannungsverteilung Gestaltung von Verbindungen

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF9: VERFAHRENS- UND UMWELTTECHNISCHE ANLAGEN UNTER ÖKONOMISCHEN UND ÖKOLOGISCHEN GESICHTSPUNKTEN PLANEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... dimensionieren und entwerfen Anlagenkomponenten nach den einschlägigen Vorschriften z. B. Behälter, Wärmetauscher oder Kolonnen.	Festigkeit von Apparateelementen (z. B. Mäntel, Böden, Ausschnitte) einschlägige Vorschriften zur Berechnung (z. B. AD-Merkblätter) Normen für Apparateelemente einschlägige Diagramme	Wandstärkeberechnung von Behälterelementen Gestaltungsbewertung von Apparateelementen	Festigkeitsgerechte Gestaltung
HINWEISE:			

### 4.3.12 Lernfeld 10: Verfahrens- und umwelttechnische Prozesse unter ökonomischen, ökologischen und rechtlichen Aspekten auslegen [280h-320h]

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF 10: VERFAHRENS- UND UMWELTTECHNISCHE PROZESSE AUSLEGEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... dimensionieren Anlagen zur Abwasserreinigung unter ökonomischen, ökologischen und rechtlichen Aspekten.	Parameter zur Kennzeichnung der Abwasserverschmutzung Messtechnik mechanische Reinigung biologische Reinigung chemische Reinigung Schlammbehandlung Zeichnerische Darstellung nach DIN EN ISO 10628	Planung von Anlagen zur mechanischen und biologischen Reinigung von Abwässern Ermittlung des Luftbedarfs zum Betrieb der biologischen Reinigungsstufe Ermittlung des Chemikalienbedarfs für die chemische Reinigungsstufe Auswahl von Messgeräten für den jeweiligen Einsatz Festlegung ausgewählter Verfahrensschritte in ein Fließbild nach DIN EN ISO 10628	chemische, physikalische und biologische Aspekte gesetzliche Grundlagen Notwendigkeit des verantwortungsvollen Umgangs mit der Ressource Wasser
... dimensionieren Anlagen zur Reinhaltung der Luft unter ökonomischen, ökologischen und rechtlichen Aspekten.	Immissionen und Emissionen von Luftschadstoffen und deren Auswirkungen auf die Umwelt Staubabscheidung Absorption, Adsorption, Rauchgasreinigung thermische Abluftreinigung SCR/SNCR	Auswahl von Prozessvarianten im Hinblick auf ökologische und ökonomische Anforderungen Chemikalienbedarf zur Abluftbehandlung	chemische und physikalische Aspekte gesetzliche Grundlagen Notwendigkeit der Luftreinhaltung insbesondere Stickoxid -Problematik (NO <sub>x</sub> )
... erarbeiten Konzepte zur Vermeidung, Entsorgung, Recycling von Abfällen unter ökonomischen, ökologischen und rechtlichen Aspekten.	Primärmaßnahmen zur Verringerung des Abfallaufkommens Sekundärmaßnahmen	Konzepterstellung für Abfallvermeidung und Entsorgung Recycling	gesetzliche Grundlagen

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF 10: VERFAHRENS- UND UMWELTTECHNISCHE PROZESSE AUSLEGEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... berücksichtigen die Gesetze für den Betrieb der Anlagen.	Gesetzesgrundlagen <ul style="list-style-type: none"> <li>• BISCHG, BISCHV,</li> <li>• TA-Luft,</li> <li>• WHG, AbwAG</li> </ul>	Analyse der geltenden Gesetze im Hinblick auf Emissionsgrenzwerte und deren Auswirkungen (Dimensionierung) auf die Reinigungsanlage Berechnung der Abwasserabgabe für einen Direkteinleiter	Anwendbarkeit von Gesetzen auf berufliche Handlungen
... analysieren Schüttungen und Stäube.	Charakterisierung von Partikelmerkmalen RRSB-Netz Siebanalyse Trenngrad Statistik Normalverteilung	Durchführung von Siebversuchen Beschreibung des Partikelkollektivs über geeignete Parameter Bewertung von Trennaufgaben	Umweltbelastung durch Aerosole und Feinstaub
... wenden mechanische Verfahren zur Stofftrennung oder Stoffvereinigung an und schätzen den apparativen Aufwand ab.	Rühren Mischen Sedimentation Wirbelschicht Zerkleinern Filtern Sieben	Grobauslegung von Apparaten <ul style="list-style-type: none"> <li>• zum Vereinigen verschiedener Stoffe</li> <li>• zum Trennen verschiedener Phasen</li> <li>• zum Trennen nach Korngröße</li> <li>• zum Trennen nach Aggregatzustand</li> </ul> Bestimmung der Prozessparameter in Wirbelschichten	<b>Vereinigung von „unit-operations“ in Apparate</b>

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF 10: VERFAHRENS- UND UMWELTTECHNISCHE PROZESSE AUSLEGEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... wenden thermische Verfahren zur Stofftrennung oder Stoffvereinigung an und schätzen den apparativen Aufwand ab.	Dampfdruck / Siedepunkt Wassergehalt von Luft Dalton'sches Gesetz <b>Raoult'sches Gesetz</b> Henry-Gesetz Mischphasen Destillation/Rektifikation Mc Cabe-Thiel-Diagramm Kondensation	Bestimmung der Anzahl theoretischer Böden bei thermischen Trennprozessen Dimensionierung von Trennkolonnen Planung von Stoff- und Energieströmen	Wirtschaftliche Vorteile durch umweltverträgliche Prozessführung
... wenden Verfahren zur Wärmeübertragung oder Phasenumwandlung an und schätzen den apparativen Aufwand ab.	Wärmekapazität Wärmeleitung Wärmeübergang (ebene Wand, Rohr) Charakterisierung von Fluidströmen Bauarten von Wärmetauschern Vergleichszahlen Heizen Kühlen	Berechnung von Wärmeüberträgern verschiedener Bauart und bei verschiedenen Prozessbedingungen Berechnung der Energieeinsparung durch Wärmedämmung Entwicklung von Energieeinsparschaltungen	Anergie und Exergie
... wenden Verfahren zur Trocknung von Stoffen an und verschalten die Apparate energetisch optimiert.	feuchte Luft h/x Mollier-Diagramm Messtechnik Prozessführung Zustandsgrößen von feuchter Luft Enthalpie von Luft Trocknerbauarten	Dimensionierung von Trocknungsprozessen Bilanzierung der Stoffübertragung von Wassermassen Auswahl geeigneter Prozessführung Komfortbereiche für raumlufttechnische Anlagen	Wärmetönung bei Kondensations- und Verdampfungsvorgängen Umweltaspekte und wirtschaftliche Betrachtungen als Optimierungsvorlage



Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF 10: VERFAHRENS- UND UMWELTTECHNISCHE PROZESSE AUSLEGEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
HINWEISE:	Die Studierenden <b>planen Anlagen oder Anlagenteile</b> und wenden dazu die gängigen Planungswerkzeuge an. Sie verknüpfen die „unit-operations“ zu verfahrenstechnischen Systemen. Sie vergleichen Prozessvarianten im Hinblick auf ökologische, ökonomische und rechtliche Anforderungen. Sie wählen unterschiedliche Möglichkeiten der Prozessführung aus.		

ENTWURF

## 5 Handhabung des Lehrplans

Die in Kapitel 3 theoretisch begründete strukturell-curriculare Rahmung impliziert einen anspruchsvollen kompetenzorientierten Unterricht. Um die darin gesetzten Vorgaben unterrichtswirksam zu machen, gilt es folgende Prämissen zu berücksichtigen:

- Moderner Fachschulunterricht ist *lernerorientiert*, d. h., dass alle zu planenden Unterrichtsprozesse sich primär an Lernprozessen ausrichten sollen, nicht an Lehrprozessen. Lernprozesse sollen einer kasuistisch-operativen Umsetzungslogik (handlungssystematisch) folgen, die von einer theoretisch-abstrakten Objektivierungslogik (fachsystematisch) ergänzt wird.
- Die Zielbildung in den Querschnitt-Lernfeldern erfolgt als Explikation der Lehrplan-Inhalte durch die *Beschreibung von Wissens- und Fertigungszielen*. Ihr Umfang und Anspruch bemisst sich aus deren jeweiliger Bedeutung für die korrespondierenden fachlich-methodischen Kompetenzen.
- Im Rahmen der beruflichen Lernfelder ist die Explikation von *beruflichen Handlungen* der curriculare Ausgangspunkt der Unterrichtsplanung. Damit wird von Anfang an geklärt, welches Wissen in welchen Handlungszusammenhängen von den Studierenden erworben werden soll. Die im Lehrplan vollzogene Beschreibung der Kompetenzen auf einem mittleren Niveau gilt es dabei in der konkreten Unterrichtskonzeption adäquat zu den jeweils vorliegenden Rahmenbedingungen und im jeweils aktuellen technisch-produktiven, gestalterischen oder betriebswirtschaftlichen Kontext zu konkretisieren.
- Die genaue Zusammenstellung eines unterrichtsrelevanten Gebildes aus Kompetenzen erfolgt über einen einschlägigen *Berufskontext*, welcher dann auch als übergreifende Lernsituation den Gesamtrahmen der jeweiligen Unterrichtseinheit bildet.
- Kompetenzerwerb setzt *Verständnisprozesse* voraus, welche durch eine *Problemorientierung* des Unterrichts ausgelöst werden. Je anspruchsvoller die Problemstellungen, desto höher das zu erreichende Kompetenz-Niveau.
- Kompetenzen im Sinne eines verstandenen Handelns erfordern einschlägiges Sach- und Prozesswissen mit entsprechendem Reflexionswissen mit unmittelbarem Bezug zu dessen *berufsspezifischer Nutzung*, daher soll sich der Kompetenzerwerb in *sinnvollen* Abschnitten zwischen kasuistisch-operativen Phasen (handlungssystematisch) und theoretisch-abstrakten Phasen (fachsystematisch) *wechselseitig ergänzen*.
- *Fachsystematische Lernprozesse* gehen von den Fachwissenschaften aus, beinhalten deren Systematiken und bilden damit ein anwendungsübergreifendes Gerüst für das berufliche Handeln. Sie sind zudem der Raum für die Auseinandersetzung mit den mathematisch-naturwissenschaftlichen bzw. gestalterischen Hintergründen. Lern-Reflexionen beziehen sich hier auf die Kategorien „Wissen“ (kognitive Reproduktion) und „Verstehen“ (kognitive Anwendung).
- *Handlungssystematische Lernprozesse* gehen von beruflichen Prozessen aus, beinhalten deren Eigenlogik und bilden damit anwendungsbezogene Ankerpunkte für das berufliche Handeln. Lernreflexionen beziehen sich hier auf die Kategorie „Können“ (operative Anwendung).
- *Lernerfolgsmessung* kann sich im Einzelnen auf „Wissen“, „Verständnis“ oder „Können“ beziehen, der Anspruch einer Kompetenzdiagnostik kann aber nur dann erfüllt werden, wenn alle drei oben genannten Komponenten *integrativ erhoben* werden, und mit den Zielkategorien *taxiert* werden.
- Der Erwerb sozial-kommunikativer Kompetenzen erfordert *kollektive Lernformen*, wird aber nicht allein durch diese gewährleistet. Entscheidend ist hier ein bewusster und re-

flektierter Kompetenzerwerb, daher sind sozial-kommunikative Kompetenz-Ziele den Studierenden zu kommunizieren, deren Erwerb zu thematisieren und zu reflektieren.

- Der Erwerb von Personalkompetenzen (bzw. Selbstkompetenzen) erfordert die Akzentuierung motivationaler, affektiver und strategisch-organisationaler Auseinandersetzungen der Studierenden mit sich und ihrem Lernen. Fachschulunterricht sollte daher das *Lernen als eigenständigen Lerngegenstand* begreifen und dies pädagogisch und methodisch angemessen umsetzen.

ENTWURF

## 6 Literaturverzeichnis

- Bader, R. (2004): Strategien zur Umsetzung des Lernfeld-Konzepts. In: bwp@ spezial 1
- BIFIE (Hrsg.). (2013). Standardisierte kompetenzorientierte Reifeprüfung. Reife- und Diplomprüfung. Grundlagen – Entwicklung – Implementierung. Unter Mitarbeit von H. Cesnik, S. Dahm, C. Dorninger, E. Dousset-Ortner, K. Eberharter, R. Fless-Klinger, M. Frebort, G. Friedl-Lucyshyn, D. Frötscher, R. Gleeson, A. Pinter, F. J., Punter, S. Reif-Breitwieser, E. Sattlberger, F. Schaffenrath, G. Sigott, H.-S. Siller, P. Simon, C. Spöttl, J. Steinfeld, E. Süß-Stepancik, I. Thelen-Schaefer & B. Zisser. Wien: Herausgeber.
- Chomsky, N. (1965). Aspects of the theory of syntax. Cambridge, Mass: M.I.T. Press.
- Erpenbeck, J. / Rosenstiel, L. / Grote S. / Sauter W. (2017): Handbuch Kompetenzmessung: Erkennen, verstehen und bewerten von Kompetenzen in der betrieblichen, pädagogischen und psychologischen Praxis. Stuttgart, Schäfer & Pöschel
- Euler, D. / Reemtsma-Theis, M. (1999): Sozialkompetenzen? Über die Klärung einer didaktischen Zielkategorie. In: Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik, Heft 2, S. 168 - 198.
- Klafki, W. (1964): Didaktische Analyse als Kern der Unterrichtsvorbereitung in: Roth, H. / Blumenthal, A. (Hrsg.): Grundlegende Aufsätze aus der Zeitschrift Die Deutsche Schule, Hannover 1964, S. 5 - 34.
- Lerch, S. (2013): Selbstkompetenz – eine neue Kategorie zur eigens gesollten Optimierung? Theoretische Analyse und empirische Befunde. In: REPORT 1/2013 (36. Jg.) S. 25 - 34.
- Mandl, H. / Friedrich H.F. (Hrsg.) (2005): Handbuch Lernstrategien. Göttingen, Hogrefe.
- Pittich, D. (2013). Diagnostik fachlich-methodischer Kompetenzen. Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag
- Siller, H.-S., Bruder, R., Hascher, T., Linnemann, T., Steinfeld, J., & Sattlberger, E. (2014). Stufung mathematischer Kompetenzen am Ende der Sekundarstufe II – eine Konkretisierung. In J. Roth & J. Ames (Hrsg.), Beiträge zum Mathematikunterricht 2014, Münster: WTM, S. 1135 - 1138.
- Tenberg, R. (2011): Vermittlung fachlicher und überfachlicher Kompetenzen in technischen Berufen. Theorie und Praxis der Technikdidaktik. Stuttgart: Steiner
- Volpert, W. (1980): Beiträge zur psychologischen Handlungstheorie. Bern: Huber.



# Lehrplan

## Zweijährige Fachschule für Technik

### FACHRICHTUNG MECHATRONIK

### SCHWERPUNKT FERTIGUNGSAUTOMATISIERUNG UND ROBOTIK

BILDUNGSLAND  
Hessen 

Version C

Februar 2019

ENTWURF

Impressum

Hessisches Kultusministerium  
Luisenplatz 10, 65185 Wiesbaden  
Tel.: 0611 368-0  
Fax: 0611 368-2096

E-Mail: [poststelle@hkm.hessen.de](mailto:poststelle@hkm.hessen.de)  
Internet: [www.kultusministerium.hessen.de](http://www.kultusministerium.hessen.de)

## Inhaltsverzeichnis

1	Bedeutung der Fachschule für Technik in der Bildungslandschaft.....	4
2	Grundlegung für die Fachrichtung Mechatronik .....	5
3	Theoretische Grundlagen des Lehrplans .....	8
3.1	Sozial-kommunikative Kompetenzen .....	8
3.2	Personale Kompetenzen .....	8
3.3	Fachlich-methodische Kompetenzen .....	9
3.4	Zielkategorien.....	10
3.4.1	Beruflich akzentuierte Zielkategorien.....	11
3.4.2	Mathematisch akzentuierte Zielkategorien .....	13
3.5	Taxierung der Kompetenzen in drei Stufen .....	13
3.5.1	Taxonomietabelle für beruflich akzentuierte Zielkategorien.....	15
3.5.2	Taxonomietabelle für mathematisch akzentuierte Zielkategorien .....	16
3.6	Zusammenfassung.....	17
4	Organisation der Kompetenzen und Kenntnisse .....	18
4.1	Lernfelder .....	18
4.2	Studentafel .....	20
4.3	Beruflicher Lernbereich .....	21
4.3.1	Mathematik (Querschnitt-Lernfeld) .....	21
4.3.2	Projektarbeit .....	24
4.3.3	Lernfeld 1: Projekte mittels systematischen Projektmanagements zum Erfolg führen .....	25
4.3.4	Lernfeld 2: Mechanische Baugruppen und Funktionseinheiten analysieren, planen und prüfen.....	27
4.3.5	Lernfeld 3: Elektrische, elektronische und elektromechanische Systeme analysieren, planen und in Betrieb nehmen .....	28
4.3.6	Lernfeld 4: (Querschnitt-Lernfeld) Anwendungen programmieren, Daten auswerten und dokumentieren .....	30
4.3.7	Lernfeld 5: Informationstechnische Systeme und Netzwerke einrichten, anpassen und nutzen .....	32
4.3.8	Lernfeld 6: Steuerungen und Regelungen für fertigungstechnische Prozesse planen, bereitstellen, in Betrieb nehmen und optimieren .....	33
4.3.9	Lernfeld 7: Automatisierte Messdatenerfassungssysteme entwickeln sowie Bussysteme auswählen und prozessbezogen in Betrieb nehmen.....	35
4.3.10	Lernfeld 8: Speicherprogrammierbare Steuerungen für komplexe mechatronische Systeme programmieren und optimieren .....	37
4.3.11	Lernfeld 9: Fertigungstechnische Prozesse unter Berücksichtigung von Qualitätsmanagement und Arbeitssicherheit erarbeiten sowie weiterentwickeln .....	39
4.3.12	Lernfeld 10: Industrieroboter prozessbezogen auswählen, simulieren und programmieren .....	43

5	Handhabung des Lehrplans .....	44
6	Literaturverzeichnis .....	46

## 1 Bedeutung der Fachschule für Technik in der Bildungslandschaft

Die Fachschulen sind Einrichtungen der beruflichen Weiterbildung und schließen an eine einschlägige berufliche Ausbildung an. Sie bieten die Möglichkeit zu beruflicher Weiterqualifizierung aus der Praxis für die Praxis und ermöglichen dabei das Erreichen der höchsten Qualifizierungsebene in der beruflichen Bildung.<sup>1</sup>

In der Rahmenvereinbarung der Kultusministerkonferenz zu Fachschulen wird zu Ausbildungsziel, Tätigkeitsbereichen und Qualifikationsprofil das Folgende festgestellt:

„Ziel der Ausbildung im Fachbereich Technik ist es, Fachkräfte mit einschlägiger Berufsausbildung und Berufserfahrung für die Lösung technisch-naturwissenschaftlicher Problemstellungen, für Führungsaufgaben im betrieblichen Management auf der mittleren Führungsebene sowie für die unternehmerische Selbstständigkeit zu qualifizieren.

Die Ausbildung orientiert sich an den Erfordernissen der beruflichen Praxis und befähigt die Absolventinnen/Absolventen, den technologischen Wandel zu bewältigen und die sich daraus ergebenden Entwicklungen der Wirtschaft mitzugestalten.

Der Umsetzung neuer Technologien – verbunden mit der Fähigkeit kostenbewusst zu handeln und Fremdsprachenkenntnisse anzuwenden – wird deshalb auf der Basis des fachrichtungsspezifischen Vertiefungswissens in der Ausbildung besonderer Wert beigemessen. Der Fähigkeit, Mitarbeiter/Mitarbeiterinnen anzuleiten, zu führen, zu motivieren und zu beurteilen – sowie der Fähigkeit zur Teamarbeit – kommen im Zusammenhang mit den speziellen fachlichen Kompetenzen große Bedeutung zu.

Die Absolventinnen/Absolventen müssen vor diesem Hintergrund in der Lage sein, im Team und selbstständig Probleme des entsprechenden Aufgabenbereiches zu erkennen, zu analysieren, zu strukturieren, zu beurteilen und Wege zur Lösung dieser Probleme in wechselnden Situationen zu finden.“<sup>2</sup>

Die Studierenden sollen in der beruflichen Aufstiegsfortbildung zum staatlich geprüften Techniker / zur staatlich geprüften Technikerin befähigt werden, betriebswirtschaftliche, technisch-naturwissenschaftliche sowie künstlerische Aufgaben zu bewältigen.

Die Fachschulen orientieren sich dabei nicht an Studiengängen, sondern am Stand der Technik sowie ihrer praktischen Anwendung und genießen dadurch einen hohen Stellenwert in der Erwachsenenbildung.

Die Studierenden erlernen und vertiefen in der Weiterbildung das selbständige Erkennen, Strukturieren, Analysieren und Beurteilen von Problemen des Berufsbereiches und deren Lösung. Sie lernen, Projekte mittels systematischen Projektmanagements zum Erfolg zu führen

<sup>1</sup>DQR Niveau 6

<sup>2</sup>Rahmenvereinbarung über Fachschulen; Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 07.11.2002 i.d.F. vom 02.06.2016 S.16



Dabei liegt ein besonderes Augenmerk auf der Förderung des wirtschaftlichen Denkens und verantwortlichen Handelns in Führungspositionen und der damit verbundenen Fähigkeit zu konstruktiver Kritik und der Bewältigung von Konflikten.

Nicht zuletzt vertiefen die Studierenden ihre Fähigkeiten, sprachlich sicher zu agieren, um in allen Kontexten des beruflichen Handelns bestehen zu können.

Die rasante Entwicklung digitaler Technologien und die damit einhergehenden, tiefgreifenden Veränderungen in der Wirtschaft, in Arbeitsprozessen und im Kommunikationsverhalten stellen auch neue Anforderungen an Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen. So ist auch der Tätigkeitsbereich der Techniker und Technikerinnen in vielen Bereichen durch zusätzliche Merkmale betroffen:

- Vernetzung der Infrastruktur sowie der gesamten Wertschöpfungskette,
- Erfassung, Transport, Speicherung und Auswertung großer Datenmengen,
- Echtzeitfähigkeit der Systeme,
- cyber-physische Systeme – intelligente, kommunikationsfähige und autonome Maschinen und Systeme,
- Verschmelzung von virtueller und realer Welt,
- Gewährleistung von Datensicherheit und Datenschutz.

Somit muss die klassische Trennung in prozess- und produktorientierte berufsspezifische Handlungsfelder zugunsten eines die Schnittstellen vernetzenden, stärker systemorientierten und unternehmerischen Handlungskontextes aufgelöst werden.<sup>3</sup>

Der Erwerb der dazu benötigten Kompetenzen muss, auch wenn sie in den Lernfeldmatrizen nicht explizit aufgeführt sein sollten, durch die unterrichtliche Umsetzung in den Fachschulen für Technik ermöglicht werden.

## 2 Grundlegung für die Fachrichtung Mechatronik

Viele moderne technische Systeme können nicht mehr nur aus dem Blickwinkel einer einzelnen Disziplin betrachtet werden, sondern sie erfordern eine interdisziplinäre Herangehensweise. Der Verein Deutscher Ingenieure definiert die Mechatronik als das „synergetische Zusammenwirken der Fachdisziplinen Maschinenbau, Elektrotechnik und Informationstechnik beim Entwurf und der Herstellung industrieller Erzeugnisse sowie bei der Prozessgestaltung“<sup>4</sup>.

In der Fachrichtung Mechatronik stehen technische Systeme und Verfahren im Mittelpunkt, die einer oder mehreren klassischen Disziplinen der Technik zuzuordnen und unter verschiedenen, auch die Technikwissenschaften übergreifenden Fragestellungen zu untersuchen sind.

Die staatlich geprüfte Technikerin oder der staatlich geprüfte Techniker der Fachrichtung Mechatronik wird mit vielfältigen technischen, organisatorischen und wirtschaftlichen Auf-

---

<sup>3</sup> Kompetenzorientiertes Qualifikationsprofil zur Integration der Thematik „Industrie 4.0“ in die Ausbildung an Fachschulen für Technik (Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 24.11.2017)

<sup>4</sup> VDI-Richtlinie 2206: Entwicklungsmethodik für mechatronische Systeme (Juni 2004), S. 9

gaben betraut. Die Einsatzgebiete umfassen wesentliche Teile von Produktions- und Verfahrensprozessen: Entwicklung, Produktion, Planung, Projektierung, Inbetriebnahme, Instandhaltung und Vertrieb von Baugruppen, Anlagen und Systemen.

Im Rahmen der betrieblichen Tätigkeitsbereiche führt die staatlich geprüfte Technikerin / der staatlich geprüfte Techniker der Fachrichtung Mechatronik folgende typische Tätigkeiten unter Beachtung vorgegebener Regeln, Normen und Vorschriften aus:

- Methoden der Ideenfindung und Bewertung anwenden
- Lösungsstrategien entwickeln, Lösungsverfahren auswählen
- Planungs- und Arbeitsschritte dokumentieren
- Arbeitsanweisungen und Betriebsanleitungen erstellen
- ingenieurwissenschaftliche Erkenntnisse und Methoden anwenden
- Lösungen technisch und wirtschaftlich beurteilen
- Technik human-, sozial- und umweltverträglich gestalten
- Baugruppen, Anlagen und Systeme entwerfen, entwickeln, planen, realisieren, in Betrieb nehmen und instand halten
- Kostenrechnungen durchführen
- Qualitäts- und Umweltmanagement anwenden
- beraten und verkaufen
- ausbilden und fortbilden

Die Breite der Verantwortung reicht von der Erledigung definiert vorgegebener Aufträge, der Mitwirkung bei der Abwicklung bis zur selbstständigen Planung und Durchführung von Projekten.

Die unterschiedlichen Einsatzbereiche der staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker der Fachrichtung Mechatronik erfordern eine Differenzierung der Weiterbildung in die Schwerpunkte:

- **Fertigungsautomatisierung und Robotik**
- **Maschinen- und Anlagetechnik**
- **Systemtechnik**
- **Technische Betriebswirtschaft**

Schwerpunktbezogene Zielsetzung der Weiterbildung ist insbesondere die Befähigung zur Bewältigung folgender Aufgaben und Tätigkeiten:

#### **Fertigungsautomatisierung und Robotik**

- Sensoren und Aktoren für den fertigungstechnischen Prozess auswählen und in die Automatisierungssysteme integrieren
- Automatisierte Messsysteme zur Überwachung von Betriebs- und Maschinendaten konzipieren und realisieren
- Auswahl, Programmierung, Inbetriebnahme und Instandhaltung vernetzter Automatisierungssysteme und Roboter
- Produktionsabläufe und Arbeitsprozesse computerintegriert planen, steuern und optimieren
- Produktionsqualität managen und für Arbeitssicherheit verantwortlich sorgen

#### **Maschinen- und Anlagetechnik**

- Planung, Projektierung, Entwicklung und Konstruktion von mechatronischen Anlagen und Systemen
- Automatisierung von technischen Prozessen unter besonderer Berücksichtigung der Sicherheitstechnik
- Organisation, Überwachung und Ausführung von Projekten im Bereich Montage, Inbetriebnahme und Instandhaltung unter Beachtung von Sicherheit, Wirtschaftlichkeit und Umweltverträglichkeit

**Systemtechnik**

- optische und lasertechnische Baugruppen analysieren
- automatisierte Messdatenerfassungssysteme und Smarte Systeme analysieren, entwickeln und in Betrieb nehmen
- komplexe automatisierte mechatronische Systeme methodisch projektieren, bereitstellen, in Betrieb nehmen und instand halten
- automatisierte mechatronische Produktionsabläufe wirtschaftlich gestalten

**Technische Betriebswirtschaft**

- Planung, Steuerung und Qualitätssicherung von Absatz-, Beschaffungs-, und Leistungserstellungsprozessen
- Mitwirkung bei der Personalplanung und -entwicklung
- Mitarbeit bei der Investitionsplanung und Finanzierung
- Planung und Umsetzung von Unternehmensstrategien
- Wahrnehmung von Aufgaben des betrieblichen Rechnungswesens und Controllings
- Projektierung, Planung, Entwicklung, Produktion, Montage und Inbetriebnahme von Systemen und Anlagen der Mechatronik.

### 3 Theoretische Grundlagen des Lehrplans

Der vorliegende Lehrplan für Fachschulen in Hessen orientiert sich am aktuellen Anspruch beruflicher Bildung, Menschen auf Basis eines umfassenden Verständnisses handlungsfähig zu machen, also ihnen nicht alleine Wissen oder Qualifikationen, sondern Kompetenzen zu vermitteln. Eine im deutschsprachigen Raum anerkannte Grunddefinition von Kompetenz basiert auf dem US-amerikanischen Sprachwissenschaftler NOAM CHOMSKY, der diese als *Disposition zu einem eigenständigen, variablen Handeln* beschreibt (CHOMSKY, 1965). Das Kompetenzmodell von JOHN ERPENBECK und LUTZ VON ROSENSTIEL präzisiert dieses Basiskonzept, indem es sozial-kommunikative, personale und fachlich-methodische Kompetenzen unterscheidet (ERPENBECK, ROSENSTIEL, GROTE, SAUTER, 2017, S. XXI ff).

#### 3.1 Sozial-kommunikative Kompetenzen

Sozial-kommunikative Kompetenzen sind Dispositionen, kommunikativ und kooperativ selbstorganisiert zu handeln, d. h. sich mit anderen kreativ auseinander- und zusammensetzen, sich gruppen- und beziehungsorientiert zu verhalten, und neue Pläne, Aufgaben und Ziele zu entwickeln.

Diese werden im Kontext beruflichen Handelns nach EULER & REEMTSMA-THEIS (1999) konkretisiert und differenziert in einen (a) agentiven Schwerpunkt, einen (b) reflexiven Schwerpunkt und (c) deren Integration:

Zu (a): Fähigkeit zur Artikulation und Interpretation von verbalen und nonverbalen Äußerungen auf der Sach-, Beziehungs-, Selbstkundgabe- und Absichtsebene und Fähigkeit zur Artikulation und Interpretation von verbalen und nonverbalen Äußerungen im Rahmen einer Meta-Kommunikation auf der Sach-, Beziehungs-, Selbstkundgabe- und Absichtsebene.

Zu (b): Fähigkeit zur Klärung der Bedeutung und Ausprägung der situativen Bedingungen, insbesondere von zeitlichen und räumlichen Rahmenbedingungen der Kommunikation, 'Nachwirkungen' aus vorangegangenen Ereignissen, der sozialen Erwartungen an die Gesprächspartner, der Wirkungen aus der Gruppenzusammensetzung (jeweils im Hinblick auf die eigene Person sowie die Kommunikationspartner), Fähigkeit zur Klärung der Bedeutung und Ausprägung der personalen Bedingungen, insbesondere der emotionalen Befindlichkeit (Gefühle) der normativen Ausrichtung (Werte), der Handlungsprioritäten (Ziele), der fachlichen Grundlagen (Wissen), des Selbstkonzepts ('Bild' von der Person), (jeweils im Hinblick auf die eigene Person sowie die Kommunikationspartner), Fähigkeit zur Klärung der Übereinstimmung zwischen den äußeren Erwartungen an ein situationsgerechtes Handeln und den inneren Ansprüchen an ein authentisches Handeln.

Zu (c): Fähigkeit und Sensibilität, Kommunikationsstörungen zu identifizieren, und die Bereitschaft, sich mit ihnen (auch reflexiv) auseinanderzusetzen. Fähigkeit, reflexiv gewonnene Einsichten und Vorhaben in die Kommunikationsgestaltung einbringen und (ggf. unter Zuhilfenahme von Strategien der Handlungskontrolle) umsetzen zu können.

#### 3.2 Personale Kompetenzen

Personale Kompetenzen sind Dispositionen, sich selbst einzuschätzen, produktive Einstellungen, Werthaltungen, Motive und Selbstbilder zu entwickeln, eigene Begabungen, Moti-

vationen, Leistungsvorsätze zu entfalten und sich im Rahmen der Arbeit und außerhalb kreativ zu entwickeln und zu lernen.

LERCH (2013) bezeichnet personale Kompetenzen in Orientierung an aktuellen bildungswissenschaftlichen Konzepten auch als Selbstkompetenzen und unterscheidet dabei motivational-affektive Komponenten wie Selbstmotivation, Lern- und Leistungsbereitschaft, Sorgfalt, Flexibilität, Entscheidungsfähigkeit, Eigeninitiative, Verantwortungsfähigkeit, Zielstrebigkeit, Selbstvertrauen, Selbstständigkeit, Hilfsbereitschaft, Selbstkontrolle und Anstrengungsbereitschaft und strategisch-organisatorische Komponenten wie Selbstmanagement, Selbstorganisation, Zeitmanagement sowie Reflexionsfähigkeit. Hier sind auch sogenannte Lernkompetenzen (MANDL & FRIEDRICH, 2005) als jene personalen Kompetenzen einzuordnen, welche auf die eigenständige Organisation und Regulation des Lernens ausgerichtet sind.

### 3.3 Fachlich-methodische Kompetenzen

Fachlich-methodische Kompetenzen sind Dispositionen einer Person, bei der Lösung von sachlich-gegenständlichen Problemen geistig und physisch selbstorganisiert zu handeln, d. h. mit fachlichen und instrumentellen Kenntnissen, Fertigkeiten und Fähigkeiten kreativ Probleme zu lösen, Wissen sinnorientiert einzuordnen und zu bewerten; das schließt Dispositionen ein, Tätigkeiten, Aufgaben und Lösungen methodisch selbstorganisiert zu gestalten, sowie die Methoden selbst kreativ weiterzuentwickeln.

Fachlich-methodische Kompetenzen sind – im Sinne von ERPENBECK, ROSENSTIEL, GROTE, UND SAUTER (2017, S.XXI ff) – durch die Korrespondenz konkreter Handlungen und spezifischem Wissen beschreibbar. Wenn bekannt ist, was ein Mensch als Folge eines Lernprozesses können soll und auf welcher Wissensbasis dieses Können abgestützt sein soll, um ein eigenständiges und variables Handeln zu ermöglichen, kann sehr gezielt ein Unterricht geplant und gestaltet werden, der solche Kompetenzen integrativ vermittelt und eine Diagnostik entwickelt, mit welcher diese überprüft werden können. Im vorliegenden Lehrplan werden somit fachlich-methodische Kompetenzen als geschlossene Sinneinheiten aus Können und Wissen konkretisiert. Das Können wird dabei in Form einer beruflichen Handlung beschrieben, das Wissen in drei eigenständigen Kategorien auf mittlerem Konkretisierungsniveau spezifiziert: (a) Sachwissen, (b) Prozesswissen und (c) Reflexionswissen (PITTICH, 2013).

Zu (a): Sachwissen umfasst ein *anwendungs- und umsetzungsunabhängiges Wissen* über Dinge, Gegenstände, Geräte, Abläufe, Systeme etc. Es ist Teil fachlicher Systematiken und daher sachlogisch-hierarchisch strukturiert, wird durch assoziierendes Wahrnehmen, Verstehen und Merken erworben und ist damit die *gegenständliche Voraussetzung für ein eigenständiges, selbstreguliertes Handeln*. Beispiele: Aufbau eines Temperatursensors, Bauteile eines Kompaktreglers, Funktion eines Kompaktreglers, Aufbau einer Speicherprogrammierbaren Steuerung, Programmiersprache einer Speicherprogrammierbaren Steuerung, Struktur des Risikomanagement-Prozesses, EFQM-Modell.

Zu (b): Prozesswissen umfasst ein *anwendungs- und umsetzungsabhängiges Wissen* über berufliche Handlungssequenzen. Prozesse können auf drei verschiedenen Ebenen stattfinden, daher hat Prozesswissen entweder eine Produktdimension (Handhabung von Werkzeug, Material etc.), eine Aufgabendimension (Aufgaben-Typus, -Abfolgen etc.) oder eine Organisationsdimension (Geschäftsprozesse, Kreisläufe etc.). Prozesswissen ist immer Teil handlungsbezogener Systematiken und daher prozesslogisch-multizyklisch struk-

turiert, wird durch zielgerichtetes und feedback-gesteuertes Tun erworben und ist damit *funktionale Voraussetzung für ein eigenständiges, selbstreguliertes Handeln*. Beispiele: Kalibrierung eines Temperatursensors, Bedienung eines Kompaktreglers, Umgang mit der Programmierumgebung einer speicherprogrammierbaren Steuerung, Umsetzung des Risikomanagements, Handhabung einer EFQM-Zertifizierung.

Zu (c): Reflexionswissen umfasst ein *anwendungs- und umsetzungsunabhängiges Wissen*, welches hinter dem zugeordneten Sach- und Prozesswissen steht. Als konzeptuelles Wissen bildet es die theoretische Basis für das vorgeordnete Sach- und Prozesswissen und steht damit diesen gegenüber auf einer Meta-Ebene. Mit dem Reflexionswissen steht und fällt der Anspruch einer Kompetenz (und deren Erwerb). Seine Bestimmung erfolgt im Hinblick auf a) das unmittelbare Verständnis des Sach- und Prozesswissens (Erklärungsfunktion), b) die breitere wissenschaftliche Abstützung des Sach- und Prozesswissens (Fundierungsfunktion), c) die Relativierung des Sach- und Prozesswissens im Hinblick auf dessen berufliche Flexibilisierung und Dynamisierung (Transferfunktion). Umfang und Tiefe des Reflexionswissens werden ausschließlich so bestimmt, dass diesen drei Funktionen Rechnung getragen wird.

In der Trias dieser drei Wissenskategorien besteht ein bedeutsamer Zusammenhang: Das Sachwissen muss am Prozesswissen anschließen und umgekehrt, das Reflexionswissen muss sich auf die Hintergründe des Sach- und Prozesswissens eingrenzen. D. h., dass die hier anzuführenden Wissensbestandteile nur dann kompetenzrelevant sind, wenn sie innerhalb des hier eingrenzenden Handlungsrahmens liegen. Eine Teilkompetenz ist somit das Aggregat aus einer beruflichen Handlung und dem damit korrespondierenden Wissen:

Teilkompetenz			
Berufliche Handlung	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen

Innerhalb der einzelnen Lernfelder sind die einbezogenen Teilkompetenzen nicht zufällig angeordnet, gegenteilig folgen sie einem generativen Ansatz. D. h., dass die jeweils nachfolgende Teilkompetenz den Erwerb der vorausgehenden voraussetzt. Somit gelten innerhalb eines Lernfeldes alle Wissensaspekte, die in den vorausgehenden Teilkompetenzen konkretisiert wurden. Damit wird der Tatsache Rechnung getragen, dass Kompetenzen in einer sachlogischen Abfolge aufgebaut werden, dabei aber vermieden, dass innerhalb der Wissenszuordnungen der Teilkompetenzen nach unten zunehmend Redundanzen dargestellt werden.

### 3.4 Zielkategorien

Alle im Lehrplan aufgeführten Ziele lassen sich den folgenden Kategorien zuordnen:

1. Beruflich akzentuierte Zielkategorien: Kommunizieren & Kooperieren, Darstellen & Visualisieren, Informieren & Strukturieren, Planen & Projektieren, Entwerfen & Entwickeln, Realisieren & Betreiben und Evaluieren & Optimieren.
2. Mathematisch akzentuierte Zielkategorien: Operieren, Modellieren und Argumentieren.

Diese Kategorisierung soll in beruflicher Ausrichtung den Lehrplan mit dem Konzept der vollständigen Handlung (VOLPERT, 1980) hinterlegen, in mathematischer Ausrichtung mit dem O-M-A-Konzept (SILLER ET AL. 2014). Damit wird zum einen eine theoretisch abgestützte Differenzierung der vielfältigen Ziele beruflicher Lehrpläne erreicht, zum anderen die strukturelle Basis für eine nachvollziehbare und handhabbare Taxierung hergestellt.

### 3.4.1 Beruflich akzentuierte Zielkategorien

#### **Kommunizieren und Kooperieren**

Zum Kommunizieren gehören die schriftliche und mündliche Darlegung technischer, gestalterischer und betriebswirtschaftlicher Sachverhalte sowie die Führung einer Diskussion oder eines Diskurses über Problemstellungen unter Nutzung der erforderlichen Fachsprache. Das Spektrum der Zielkategorie reicht von einfachen Erläuterungen über fachlich fundierte Argumentation bis hin zur fachlichen Bewertung und Begründung technischer bzw. gestalterischer Zusammenhänge und Entscheidungen. Dabei sind die Sachverhalte und Problemstellungen inhaltlich klar, logisch strukturiert und anschaulich aufzubereiten. Der sachgemäße Gebrauch von Kommunikationsmedien und Kommunikationsplattformen sowie die Kenntnis der Kommunikationswege ermöglichen effektive Teamarbeit. Nicht zuletzt sind in diesem Zusammenhang der angemessene Umgang mit interkulturellen Aspekten sowie fremdsprachliche Kenntnisse erforderlich.

Kooperation ist eine wesentliche Voraussetzung zur Lösung komplexer Problemstellungen. Notwendig für erfolgreiche Kooperation ist Klarheit über die Gesamtzielsetzung, über die Teilziele, über die Schnittstellen und Randbedingungen sowie über die Arbeitsteilung und die Stärken und Schwächen aller Kooperationspartner. Um erfolgreich zu kooperieren, ist es erforderlich, die eigene Person und Leistung als Teil eines Ganzen zu sehen und einem gemeinsamen Ziel unterzuordnen. Auftretende Konflikte müssen respektvoll und sachbezogen gelöst werden.

#### **Darstellen und Visualisieren**

Diese Zielkategorie umfasst das Darstellen und Illustrieren technischer, gestalterischer und betriebswirtschaftlicher Sachverhalte, insbesondere das 'Übersetzen' abstrakter Daten und dynamischer Prozesse in fachgerechte Tabellen, Zeichnungen, Skizzen, Diagramme und weitere grafische Formen sowie beschreibende und erläuternde Texte. Dazu gehört es, geeignete Medien zur Visualisierung zu wählen, Sachverhalte, Problemstellungen und Lösungsvarianten in Dokumenten und Präsentationen darzustellen und zu erläutern. Ferner sind bei der Erstellung von Dokumenten die geltenden Normen und Konventionen zu beachten.

#### **Informieren und Strukturieren**

Das Internet bietet Information in großer Fülle zu vielen technischen, gestalterischen und betriebswirtschaftlichen Sachverhalten. Weitere Informationsquellen sind die wissenschaftliche Literatur und Dokumente aus den Betrieben und der Industrie sowie Experten und Kollegen. Sich umfassend und objektiv zu informieren stellt unter dieser Vielfalt eine grundsätzliche und wichtige Kompetenz dar. Die Studierenden sollen die Fähigkeit erwerben, zu Sachverhalten und Problemstellungen wichtige Informationsquellen zu benennen, sowie die Glaubwürdigkeit und Seriosität dieser Quellen anhand belastbarer Kriterien zu bewerten. Das Spektrum dieser Zielkategorie beinhaltet ferner die korrekte und sachgerechte Verwendung von Zitaten und die Beachtung von Persönlichkeitsrechten. Mit dem Informationserwerb geht die Strukturierung der Informationen durch zielgerechtes Auswählen, Zusammenfassen und Aufbereiten einher.

#### **Planen und Projektieren**

Diese Zielkategorie beinhaltet die wesentlichen Fertigkeiten und Kenntnisse, um komplexere und umfangreichere Aufgaben- oder Problemstellungen inhaltlich wie auch zeitlich zu

strukturieren, mit Qualitätssicherungsmaßnahmen zu belegen und die Kosten und Ressourcen zu kalkulieren und zu bewerten. Im Detail gehören dazu die Fähigkeiten, überprüfbare Kriterien und Planungsziele zu definieren und deren Umsetzung zu planen und zu kontrollieren. Die zeitliche und inhaltliche Gliederung der Aufgaben ist zu Zwecken der Kontrolle und Steuerung, der Kooperation und Visualisierung durch eine begründete Wahl von Projektmethoden und Werkzeugen sicherzustellen.

### **Entwerfen und Entwickeln**

Das Entwerfen ist die zielgerichtete geistige und kreative Vorbereitung eines später zu realisierenden Produktes. Dieses Produkt kann beispielsweise ein Modell, eine Kollektion, eine Vorrichtung, eine Schaltung, eine Baugruppe, ein Steuerungsprogramm oder auch ein Regelkreis sein. Das Ergebnis dieses Prozesses – der Entwurf – wird in Form von Texten, Zeichnungen, Grafiken, (Näh-) Proben, Schnittmustern, Schaltplänen, Modellen oder Berechnungen dokumentiert.

Entwickeln ist die zielgerichtete Konkretisierung eines Entwurfs oder Verbesserung eines bestehenden Produktes oder technischen Systems. Dabei bilden die Studierenden in Schritten stufenweise Detaillösungen zu den Problemstellungen ab. Die Kenntnis über Kreativitätstechniken, Analyse- und Berechnungsmethoden sowie deren fachspezifischen Anwendungen spielen in diesem Entwicklungsprozess eine zentrale Rolle.

### **Realisieren und Betreiben**

Neben dem eigentlichen Umsetzen des Entwurfs (z. B. Prototyp, Nullserie, Testanlage) geht es hier um die Inbetriebnahme, das Einbinden des Produktes in die Produktumgebung, das Messen und Prüfen der realisierten Komponenten und Modelle, die konkrete Fertigung, auch in Form einer Serie, die Integration einer Software in ein System, die Integration von Software und Hardware oder das Testen einer implementierten Software oder eines Verfahrens möglichst unter Realbedingungen. Dabei können auch geeignete Simulationsverfahren zum Einsatz kommen. Gewonnene Erkenntnisse können auf neue Problemstellungen transferiert werden. Damit ein technisches System dauerhaft funktioniert, sind ggf. Instandhaltungsmaßnahmen rechtzeitig, bedarfsgerecht und geplant unter Berücksichtigung der Wirtschaftlichkeit des gesamten Systems durchzuführen.

### **Evaluieren und Optimieren**

Im Interesse der Qualitätssicherung ist ein stetiges Reflektieren, Evaluieren und Optimieren erforderlich. Sowohl bei überschaubaren Arbeitspaketen als auch bei ganzen Projekten ist hinsichtlich der eingesetzten Methoden, Ressourcen, Kosten und erbrachten Ergebnisse zu klären: Was hat sich bewährt, was sollte bei der nächsten Gelegenheit wie verbessert werden (Lessons Learned)?

Die Kenntnis und Anwendung spezieller Methoden der Reflektion und Evaluation mit der dazugehörigen Datenerfassung und Auswertung sind in dieser Zielkategorie essenziell.

Jeder Prozess oder jede Anlage bedarf eines kontinuierlichen Verbesserungsprozesses (KVP). Dafür sind spezielle Kompetenzen notwendig, die die Datenerfassung, die Datenauswertung zur Identifikation von Verbesserungspotential und die Entscheidung für Maßnahmen unter Berücksichtigung von Effektivität und Effizienz ermöglichen.

Zur Bewältigung zukünftiger Herausforderungen im Privaten wie Beruflichen ist es wichtig, sich selbstbestimmt und selbstverantwortlich neuen Lerninhalten und Lernzielen zu stellen. Die Studierenden sollen deshalb unterschiedliche Lerntechniken kennen und anwen-



den sowie über das Reflektieren des eigenen Lernverhaltens in die Lage versetzt werden, ihren Lernprozess aus der Perspektive des lebenslangen Lernens bewusst und selbstständig zu gestalten und zu fördern.

### 3.4.2 Mathematisch akzentuierte Zielkategorien

Den mathematisch akzentuierten Zielkategorien werden die Handlungsdimensionen „Operieren“, „Modellieren“ und „Argumentieren“ (kurz: O-M-A) zu Grunde gelegt, welche sich nach SILLER ET. AL (2014) zum einen an grundlegenden mathematischen Tätigkeiten und zum anderen an den fundamentalen Ideen der Mathematik orientieren.

Die Dimension *Operieren* bezieht sich auf „die Planung sowie die korrekte, sinnvolle und effiziente Durchführung von Rechen- oder Konstruktionsabläufen und schließt z. B. geometrisches Konstruieren oder (...) das Arbeiten mit bzw. in Tabellen und Grafiken mit ein“ (BIFIE, 2013, S. 21).

Die Dimension *Modellieren* ist darauf ausgerichtet „in einem gegebenen Sachverhalt die relevanten mathematischen Beziehungen zu erkennen (...), allenfalls Annahmen zu treffen, Vereinfachungen bzw. Idealisierungen vorzunehmen und Ähnliches“ (BIFIE, 2013, S. 21).

Die Dimension *Argumentieren* fokussiert „eine korrekte und adäquate Verwendung mathematischer Eigenschaften, Beziehungen und Regeln sowie der mathematischen Fachsprache“ (BIFIE, 2013, S. 22).

### 3.5 Taxierung der Kompetenzen in drei Stufen

Die Qualität einer fachlich-methodischen Kompetenz kann nicht anhand einzelner Wissenskomponenten bemessen werden. Entscheidend ist hier vielmehr der Freiheitsgrad des Handlungsraums, in dem sie eingebettet ist. Nicht diejenigen, die hier in einzelnen Facetten das breiteste Wissen nachweisen können, sind die Kompetentesten, sondern diejenigen, deren Handlungsfähigkeit im einschlägigen Kontext am weitesten reicht. Hier lassen sich theoriebasiert drei Handlungsqualitäten unterscheiden:

Qualität 1 (linear-serielle Struktur):

Start und Ziel eindeutig, Umsetzung durch „reflektiertes Abarbeiten“ (Abfolgen).

Qualität 2 (zyklisch-verzweigte Struktur):

Start und Ziel eindeutig, Umsetzung durch das koordinierte Abarbeiten mehrerer Abfolgen und damit zusammenhängenden Auswahlentscheidungen (Algorithmen).

Qualität 3 (mehrschichtige Struktur):

Ziel und Start müssen definiert werden, Umsetzung durch Antizipieren tragfähiger Algorithmen bzw. deren Erprobung und reflektierter Kombination (Heuristiken).

Es ist erkennbar, dass die jeweils höhere Qualität die der vorausgehenden integriert. Handeln auf Ebene des Algorithmus bedingt die Beherrschung der darin zu vollziehenden Abfolgen, Handeln auf Heuristik-Ebene bedingt die Beherrschung der darin zu vollziehenden Algorithmen. Für die Qualität 1 ist daher Reflexionswissen funktional nicht erforderlich, trotzdem ist es für Lernende bedeutsam, da ein Verständnislernen immer interessanter und motivierender ist als ein rein funktionalistisches Lernen. Für Qualität 2 ist moderates Reflexionswissen erforderlich, da hier schon Entscheidungen eigenständig getroffen werden müssen. Mit dem Anspruchsniveau der erforderlichen Entscheidungen steigt der Bedarf an Reflexionswissen. Qualität 3 kann nur umgesetzt werden, wenn über das Reflexi-

onswissen der Stufe 2 hinaus weiteres Reflexionswissen verfügbar ist, welche neben, hinter oder über diesem steht. Um komplexe Probleme zu lösen, sind kognitive Freiheitsgrade erforderlich, die nur mit einem entsprechend tiefen Verständnis der jeweiligen Zusammenhänge erreicht werden können.

Diese Handlungsqualitäten können für den Lehrplan als Kompetenzstufen genutzt werden, denn sie repräsentieren Kompetenz-Unterschiede, welche nicht auf einem Kontinuum darstellbar sind, sondern sich in diskreten Qualitäten ausdrücken. Um die in den Lernfeldern aufgelisteten Kompetenz-Beschreibungen nicht zu überladen, wird im vorliegenden Lehrplan nicht jede einzelne Kompetenz in den drei Niveaustufen konkretisiert. Vielmehr erfolgt dies entlang der beruflichen und mathematischen Zielkategorien.

ENTWURF

## 3.5.1 Taxonomietabelle für beruflich akzentuierte Zielkategorien

Zielkategorien	Stufe I (Abfolge)	Stufe II (Algorithmus)	Stufe III (Heuristik)
<b>Kommunizieren &amp; Kooperieren</b>	Mitteilen und Annehmen von Informationen, koagierend zusammenarbeiten	an konstruktiven, adaptiven Gesprächen teilnehmen, kooperierend zusammenarbeiten	komplexe bzw. konfliktäre Gespräche führen, Kooperationen gestalten und steuern, Konflikte lösen
<b>Darstellen &amp; Visualisieren</b>	Präsentieren von klaren Gegenständlichkeiten, Fakten, Strukturen, Details	Präsentieren von eindeutigen Zusammenhängen und Funktionen mittels geeignet ausgewählter Darstellungsformen	Präsentieren und Dokumentieren komplexer Zusammenhänge und offener Sachverhalte mittels geeigneter Werkzeuge und Methoden
<b>Informieren &amp; Strukturieren</b>	Handhaben von Informationsmaterialien, Finden und Ordnen von Informationen	Finden einschlägiger Informationsmaterialien, Verifizieren, Selektieren und Ordnen von Informationen	Umsetzen offener Informationsbedarfe, von der Quellensuche bis zur strukturierten Information
<b>Planen &amp; Projektieren</b>	Problemstellungen inhaltlich strukturieren und zeitlich gliedern	routinenaher Projekte inhaltlich strukturieren und zeitlich gliedern	komplexe Projekte inhaltlich strukturieren und zeitlich gliedern unter Beachtung verfügbarer Ressourcen
<b>Entwerfen &amp; Entwickeln</b>	Umsetzen einfacher Ideen in Skizzen, Plänen oder konkreten Lösungen	Abgleichen konkurrierender Ideen, Umsetzen in Skizzen, Plänen oder konkreten Lösungen	Integration einzelner Ideen zu einer Gesamtlösung, Umsetzen in Skizzen, Plänen oder konkreten Lösungen
<b>Realisieren &amp; Betreiben</b>	Aktivieren und Kontrollieren serieller Prozesse	Aktivieren und Regulieren zyklischer Prozesse	Abstimmen, Aktivieren und Modulieren mehrschichtiger Prozesse
<b>Evaluieren &amp; Optimieren</b>	Bewerten entlang eines standardisierten Rasters, Umsetzen unmittelbarer Konsequenzen	Bewerten entlang eines offenen Rasters, Herleiten und Umsetzen von adäquaten Konsequenzen	Bewerten in Anwendung eigenständiger Kategorien, Herleiten und Umsetzen von adäquaten Konsequenzen

## 3.5.2 Taxonomietabelle für mathematisch akzentuierte Zielkategorien

Zielkategorien	Stufe I (Abfolge)	Stufe II (Algorithmus)	Stufe III (Heuristik)
<b>mathematisches Operieren</b>	Anwenden eines gegebenen bzw. vertrauten Verfahrens im Sinne eines Abarbeitens bzw. Ausführens	Abarbeiten und Ausführen mehrschrittiger Verfahren ggf. durch Rechneinsatz und Nutzung von Kontrollmöglichkeiten	Erkennen, ob ein bestimmtes Verfahren auf eine gegebene Situation passt, das Verfahren anpassen und ggf. weiterentwickeln
<b>mathematisches Modellieren</b>	Durchführen eines Darstellungswechsels zwischen Kontext und mathematischer Repräsentation Verwenden vertrauter und direkt erkennbarer Standardmodelle zur Beschreibung einer vorgegebenen (mathematisierter) Situation	Beschreiben vorgegebener (mathematisierter) Situation durch mathematische Standardmodelle bzw. mathematische Zusammenhänge Erkennen und Setzen von Rahmenbedingungen zum Einsatz von mathematischen Standardmodellen Anwenden von Standardmodellen auf neuartige Situationen Finden einer Passung zwischen geeigneten mathematischen Modellen und realen Situationen	komplexe Modellierung einer vorgegebenen Situation Reflektieren der Lösungsvarianten bzw. der Modellwahl Beurteilen der zugrunde gelegten Lösungsverfahren
<b>mathematisches Argumentieren</b>	einfache fachsprachliche Begründungen ausführen; das Zutreffen eines Zusammenhangs oder Verfahrens bzw. die Passung eines Begriffes auf eine gegebene Situation prüfen	mehrschrittige mathematische Standard-Argumentationen durchführen und beschreiben Nachvollziehen und Erläutern von mathematischen Begriffen, Sätzen, Verfahren, Darstellungen, Argumentationsketten und Kontexten fachlich und fachsprachlich korrekte Erklärung von einfachen mathematischen Sachverhalten, Resultaten und Entscheidungen	mathematische Argumentationen prüfen bzw. vervollständigen eigenständige Argumentationsketten aufbauen

### 3.6 Zusammenfassung

Das hier zugrundeliegende Kompetenzmodell schließt drei Kompetenzklassen nach ER-PENBECK, ROSENSTIEL, GROTE, SAUTER (2017, XXI ff.) ein: Sozial-kommunikative Kompetenzen, personale Kompetenzen (bzw. Selbstkompetenzen) und fachlich-methodische Kompetenzen.

Sozial-kommunikative Kompetenzen werden nach EULER & REEMTSMA-THEIS (1999) in einen agentiven Schwerpunkt, einen reflexiven Schwerpunkt und deren Integration unterteilt. Personale Kompetenzen (bzw. Selbstkompetenzen) werden nach LERCH (2013) in motivational-affektive und strategisch-organisatorische Komponenten unterschieden. Für diese beiden Kompetenzklassen sieht der Lehrplan keine weitere Detaillierung vor, da die Entwicklung überfachlicher Kompetenzen – durch deren enge Verschränkung mit der persönlichen Entwicklung des Individuums – deutlich anderen Gesetzmäßigkeiten unterliegt als die Entwicklung fachlich-methodischer Kompetenzen. Eine Anregung und Unterstützung in der Entwicklung überfachlicher Kompetenzen durch den Fachschulunterricht kann daher auch nicht entlang einer jahresplanmäßigen Umsetzung einzelner, thematisch determinierter Lernstrecken erfolgen, sondern muss vielmehr fortlaufend produktiv und dabei aber auch reflexiv in die Vermittlung fachlich-methodischer Kompetenzen eingebettet werden.

Im Zentrum dieses Lehrplankonzepts stehen die fachlich-methodischen Kompetenzen und deren differenzierte und taxiierte curriculare Dokumentation. Teilkompetenzen sind hierbei Aggregate aus spezifischen beruflichen Handlungen und dem diesen jeweils zugeordneten Wissen. Dabei unterscheidet man zwischen Sach-, Prozess- und Reflexionswissen. Als Basis für einen kompetenzorientierten Unterricht konkretisiert dieser Lehrplan zusammenhängende Komplexe aus Handlungskomponenten und Wissenskomponenten auf einem mittleren Konkretisierungsniveau. Der Fachschulunterricht wird dann erstens durch die Explikation und Konkretisierung der Handlungs- und Wissenskomponenten inhaltlich ausgestaltet und zweitens durch die Umsetzung der Taxonomietabellen (Tabellen in Abschnitt 3.5.1 und 3.5.2) in seinem Anspruch dimensioniert. Damit besteht einerseits eine curriculare Rahmung, die dem Anspruch eines Kompetenzstufenmodells gerecht wird, zum anderen liegen die für Fachschulen erforderlichen Freiheitsgrade vor, um der Heterogenität der Adressatengruppen gerecht werden und dem technologischen Wandel folgen zu können.

## 4 Organisation der Kompetenzen und Kenntnisse

### 4.1 Lernfelder

Wie der vorausgehende Lehrplan ist auch dieser in Lernfelder segmentiert. Als Novität ist hier nun zwischen berufsbezogenen Lernfeldern und Querschnitt-Lernfeldern zu unterscheiden (Abbildung 1).

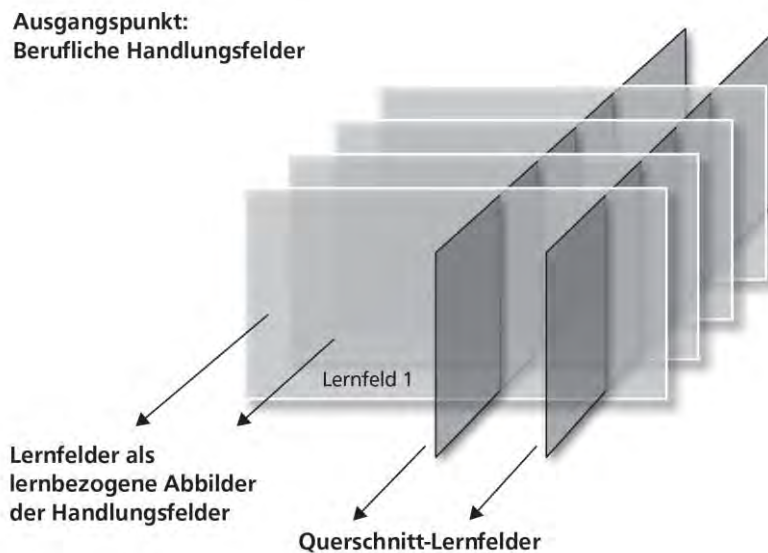


Abbildung 1: Beziehung von berufsbezogenen Lernfeldern als lernbezogene Abbilder beruflicher Handlungsfelder und Querschnitt-Lernfeldern.

**Berufsbezogene Lernfelder** sind curriculare Teilsegmente, welche sich aus einer spezifischen didaktischen Transformation beruflicher Handlungsfelder ergeben (BADER, 2004, S. 1). Wesentlich ist hierbei, dass die für das jeweilige Berufssegment wesentlichen Tätigkeitsbereiche adressiert werden. Relevante berufliche Handlungsfelder haben Gegenwarts- und Zukunftsbedeutung, ihre didaktische Reduktion in das Format eines Lernfeldes folgt dem Prinzip der Exemplarität (KLAFKI, 1964). Somit steht jedes einzelne Lernfeld des Lehrplans für einen gegenwarts- und zukunftsrelevanten Ausschnitt des dazugehörigen Berufssegments, als Gesamtheit repräsentieren sie dieses als exemplarisches Gesamtgefüge.

**Querschnitt-Lernfelder** integrieren übergreifende Aspekte der berufsbezogenen Lernfelder und adressieren entsprechend primär Grundlagenthemen, welche innerhalb der berufsbezogenen Lernfelder bedeutsam sind, jedoch diesbezüglich vorbereitend oder ergänzend vermittelt werden müssen. Insbesondere handelt es sich hier um mathematische, naturwissenschaftliche, informatische, volks- und betriebswirtschaftliche, gestalterische und ästhetische Kenntnisse bzw. Fertigkeiten, welche sich im Hinblick auf die Berufskompetenzen als Basis- oder Bezugskategorien darstellen. Zu den Querschnitt-Lernfeldern gehört die fachrichtungsbezogene Mathematik.

Innerhalb jeden Lernfeldes werden dessen Nummer, Bezeichnung sowie Zeit-Horizont dargestellt und insbesondere die darin adressierten Lernziele. Die Abfolge der Lernfelder im Lehrplan ist nicht beliebig, impliziert jedoch keine Reihenfolge der Vermittlung. In den *berufsbezogenen* Lernfeldern werden die Lernziele durch (weitgehend fachlich-methodische) Kompetenzen beschrieben (TENBERG, 2011, S. 61 ff). Dies erfolgt in Aggre-

gaten aus beruflichen Handlungen und zugeordnetem Wissen. Diese Lehrplaninhalte sind angesichts der Streuung und Unschärfe beruflicher Tätigkeitsspektren in den jeweiligen Segmenten sowie der Dynamik des technisch-produktiven Wandels auf einem mittleren Konkretisierungsniveau angelegt. Zur Taxierung dieser Lernziele liegt eine eigenständige Tabelle (siehe Abschnitt 3.5.1) vor, welche geordnet nach Zielkategorien die jeweils erforderlichen Handlungsqualitäten für die Stufen 1 (Minimalanspruch), 2 (Regelanspruch) und 3 (hoher Anspruch) konkretisiert. Zur Taxierung der Lernziele in der Mathematik (beruflicher Lernbereich) liegt eine gesonderte Tabelle (siehe Abschnitt 3.5.2) mit gleichem Aufbau vor. In den übrigen *Querschnitt*-Lernfeldern werden die Lernziele entweder durch Kenntnisse oder durch Fertigkeiten beschrieben. Sie werden dabei weder taxiert noch zeitlich näher präzisiert, da dieses nur im Rahmen der schulspezifischen Umsetzung möglich und sinnvoll erscheint. Als Orientierung dient hier jeweils der in den berufsbezogenen Lernfeldern konkret feststellbare Anspruch an übergreifende Aspekte.

## 4.2 Stundentafel

Für jedes Lernfeld und die Projektarbeit dürfen die Unterrichtsstunden innerhalb der angegebenen Grenzen variieren, wobei im beruflichen Lernbereich insgesamt 2000 Stunden erteilt werden müssen. Die Lernfelder 5 bis 10 können durch die einzelnen Schulen frei auf die beiden Ausbildungsabschnitte verteilt werden. Für alle Studierenden eines Jahrgangs im Schwerpunkt Fertigungsautomatisierung und Robotik muss der Stundenumfang für die individuelle Projektarbeit gleich sein.

Beruflicher Lernbereich	Unterrichtsstunden	
	1. Ausbildungsabschnitt	2. Ausbildungsabschnitt
Mathematik	200	
Projektarbeit		200 - 240
<b>Lernfelder</b>		
LF 1	Projekte mittels systematischem Projektmanagement zum Erfolg führen	80 - 120
LF 2	Mechanische Baugruppen und Funktionseinheiten analysieren, planen und prüfen	160 - 240
LF 3	Elektrische, elektromechanische und elektronische Baugruppen analysieren, planen und in Betrieb nehmen	160 - 240
LF 4	Anwendungen programmieren, Daten auswerten und dokumentieren	80 - 120
LF 5	Informationstechnische Systeme und Netzwerke einrichten, anpassen und nutzen	120 - 160
LF 6	Steuerungen und Regelungen für fertigungstechnische Prozesse planen, bereitstellen, in Betrieb nehmen und optimieren	160 - 240
LF 7	Automatisierte Messdatenerfassungssysteme entwickeln sowie Bussysteme auswählen und prozessbezogen in Betrieb nehmen	120 - 200
LF 8	Speicherprogrammierbare Steuerungen für komplexe mechatronische Systeme programmieren und optimieren	120 - 200
LF 9	Fertigungstechnische Prozesse unter Berücksichtigung von Qualitätsmanagement und Arbeitssicherheit erarbeiten sowie weiterentwickeln	80 - 160
LF 10	Industrieroboter prozessbezogen auswählen, simulieren und programmieren	160 - 240



4.3 Beruflicher Lernbereich

4.3.1 Mathematik (Querschnitt-Lernfeld) [200h]

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	MATHEMATIK		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... handhaben algebraische Verfahren, beispielsweise zur Auslegung elektrischer Netze und ebener Trag- und Fachwerke.	Zahlenmengen <ul style="list-style-type: none"> <li>• natürliche Zahlen</li> <li>• ganze Zahlen</li> <li>• rationale Zahlen</li> <li>• irrationale Zahlen</li> <li>• reelle Zahlen</li> </ul> algebraische Gleichungen <ul style="list-style-type: none"> <li>• linear</li> <li>• quadratisch</li> <li>• exponentiell</li> <li>• gemischt</li> </ul> lineare Gleichungssysteme Potenz- und Logarithmusregeln	Anwendung von Standardlösungsverfahren <ul style="list-style-type: none"> <li>• Äquivalenzumformung</li> <li>• pq-Formel</li> <li>• Gleichsetzungsverfahren</li> <li>• Einsetzverfahren</li> <li>• Additionsverfahren</li> <li>• Gaußalgorithmus</li> </ul> Methoden der Abschätzung Ergebniskontrolle Umgang mit einem wissenschaftlichen Taschenrechner (WTR)	Axiome des mathematischen Körpers Operatoren Rechengesetze <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kommutativgesetz</li> <li>• Assoziativgesetz</li> <li>• Distributivgesetz</li> </ul>
... nutzen geometrische und trigonometrische Verfahren zur Lösung geometrischer Problemstellungen u. a. im Rahmen konstruktiver, steuerungs- und fertigungstechnischer Aufgabenstellungen.	Satz des Pythagoras trigonometrische Seitenverhältnisse Einheitskreis Sinus- und Kosinussatz Flächen und Volumina von geometrischen Formen und Körpern	Berechnung von Längen, Abständen und Winkeln Berechnung realer Flächen und Körper	Ähnlichkeits- und Kongruenzsätze für Dreiecke Strahlensatz euklidische Axiome

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	MATHEMATIK		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... <b>handhaben</b> mathematische Funktionen zur Modellierung und Lösung u. a. im Rahmen technischer und wirtschaftlicher Problemstellungen, auch mittels Software, wie Kennlinien von Bauelementen, Ladekurve eines Kondensators, Schnittgrößen und Biegelinien von Trägern.	<p>Darstellungsformen und Funktionsvorschriften</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ganzrationale Funktionen, insbesondere lineare und quadratische</li> <li>• trigonometrische Funktionen</li> <li>• Exponentialfunktionen</li> </ul> <p>Charakteristika</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Steigung</li> <li>• Nullstellen, Abszissenabstand</li> <li>• Schnittpunkt</li> <li>• Scheitelpunkt</li> <li>• Periodizität</li> </ul> <p>Wertebereich, Definitionsbereich</p>	<p>Berechnung der Charakteristika Wechsel der Darstellungsformen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Normal-, Scheitelpunktform, Linearfaktor-darstellung</li> <li>• implizite, explizite Funktionsvorschrift</li> <li>• Graph und Wertetabelle</li> </ul> <p>Funktionsermittlung Differenzenquotient Funktionsdarstellung mittels Software Konstruktion trigonometrischer Funktionen mit Hilfe des Einheitskreises</p>	<p>trigonometrische Grundlagen Relationen und Abbildungen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• kartesisches Produkt</li> <li>• Surjektivität, Injektivität, Bijektivität</li> </ul> <p>Funktionsbegriff</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• mathematisches Modell vs. Realbezug</li> </ul>
... <b>verwenden</b> Verfahren der analytischen Geometrie und linearen Algebra, beispielsweise zur Darstellung von Kräften als Vektoren.	<p>Vektoren</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vektorkomponenten</li> <li>• Schreibweisen</li> </ul> <p>Vektoroperationen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Skalierung</li> <li>• Vektoraddition</li> <li>• Skalarprodukt</li> </ul> <p>orthogonale, parallele und linear unabhängige Vektoren</p>	<p>Addition und Subtraktion von Vektoren Beschreibung geometrischer Körper im Raum mittels Vektoren Winkelberechnung mit Skalarprodukt</p>	<p>Vektor als Parallelverschiebung bzw. Translation im Raum trigonometrische Grundlagen</p>
... <b>setzen statistische Methoden</b> , beispielsweise im Rahmen der Qualitätssicherung, ein.	<p>Statistische Kenngrößen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• arithmetisches Mittel</li> <li>• Median</li> <li>• Varianz</li> </ul>	<p>Datenerfassung und -darstellung Berechnung statistischer Kenngrößen (auch mit Hilfe von Software) Berechnung von Fehlern indirekt gemessener</p>	<p>deskriptive Statistik empirische Verfahren</p>

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	MATHEMATIK		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Standardabweichung</li> <li>Fehlerfortpflanzung</li> </ul>	Größen	
HINWEISE:	Wo immer möglich, sollten Anwendungsbeispiele aus dem Kontext der anderen Lernfelder der Fachrichtung / des Schwerpunktes gewählt werden.		

## 4.3.2 Projektarbeit [200h–240h]

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	Vorbemerkung	Organisatorische Hinweise
<p>... analysieren und strukturieren eine Problemstellung und lösen sie praxisgerecht.</p> <p>... bewerten und präsentieren das Handlungsprodukt und den Arbeitsprozess.</p> <p>... berücksichtigen Aspekte wie z. B. Wirtschaftlichkeit, Energie- und Rohstoffeinsatz, Fragen der Arbeitsergonomie und Arbeitssicherheit, Haftung und Gewährleistung, Qualitätssicherung, Auswirkungen auf Mensch und Umwelt sowie Entsorgung und Recycling.</p> <p>... legen besonderen Wert auf die Förderung von Kommunikation und Kooperation.</p>	<p>Für die Projektarbeit werden fachrichtungsbezogene und lernfeldübergreifende Aufgaben bearbeitet, die sich aus den betrieblichen Einsatzbereichen von Technikerinnen und Technikern ergeben. Die Aufgabenstellung ist so offen zu formulieren, dass sie die Aktivität der Studierenden in der Gruppe herausfordert und unterschiedliche Lösungsvarianten zulässt. Durch den lernfeldübergreifenden Ansatz können Beziehungen und Zusammenhänge der einzelnen Fächer und Lernfelder hergestellt werden. Die Projektarbeit findet interdisziplinär statt. In allen Fächern und Lernfeldern soll über eine entsprechende Problem- und Aufgabenorientierung die methodische Vorbereitung für die Durchführung der Projekte geleistet werden.</p>	<p>Mit den Studierenden werden die Zielvorstellungen, die inhaltlichen Anforderungen sowie die Durchführungsmodalitäten besprochen. Die Studierenden sollen in der Regel Projekte aus der betrieblichen Praxis in Kooperation mit Betrieben bearbeiten. Die Vorschläge für Projektaufgaben sind durch einen Anforderungskatalog möglichst genau zu beschreiben.</p> <p>Alle eingebrachten Projektvorschläge werden durch die zuständige Konferenz geprüft, z. B. auf Realisierbarkeit, Finanzierbarkeit, ausgewählt und beschlossen. Jede Projektarbeit wird von einem Lehrerinnen/Lehrerteam betreut. <b>Die im LF1 „Projekte mittels systematischem Projektmanagements zum Erfolg führen“ erworbenen Kenntnisse und Fertigkeiten müssen angewendet werden.</b></p> <p>Es empfiehlt sich während der Projektphase Projekttag einzuführen, an denen nach Rücksprache die am Projekt beteiligten Lehrerinnen und Lehrer beratend zur Verfügung stehen. Während dieser Zeit können die Studierenden die Projektarbeit beim Auftraggeber im Betrieb und in den Räumlichkeiten der Schule durchführen. Da es sich um eine Schulveranstaltung handelt, besteht für die Studierenden während dieser Tätigkeit ein Versicherungsschutz gegen Unfall- und Haftpflichtschäden.</p>
HINWEISE:		

**4.3.3 Lernfeld 1: Projekte mittels systematischen Projektmanagements zum Erfolg führen [80h-120h]**

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF1: PROJEKTE MITTELS SYSTEMATISCHEN PROJEKTMANAGEMENTS ZUM ERFOLG FÜHREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... kommunizieren effizient und organisieren sich selbst im Projektgeschehen.	Präsentationstechniken Kommunikationssituationen Führung Motivation Konflikte und Krisen Zeitmanagement Arbeitsteilung Klassische und agile Vorgangsmodelle im Projektmanagement	Vorbereitung und Durchführung einer Präsentation Vorbereitung und Durchführen eines Projektmeetings Analyse eines Konfliktes Durchführung und Dokumentation eines Problemlösungsverfahrens Planung und Einteilung der eigenen Arbeitszeit	Kommunikationsmodelle Effektivität als Prinzip Prinzip der systematischen Kommunikation Bedeutung von Selbst- und Fremdwahrnehmung für Konfliktmanagement und Führung Hybrides Projektmanagement
... initialisieren und definieren ein Vorhaben als Projekt.	Inhalt und Bedeutung der Projektphasen Projekttypen Projekt- und Projektmanagementdefinition Kreativitätstechniken Projektziele <ul style="list-style-type: none"> <li>• Qualität</li> <li>• Kosten und Termine</li> <li>• Leistungsziele etc.</li> </ul>	Moderation kreativer Prozesse Zielfindung, –formulierung und Abgrenzung Strukturierung der Projektziele	Prinzip der Zielorientierung
... planen eine Projektdurchführung.	Meilensteine Projektaufwand und -budget sachliche und soziale Projektumfeldfaktoren Risiko, Chance, Maßnahmen zur Risikoverminderung Unternehmens- und Projektorganisationsformen, Rollen im Projekt Lasten- und Pflichtenheft, Projektauftrag,	Phasenplanung Beurteilung des Projektes auf Machbarkeit Projektumfeldanalyse Risikoanalyse Aufstellung einer Projektorganisation Erstellung des Projektauftrages Erstellung des Projektstrukturplans	Prinzip der Ergebnisorientierung Prinzip der personalisierten Verantwortungen

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF1: PROJEKTE MITTELS SYSTEMATISCHEN PROJEKTMANAGEMENTS ZUM ERFOLG FÜHREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
	Projekthandbuch Projektstrukturplan, Arbeitspakete Ablauf- und Terminplan Einsatzmittelplan, Kapazitätsplan, Kostenplan	Durchführung Ablauf- und Terminplanung Erstellung einer Einsatzmittel- und Kostenplanung	
... realisieren das Projekt.	Kosten- und Termentrendanalyse Berichtswesen Projektsteuerung	Stakeholder Management Risikomanagement Überwachung und Steuerung der Projektrealisierung Erstellung, Pflege, und Kommunikation der Projektdokumentation	PM-Regelkreis Prinzip des rechtzeitigen Handelns
... schließen ein Projekt ab.	Übergabeprotokoll Endabnahme	Abschluss der Projektdokumentation Projektübergabe und Abschlusspräsentation Projektreflexion Lessons Learned	
HINWEISE:	Die Kompetenzen in diesem Lernfeld orientieren sich an der ICB (International Competence Baseline, siehe auch <a href="https://www.gpm-ipma.de/know_how/pm_normen_und_standards/standard_icb_4.html">https://www.gpm-ipma.de/know_how/pm_normen_und_standards/standard_icb_4.html</a> ).		

**4.3.4 Lernfeld 2: Mechanische Baugruppen und Funktionseinheiten analysieren, planen und prüfen [160h-240h]**

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF2: MECHANISCHE BAUGRUPPEN UND FUNKTIONSEINHEITEN ANALYSIEREN, PLANEN UND PRÜFEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... analysieren und bestimmen Kräfte und Momente an technischen Systemen.	allgemeines und zentrales Kräftesystem Kräfte und Momente an rotierenden Bauteilen Lager- und Gelenkanordnung	Freimachen von Bauteilen Auflagerberechnung Berechnung von Kraft- und Momentverläufen	Newton'sche Axiome
... analysieren und bestimmen Spannungen an Maschinenelementen und Bauteilen.	Beanspruchungsarten Lastfälle Spannungen und Verformungen an Bauteilen Reibungskräfte zulässige Spannungen für statische und dynamische Belastungen Widerstandsmomente für Standardformen	Berechnung auftretender Spannungen und Verformungen Dimensionierung von Maschinenelementen und Bauteilen Abstraktion/Idealisierung der Wirklichkeit	Reibung Widerstandsmomente • Flächenträgheitsmoment • Torsionsmoment
... wählen begründet geeignete Werkstoffe für Bauteile und Baugruppen aus.	technologische Einteilung von Werkstoffen Eigenschaften und Kenngrößen von Werkstoffen Kennzeichnung von Werkstoffen	Auswahl von Werkstoffen nach physikalischen, technologischen, ökonomischen und ökologischen Kriterien	physikalischer Aufbau von Werkstoffen
... erstellen Handskizzen und konstruieren Bauteile und Baugruppen normgerecht mit Hilfe von CAD-Systemen.	einschlägige Normen und Regelwerke für die Darstellung und Bemaßung von Bauteilen Toleranzen und Passungen Stücklisten für Baugruppen CAD-Systeme	Konstruktion von Einzelteilen und Baugruppen fachgerechte Auswahl anhand von Regelwerken und Katalogen Darstellung von Baugruppen mit Stücklisten Anwendung eines CAD-Systems	Kraft-/Spannungsverläufe in Bauteilen
HINWEISE:			

### 4.3.5 Lernfeld 3: Elektrische, elektronische und elektromechanische Systeme analysieren, planen und in Betrieb nehmen [160h–240h]

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF3: ELEKTRISCHE, ELEKTRONISCHE UND ELEKTROMECHANISCHE SYSTEME ANALYSIEREN, PLANEN UND IN BETRIEB NEHMEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... beachten die für den Umgang mit elektrischer Energie einschlägigen Vorschriften zum Schutz von Menschen und technischen Anlagen.	Schutzmaßnahmen, Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (DGUV) DIN VDE 0100 – 510/600 VDE 1000 Sicherheitsvorschriften Hilfsmaßnahmen bei Unfällen	Durchführung von Schutzmaßnahmen Überprüfung von Schutzmaßnahmen	physiologische Auswirkungen des elektrischen Stroms auf den menschlichen Körper
... analysieren die Funktionsweise elektrischer, elektronischer und elektromechanischer Bauelemente, Baugruppen, Geräte und Systeme anhand der Schaltpläne und entwickeln Schaltungen.	elektrische und mechanische Grundgesetze und Grundgrößen elektrische und elektronische Bauelemente Schaltzeichen und deren Zusammenhänge elektrotechnische Elementarschaltungen für Gleich- sowie ein- und mehrphasige Wechselgrößen symmetrische/unsymmetrische Belastung, Kompensation Schaltpläne Unterschied verschiedener Schaltungsunterlagen	Berechnung von Parametern Arbeit mit Tabellenwerken Umrechnung von Grundgrößen Berechnung von Kenngrößen und Darstellung der Ergebnisse Dimensionierung elektrischer Komponenten	elektrisches und magnetisches Feld Wirkprinzipien der Bauelemente pn-Übergang



Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF3: ELEKTRISCHE, ELEKTRONISCHE UND ELEKTROMECHANISCHE SYSTEME ANALYSIEREN, PLANEN UND IN BETRIEB NEHMEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... überprüfen messtechnisch die Funktion und Betriebswerte elektrischer, elektronischer und elektromechanischer Bauelemente und werten die Ergebnisse aus.	elektrische Messgeräte und Messinstrumente elektrische Messverfahren und Messschaltungen für Gleich- sowie ein- und mehrphasige Wechselgrößen, z. B. Brücken für die Sensortechnik Regeln zum Aufbau von Messschaltungen Arten von Messfehlern Typische Fehlerarten Erscheinungsbilder unterschiedlicher Fehlerarten	Handhabung von Messgeräten Aufbau von Messschaltungen Durchführung von Messungen Systematische Fehlersuche	
...wählen elektrische Maschinen für verschiedene Antriebsaufgaben der Mechatronik aus, begründen ihre Wahl, zeigen Alternativlösungen auf und nehmen die gewählten Antriebe in Betrieb.	elektrische Maschinen Frequenzumrichter Motorschutzschalter Dreiphasennetz Umwandlungsprozesse Energieverlust in Anlagen	Dimensionierung der Maschinen Darstellung der Auswahl-Ergebnisse Berechnung von Parametern Inbetriebnahme der Antriebe	Kraftübertragung Bewegung Moment Reibung Schlupf
HINWEISE:			

#### 4.3.6 Lernfeld 4: (Querschnitt-Lernfeld) Anwendungen programmieren, Daten auswerten und dokumentieren [80h–120h]

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF4: ANWENDUNGEN PROGRAMMIEREN, DATEN AUSWERTEN UND DOKUMENTIEREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... <b>nutzen Textverarbeitungs-</b> , Präsentations- und Tabellenkalkulations-Software zur Auswertung von Daten sowie zur Dokumentation und Präsentation von Ergebnissen.	Textverarbeitungsprogramm Tabellekalkulationsprogramm Präsentationsprogramm	Umgang mit dem Textverarbeitungsprogramm Umgang mit dem Tabellenkalkulationsprogramm Umgang mit dem Präsentationsprogramm	
... <b>nutzen passende Typen und Strukturen</b> zur Speicherung von Daten.	elementare Datentypen zusammengesetzte Datentypen globale – lokale Daten statische – dynamische Daten	Deklaration von Variablen Umgang mit dem Programmeditor	Repräsentation von Daten im Speicher
... <b>berechnen Werte.</b>	Operatoren und Operanden Ausdrücke Zuweisungen Typkonvertierungen	Formulierung algebraischer oder logischer Ausdrücke	Rechenregeln für Grundrechenarten Regeln der Boole'schen Algebra
... <b>analysieren bestehende Algorithmen.</b>	Abfolge Kontrollstrukturen	Erkennung und Beschreibung von Strukturelementen und zusammengesetzten Strukturen	Terminierung von Schleifen
... <b>dokumentieren analysierte oder selbst entworfene Algorithmen</b> mit Hilfe von grafischen Darstellungsformen.	grafische Darstellungsformen für Algorithmen (z. B. Programmablaufpläne, Struktogramme, Aktivitätsdiagramme)	Umgang mit geeignetem Zeichentool	

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF4: ANWENDUNGEN PROGRAMMIEREN, DATEN AUSWERTEN UND DOKUMENTIEREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... entwickeln, testen und dokumentieren eigene Programme.	Grundlagen des Programmaufbaus Funktionen/Unterprogramme Parameterübergabe Rückgabewert Syntax und Semantik wichtiger Bibliotheksfunktionen (z. B. Ein- u. Ausgabe, Dateioperationen, Kommunikationsroutinen) Debugging-Funktionen Kommentare im Programmcode	Umgang mit Modulen oder mehreren Quelldateien in einem Programmierprojekt Einbindung von Bibliotheken Umgang mit der Programmierumgebung Debugging Vorgehensweise zur Dokumentation	Prinzipien zur Verbesserung der Änderbarkeit
HINWEISE:			

**4.3.7 Lernfeld 5: Informationstechnische Systeme und Netzwerke einrichten, anpassen und nutzen [120h–160h]**

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF5: INFORMATIONSTECHNISCHE SYSTEME UND NETZWERKE EINRICHTEN, ANPASSEN UND NUTZEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
...wählen Computersysteme bedarfsgerecht aus und passen diese an.	Aufbau und Funktionsweise von Computern (PC, Tablet, Smartphone, ...) Schnittstellen, Peripheriegeräte, ...	Auswahl geeigneter Komponenten	informationstechnische Grundlagen (Zahlsysteme, Codierungen, Binärpräfixe)
... richten Computersysteme anforderungsgerecht ein.	Auswahl von Betriebssystemen Installation von Treibern und Updates, Dateisysteme, Datensicherung	Betriebssysteminstallation und -konfiguration Installation und Konfiguration von Anwendungssoftware	Berechtigungen, Partitionierungen
... nutzen informationstechnische Netzwerke und Systeme anlagenspezifisch und passen diese an.	passive und aktive Netzwerkkomponenten Zugriffsverfahren von Netzwerken Drahtlose Netzwerke IP-Adressierung, Routing Netzwerkdienste (DHCP, DNS etc.)	Anbindung informationstechnischer Systeme an bestehende Netzwerke Einrichtung und Betrieb passiver sowie aktiver Netzwerkkomponenten Konfiguration von Kommunikationsprotokollen Beheben von Fehlern in Netzwerken	OSI-Modell Protokollanalysen
... gewährleisten Datensicherheit und Datenschutz in digitalen Netzwerkstrukturen.	Datenschutzbestimmungen Firewalling virtuelle private Netze Zugriffsschutz Cloud	Kopplung von Netzwerken über öffentliche Netzwerke Bereitstellung von Daten über Clouds	Kryptographie symmetrische und asymmetrische Verschlüsselung
HINWEISE:			

**4.3.8 Lernfeld 6: Steuerungen und Regelungen für fertigungstechnische Prozesse planen, bereitstellen, in Betrieb nehmen und optimieren [160h–240h]**

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF6: STEUERUNGEN UND REGELUNGEN FÜR FERTIGUNGSTECHNISCHE PROZESSE PLANEN, BEREITSTELLEN, IN BETRIEB NEHMEN UND OPTIMIEREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... realisieren Anlagen und Steuerungen gerätetechnisch mit unterschiedlichen Technologien und berücksichtigen dabei technische, wirtschaftliche und ökologische Gesichtspunkte.	normgerechte <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pneumatikschaltpläne</li> <li>• Stromlaufpläne</li> <li>• Hydraulikschaltpläne</li> </ul>	Auslegung von Aktoren <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kolbenkräfte</li> <li>• Vakuumsauger</li> </ul> Dimensionierung der anlagespezifischen Systemparameter <ul style="list-style-type: none"> <li>• Luftverbrauch</li> <li>• Leitungsquerschnitte</li> <li>• Pumpenleistung</li> </ul> Auslegung der hydraulischen Anlage Entwicklung von normgerechten Schaltplänen für Hydraulik, Pneumatik und Elektropneumatik	Strömungstechnik Bernoulli-Gleichung
... überprüfen die Funktionsabläufe durch Simulation bzw. Aufbau der Steuerungen.	Simulationssoftware Komponenten der Steuerungstechnik Anschlusskennzeichnung von Komponenten	Umgang mit der Simulationssoftware strukturierte Fehlersuche	
...dimensionieren die Druckluftbereitstellung, -aufbereitung und -versorgung.	Druckluftherzeuger Druckluftaufbereiter Druckluftspeicher Druckluftleitung und -verteilung	Auswahl der Druckluftherzeuger und -aufbereiter Dimensionierung der Druckluftleitungen Planen von Hallenlayouts zur Druckluftversorgung	Grundlagen der Thermodynamik

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF6: STEUERUNGEN UND REGULUNGEN FÜR FERTIGUNGSTECHNISCHE PROZESSE PLANEN, BEREITSTELLEN, IN BETRIEB NEHMEN UND OPTIMIEREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... <b>lesen Lastenhefte</b> für Regelungen und extrahieren die Anforderungen zielgerichtet.	Symbolik in Wirkungsplänen Unterschied Steuern - Regeln Grundbegriffe: Regel-, Stör-, Stellgröße, Regel-, Stell-, Messbereich usw. Gütekriterien einer Regelung	Interpretation von Wirkungsplänen Identifizierung von Größen im Regelkreis Anforderungsanalyse	Prinzip der Gegenkopplung
... <b>bestimmen statische Betriebsdaten</b> für Regelungen.	einschleifiger Regelkreis Strecken Kennlinienfeld Reglergerade	Bestimmung des Beharrungszustandes	(grafische) Lösung von Gleichungssystemen
... <b>identifizieren Regelstrecken.</b>	proportionale und integrierende Strecken Totzeiten, Verzögerungen Regelbarkeit	Aufnahme Streckensprungantwort Auswertung Streckensprungantwort	Linearität Linearisierung
... <b>wählen geeignete</b> Reglertypen für identifizierte Regelstrecken aus.	Funktionsweise, Eigenschaften und Zusammenspiel von P-, I- und D-Regleranteil	Reglerauswahl abhängig von Streckentyp und Randbedingungen	Ableitung, Integration
... <b>parametrieren Regler</b> für identifizierte Regelstrecken.	Eignung anerkannter Verfahren zur Reglerparametrierung für bestimmte Streckentypen und Randbedingungen	Ablauf anerkannter Verfahren zur Reglerparametrierung	Stabilität Zielkonflikte
... <b>erproben Regelungen mit realen Reglern</b> und realen Regelstrecken oder Simulationssoftware.	Funktionen der Regler Funktionen der Simulationssoftware Definition von Gütemaßen Unterschiede zwischen realer Strecke und linearem Modell	Bedienung der Regler Bedienung der Simulationssoftware Aufnahme des Regelverhaltens Bestimmung von Gütemaßen	
... <b>optimieren Regelungen.</b>	Regeln zur Optimierung	Vorgehensweisen zur Optimierung	
HINWEISE:			

**4.3.9 Lernfeld 7: Automatisierte Messdatenerfassungssysteme entwickeln sowie Bussysteme auswählen und prozessbezogen in Betrieb nehmen [120h–200h]**

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF7: AUTOMATISIERTE MESSDATENERFASSUNGSSYSTEME ENTWICKELN SOWIE BUSSYSTEME AUSWÄHLEN UND PROZESSBEZOGEN IN BETRIEB NEHMEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... konfigurieren Bussysteme für die Fertigungsautomatisierung und Robotik.	Hierarchieebenen der Automatisierung Vorteile von digitalen Feldbussystemen Übertragungsmedien Übertragungsstandards/Protokolle Schnittstellenspezifikationen Schnittstellenwandler serielle und parallele Datenübertragung Netztopologien Merkmale einer Übertragungsstrecke industrielle Bussysteme	Konfiguration von Bussystemen Integration von netzwerkfähigen Aktoren und Sensoren	OSI Schichtenmodell
... erstellen Programme für ausgewählte Steuerungen in verschiedenen Programmiersprachen und setzen Analyse-tools ein.	Datentypen Programmaufbau Funktionsbausteine Funktionen	lokale und globale Variablen Zeitdiagramme	Instanziierung Fehlersuche Logikanalyse Dokumentation
... machen sich mit den Topologien automatisierter Messsysteme vertraut.	Übersichtswissen zu verfügbarer Messtechnikhardware aktuell gebräuchliche Schnittstellen	Aufbau des Messsystems Inbetriebnahme Funktionsprüfung	Auswahl der geeigneten Topologie
... analysieren die Anwendungssituationen und wählen geeignete Hardwarekomponenten aus.	Datenrate Auflösung Messfehler Pegel digitaler I/Os Fehlerursachen	Verfahren der Analog-Digital-Umsetzung Eigenschaften digitaler I/Os Ableiten der Anforderungen an die Messtechnikhardware Grenzen der Einsetzbarkeit erkennen	Abtasttheorem

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF7: AUTOMATISIERTE MESSDATENERFASSUNGSSYSTEME ENTWICKELN SOWIE BUSSYSTEME AUSWÄHLEN UND PROZESSBEZOGEN IN BETRIEB NEHMEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... entwickeln eigenständig lauffähige Programme.	Messdatenerfassungssysteme (z. B. LabVIEW) <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bedien- und Anzeigeelemente</li> <li>• Gestaltungsobjekte</li> <li>• Beschriftungswerkzeuge</li> </ul> Regeln eines benutzerfreundlichen Software-Frontend-Designs	Umgang mit dem Messdatenerfassungssystem Modellierung der Anwendungssituation und extrahieren der benötigten Funktionalität der Software sicherer Umgang mit typischen Programmstrukturen	
... werten Messdaten aus, visualisieren und protokollieren diese.	statistische Größen Visualisierungsobjekte Speicherung von Daten Meldefunktionen Datenbankanbindung	Auswahl der statistischen Größen Reduzierung der Datenmengen Überwachung von Grenzwerten	
... erfassen und verarbeiten Bilder.	Möglichkeiten und Grenzen der Bildverarbeitung Eigenschaften von Industriekameras Einfluss der Lichtverhältnisse Bildbearbeitungsfunktionen	Templatevergleich Auswertung Region of Interest	
HINWEISE:			



### 4.3.10 Lernfeld 8: Speicherprogrammierbare Steuerungen für komplexe mechatronische Systeme programmieren und optimieren [120h–200h]

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF8: SPEICHERPROGRAMMIERBARE STEUERUNGEN FÜR KOMPLEXE MECHATRONISCHE SYSTEME PROGRAMMIEREN UND OPTIMIEREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... analysieren Funktionszusammenhänge und konzipieren Steuerungs- und Regelungsabläufe für mechatronische Systeme.	Unterschiede zwischen Steuern und Regeln Automatisierungskonzepte <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verknüpfungssteuerung</li> <li>• Ablaufsteuerung</li> <li>• Regelkreis</li> </ul> IEC 60848 (GRAFCET) Digitale und analoge Sensorsignale PLC-Variablen-tabelle	Lösungsstrategien zum Entwurf von Steuerungen Beschreibung von Funktionszusammenhängen in Ablaufplänen	
..wählen Steuerungshardware sowie Sensorik und Aktorik anforderungsgerecht aus.	Steuerungshardware <ul style="list-style-type: none"> <li>• Produktfamilie</li> <li>• E/A-Baugruppen</li> <li>• Kommunikationsbaugruppen</li> <li>• HMI-Komponenten</li> </ul>	Erstellung der Hardwarekonfiguration Anbindung der Prozessperipherie	
... entwickeln Steuerungsprogramme für mechatronische Systeme.	IEC 61131-3 <ul style="list-style-type: none"> <li>• FUP / KOP</li> <li>• ST / AWL</li> </ul> Funktionen, Funktionsbausteine, Organisationsbausteine, Datenbausteine Parameterübergabe	Umgang mit der Programmierumgebung Parametrierung von Steuerungshardware Anlegen der PLC-Variablen-tabelle IEC-konforme grafische und textuelle Programmierung Dokumentation von Steuerungsprogrammen	Boole'sche Algebra Repräsentation von Daten im Speicher Prinzipien zur Verbesserung der Änderbarkeit
... nehmen Steuerungsprogramme in Betrieb, finden und beheben Fehler.	Strategien zu Fehlerbeseitigung Debugging-Funktionen	Test mit Hilfe von Simulation Fehleranalyse Debugging	

Die staatlich geprüften Technikerinnen <b>und Techniker ...</b>	LF8: SPEICHERPROGRAMMIERBARE STEUERUNGEN FÜR KOMPLEXE MECHATRONISCHE SYSTEME PROGRAMMIEREN UND OPTIMIEREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... erstellen Visualisierungen für automa- tisierte Maschinen und Anlagen.	Virtuelle Bedienelemente Animationsarten	Umgang mit dem grafischen Editor Animieren grafischer Elemente	
HINWEISE:			

ENTWURF

**4.3.11 Lernfeld 9: Fertigungstechnische Prozesse unter Berücksichtigung von Qualitätsmanagement und Arbeitssicherheit erarbeiten sowie weiterentwickeln [80h–160h]**

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF9: FERTIGUNGSTECHNISCHE PROZESSE UNTER BERÜCKSICHTIGUNG VON QUALITÄTSMANAGEMENT UND ARBEITSSICHERHEIT ERARBEITEN SOWIE WEITERENTWICKELN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
...analysieren, planen und optimieren fertigungstechnische Prozesse.	betriebliche Prozesse <ul style="list-style-type: none"> <li>• Struktur einer computerintegrierten Produktion (CIM)</li> <li>• Bestandteile des CIM</li> <li>• Datenverwaltung eines CIM-Systems</li> <li>• Datenquellen der Informationsbeschaffung</li> </ul> fertigungstechnische Prozesse <ul style="list-style-type: none"> <li>• betriebliche Leistungserstellung, Materialfluss, Informationsfluss</li> <li>• Prozessmanagement</li> <li>• z. B. Produktionsprogrammplanung, Fertigungsplanung, Arbeitsvorbereitung, Arbeitsplatzgestaltung</li> <li>• technologische und konzeptionelle Entwicklung von Industrie 4.0</li> </ul> Anwendungsbereiche der computergestützten Systeme zur Optimierung von Arbeitsprozessen und Qualitätssicherung	Nutzen von computergestützten Systemen hinsichtlich fertigungstechnischer Prozesse (z. B. CAE Software Lösung zur technischen Vorplanung von Maschinen und Anlagen, Datenbanken) Anwendungen von Prozessstrategien (z. B. Strategie zur Auswahl optimierter Produktionsprogramme und Prozesse, Strategie zur Entscheidungsfindung) Beurteilung der Flexibilität von Fertigungssystemen	

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF9: FERTIGUNGSTECHNISCHE PROZESSE UNTER BERÜCKSICHTIGUNG VON QUALITÄTSMANAGEMENT UND ARBEITSSICHERHEIT ERARBEITEN SOWIE WEITERENTWICKELN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... definieren die Anforderungen des jeweils gültigen Qualitätsmanagementsystems (QMS).	Prinzipien und Aufgaben des QMS Qualitätswerkzeuge <ul style="list-style-type: none"> <li>• elementare Werkzeuge</li> <li>• Managementwerkzeuge</li> </ul> Qualitätsmanagementsysteme <ul style="list-style-type: none"> <li>• normative Grundlagen</li> <li>• (DIN EN ISO 9000 ff)</li> <li>• Aufbau eines QMS</li> <li>• Total Quality Management (TQM)</li> </ul> Rechtliche Aspekte	Beurteilung der Qualität und ihre Eigenschaften Planung des QMS Prüfung des QMS Lenkung des QMS Zusammenwirkung von Qualitätstechniken und Werkzeugen Erstellung des QM-Handbuchs Umgang mit rechnergestütztem QMS Controlling und Evaluation des QMS	Einfluss des QMS auf die fertigungstechnischen Prozesse
... wenden Strategien und Techniken zur Realisierung der Qualitätssicherung an.	Methoden zur Qualitäts- und Prozessoptimierung <ul style="list-style-type: none"> <li>• Methode von Six-Sigma</li> <li>• Methode des Prozesswirkungsgrades</li> <li>• Quality Function Deployment (QFD)</li> <li>• Methodik des Benchmarking</li> <li>• Fehlermöglichkeits- und Einflussanalyse (FMEA)</li> </ul>	Anwendung des Kontinuierlichen Verbesserungsprozesses Durchführung einer Fehlermöglichkeits- und Einflussanalyse (FMEA) Dokumentation von Qualitätsmerkmalen während des Fertigungsprozesses	Rückwirkungen von Maßnahmen auf Kundenwünsche, Produktion, Montage und Qualitätssicherung

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF9: FERTIGUNGSTECHNISCHE PROZESSE UNTER BERÜCKSICHTIGUNG VON QUALITÄTSMANAGEMENT UND ARBEITSSICHERHEIT ERARBEITEN SOWIE WEITERENTWICKELN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... analysieren und konzipieren fertigungstechnische Prozesse im Hinblick auf Betriebssicherheit.	gesetzliche Vorschriften zur Arbeitssicherheit Arbeitsschutzgesetze Anwendungsbereiche der Richtlinien und Normen Sicherheit von Maschinen und Anlagen <ul style="list-style-type: none"> <li>• Maschinenrichtlinie</li> <li>• Sicherheitsnormen</li> <li>• DIN, EN Normen</li> </ul> Steuerungskategorien Safety Integrated Level (SIL) Performance Level (PL) Einflussgrößen der Sicherheitsfunktion Risikoanalyse	Umgang mit den Vorschriften Risikobewertung von Sicherheitsfunktionen, Risikomanagement Ermitteln und Bewerten des geforderten PL und des tatsächlichen PL einer Sicherheitsfunktion hinsichtlich der Arbeitssicherheit Festlegung von Sicherheitsfunktionen Erstellung von sicherheitsbezogenen Blockdiagrammen	
... analysieren, konzipieren und realisieren Steuerstromkreise.	Elektrische Ausrüstung von Maschinen Steuerkreis vs. Arbeitskreis Schutzsysteme Isolationsüberwachung Hardwareauslegung der Steuerstromkreise (Farben, Querschnitte, Befehlsgeber) Handlung im Notfall Stopp-Kategorien nach DIN EN 60204 Möglichkeiten der Fehlerbehebung EMV Regeln zur Vermeidung von EMV Problemen Folgen von EMV Problemen	Erstellen eines Schaltplanes des Steuerstromkreises Fehleranalyse (worst-case) einer sicherheitsbezogenen Steuerung Strategien zur Fehlervermeidung Einbindung von Bussystemen Safetybus Umgang mit den Not-Aus/Not-Halt	

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF9: FERTIGUNGSTECHNISCHE PROZESSE UNTER BERÜCKSICHTIGUNG VON QUALITÄTSMANAGEMENT UND ARBEITSSICHERHEIT ERARBEITEN SOWIE WEITERENTWICKELN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
...wählen geeignete Komponenten zur Gewährleistung der Anlagensicherheit aus.	Sicherheitsschaltgerät <ul style="list-style-type: none"> <li>• zwangsgeführte Kontakte</li> <li>• Spiegelkontakte</li> </ul> Bedeutung des Sicherheitsgerätes in Bezug auf die Arbeitssicherheit Türverriegelung mechanische oder berührungslose Sicherheitssensoren berührungslos wirkende Schutzeinrichtung (BWS) Zweihandverriegelung Funktion des Rückführkreises	Anschluss des Sicherheitsschaltgerätes in Abhängigkeit der geforderten Sicherheitsfunktion und Einbindung der Sicherheitsbauteile. Funktion des Rückführkreises Einbindung der Sensoren in den Sicherheitskreis Anordnung von BWS Überwachung der Gefahrenbereiche (Zutritt bzw. Zugriff) Erstellen eines Schaltplanes des Sicherheitskreises mit Sicherheitsbauelementen	
HINWEISE:			

**4.3.12 Lernfeld 10: Industrieroboter prozessbezogen auswählen, simulieren und programmieren [160h – 240h]**

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF10: INDUSTRIEROBOTER PROZESSBEZOGEN AUSWÄHLEN, SIMULIEREN UND PROGRAMMIEREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... programmieren Industrieroboter im Teach-in-Verfahren.	Robotersicherheit Mensch-Maschine-Schnittstelle (HMI) Handverfahren: achs- und koordinatenspezifisch Koordinatensysteme: World-, Base-, Tool- Bewegungsbefehle: LIN, PTP, CIRC etc. Bahnschaltfunktionen, Überschleifen Greifbefehle	Erstellung von Bewegungsprogrammen Festlegung/Vermessung von Base- und Toolkoordinatensystemen Programmierung von Handlingaufgaben Optimierung von Roboterbewegungen	
... wählen Roboter prozessbezogen aus und prüfen vorhandene Systeme auf ihre Verwendbarkeit.	Roboterarten und -bauweisen Lastdaten Dokumentation	Ermittlung von Lastdaten (Masse, Schwerpunktlage, Massenträgheitsmomente) Roboterwahl Bestimmung von statischer und dynamischer Roboterbelastung	Massenträgheitsmomente
... simulieren mit entsprechender Software Prozesse und führen Machbarkeitsuntersuchungen durch.	Simulationssoftware <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zellaufbau</li> <li>• Erreichbarkeitsuntersuchung</li> <li>• Kollisionsüberprüfung</li> <li>• Signalaustausch zwischen Robotern</li> </ul>	Machbarkeitsuntersuchung an bestehenden Systemen Festlegung von Roboterpositionen Simulation geplanter Prozesse	
... passen bestehende Roboterprogramme an geänderte Prozesse an und entwickeln neue Programme.	Programmierverfahren: online, offline Roboterbetriebsarten Roboterspezifische Programmierbefehle und Variablen Deklaration Kommunikation mit Sensoren und Aktoren	Ableitung von Programmen aus der Simulation Erstellung von Bewegungsprogrammen im Teach-in-Verfahren Entwicklung von Roboterprogrammen im Online- und Offline-Verfahren	Taktzeitoptimierung, Energieeffizienzsteigerung
HINWEISE:			

## 5 Handhabung des Lehrplans

Die in Kapitel 3 theoretisch begründete strukturell-curriculare Rahmung impliziert einen anspruchsvollen kompetenzorientierten Unterricht. Um die darin gesetzten Vorgaben unterrichtswirksam zu machen, gilt es folgende Prämissen zu berücksichtigen:

- Moderner Fachschulunterricht ist *lernerorientiert*, d. h., dass alle zu planenden Unterrichtsprozesse sich primär an Lernprozessen ausrichten sollen, nicht an Lehrprozessen. Lernprozesse sollen einer kasuistisch-operativen Umsetzungslogik (handlungssystematisch) folgen, die von einer theoretisch-abstrakten Objektivierungslogik (fachsystematisch) ergänzt wird.
- Die Zielbildung in den Querschnitt-Lernfeldern erfolgt als Explikation der Lehrplan-Inhalte durch die *Beschreibung von Wissens- und Fertigungszielen*. Ihr Umfang und Anspruch bemisst sich aus deren jeweiliger Bedeutung für die korrespondierenden fachlich-methodischen Kompetenzen.
- Im Rahmen der beruflichen Lernfelder ist die Explikation von *beruflichen Handlungen* der curriculare Ausgangspunkt der Unterrichtsplanung. Damit wird von Anfang an geklärt, welches Wissen in welchen Handlungszusammenhängen von den Studierenden erworben werden soll. Die im Lehrplan vollzogene Beschreibung der Kompetenzen auf einem mittleren Niveau gilt es dabei in der konkreten Unterrichtskonzeption adäquat zu den jeweils vorliegenden Rahmenbedingungen und im jeweils aktuellen technisch-produktiven, gestalterischen oder betriebswirtschaftlichen Kontext zu konkretisieren.
- Die genaue Zusammenstellung eines unterrichtsrelevanten Gebildes aus Kompetenzen erfolgt über einen einschlägigen *Berufskontext*, welcher dann auch als übergreifende Lernsituation den Gesamtrahmen der jeweiligen Unterrichtseinheit bildet.
- Kompetenzerwerb setzt *Verständnisprozesse* voraus, welche durch eine *Problemorientierung* des Unterrichts ausgelöst werden. Je anspruchsvoller die Problemstellungen, desto höher das zu erreichende Kompetenz-Niveau.
- Kompetenzen im Sinne eines verstandenen Handelns erfordern einschlägiges Sach- und Prozesswissen mit entsprechendem Reflexionswissen mit unmittelbarem Bezug zu dessen *berufsspezifischer Nutzung*, daher soll sich der Kompetenzerwerb in *sinnvollen* Abschnitten zwischen kasuistisch-operativen Phasen (handlungssystematisch) und theoretisch-abstrakten Phasen (fachsystematisch) *wechselseitig ergänzen*.
- *Fachsystematische Lernprozesse* gehen von den Fachwissenschaften aus, beinhalten deren Systematiken und bilden damit ein anwendungsübergreifendes Gerüst für das berufliche Handeln. Sie sind zudem der Raum für die Auseinandersetzung mit den mathematisch-naturwissenschaftlichen bzw. gestalterischen Hintergründen. Lern-Reflexionen beziehen sich hier auf die Kategorien „Wissen“ (kognitive Reproduktion) und „Verstehen“ (kognitive Anwendung).
- *Handlungssystematische Lernprozesse* gehen von beruflichen Prozessen aus, beinhalten deren Eigenlogik und bilden damit anwendungsbezogene Ankerpunkte für das berufliche Handeln. Lernreflexionen beziehen sich hier auf die Kategorie „Können“ (operative Anwendung).
- *Lernerfolgsmessung* kann sich im Einzelnen auf „Wissen“, „Verständnis“ oder „Können“ beziehen, der Anspruch einer Kompetenzdiagnostik kann aber nur dann erfüllt werden, wenn alle drei oben genannten Komponenten *integrativ erhoben* werden, und mit den Zielkategorien *taxiert* werden.
- Der Erwerb sozial-kommunikativer Kompetenzen erfordert *kollektive Lernformen*, wird aber nicht allein durch diese gewährleistet. Entscheidend ist hier ein bewusster und re-



flektierter Kompetenzerwerb, daher sind sozial-kommunikative Kompetenz-Ziele den Studierenden zu kommunizieren, deren Erwerb zu thematisieren und zu reflektieren.

- Der Erwerb von Personalkompetenzen (bzw. Selbstkompetenzen) erfordert die Akzentuierung motivationaler, affektiver und strategisch-organisationaler Auseinandersetzungen der Studierenden mit sich und ihrem Lernen. Fachschulunterricht sollte daher das *Lernen als eigenständigen Lerngegenstand* begreifen und dies pädagogisch und methodisch angemessen umsetzen.

ENTWURF

## 6 Literaturverzeichnis

- Bader, R. (2004): Strategien zur Umsetzung des Lernfeld-Konzepts. In: bwp@ spezial 1
- BIFIE (Hrsg.). (2013). Standardisierte kompetenzorientierte Reifeprüfung. Reife- und Diplomprüfung. Grundlagen – Entwicklung – Implementierung. Unter Mitarbeit von H. Cesnik, S. Dahm, C. Dorninger, E. Dousset-Ortner, K. Eberharter, R. Fless-Klinger, M. Frebort, G. Friedl-Lucyshyn, D. Frötscher, R. Gleeson, A. Pinter, F. J., Punter, S. Reif-Breitwieser, E. Sattlberger, F. Schaffenrath, G. Sigott, H.-S. Siller, P. Simon, C. Spöttl, J. Steinfeld, E. Süß-Stepancik, I. Thelen-Schaefer & B. Zisser. Wien: Herausgeber.
- Chomsky, N. (1965). Aspects of the theory of syntax. Cambridge, Mass: M.I.T. Press.
- Erpenbeck, J. / Rosenstiel, L. / Grote S. / Sauter W. (2017): Handbuch Kompetenzmessung: Erkennen, verstehen und bewerten von Kompetenzen in der betrieblichen, pädagogischen und psychologischen Praxis. Stuttgart, Schäfer & Pöschel
- Euler, D. / Reemtsma-Theis, M. (1999): Sozialkompetenzen? Über die Klärung einer didaktischen Zielkategorie. In: Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik, Heft 2, S. 168 - 198.
- Klafki, W. (1964): Didaktische Analyse als Kern der Unterrichtsvorbereitung in: Roth, H. / Blumenthal, A. (Hrsg.): Grundlegende Aufsätze aus der Zeitschrift Die Deutsche Schule, Hannover 1964, S. 5 - 34.
- Lerch, S. (2013): Selbstkompetenz – eine neue Kategorie zur eigens gesollten Optimierung? Theoretische Analyse und empirische Befunde. In: REPORT 1/2013 (36. Jg.) S. 25 - 34.
- Mandl, H. / Friedrich H.F. (Hrsg.) (2005): Handbuch Lernstrategien. Göttingen, Hogrefe.
- Pittich, D. (2013). Diagnostik fachlich-methodischer Kompetenzen. Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag
- Siller, H.-S., Bruder, R., Hascher, T., Linnemann, T., Steinfeld, J., & Sattlberger, E. (2014). Stufung mathematischer Kompetenzen am Ende der Sekundarstufe II – eine Konkretisierung. In J. Roth & J. Ames (Hrsg.), Beiträge zum Mathematikunterricht 2014, Münster: WTM, S. 1135 - 1138.
- Tenberg, R. (2011): Vermittlung fachlicher und überfachlicher Kompetenzen in technischen Berufen. Theorie und Praxis der Technikdidaktik. Stuttgart: Steiner
- Volpert, W. (1980): Beiträge zur psychologischen Handlungstheorie. Bern: Huber.



# Lehrplan

## Zweijährige Fachschule für Technik

### FACHRICHTUNG MECHATRONIK

### SCHWERPUNKT MASCHINEN- UND ANLAGENTECHNIK

ENTWURF

Impressum

Hessisches Kultusministerium  
Luisenplatz 10, 65185 Wiesbaden  
Tel.: 0611 368-0  
Fax: 0611 368-2096

E-Mail: [poststelle@hkm.hessen.de](mailto:poststelle@hkm.hessen.de)  
Internet: [www.kultusministerium.hessen.de](http://www.kultusministerium.hessen.de)

**Inhaltsverzeichnis**

1	Bedeutung der Fachschule für Technik in der Bildungslandschaft.....	4
2	Grundlegung für die Fachrichtung Mechatronik .....	5
3	Theoretische Grundlagen des Lehrplans .....	8
3.1	Sozial-kommunikative Kompetenzen .....	8
3.2	Personale Kompetenzen .....	8
3.3	Fachlich-methodische Kompetenzen .....	9
3.4	Zielkategorien.....	10
3.4.1	Beruflich akzentuierte Zielkategorien.....	11
3.4.2	Mathematisch akzentuierte Zielkategorien .....	13
3.5	Taxierung der Kompetenzen in drei Stufen .....	13
3.5.1	Taxonomietabelle für beruflich akzentuierte Zielkategorien.....	15
3.5.2	Taxonomietabelle für mathematisch akzentuierte Zielkategorien .....	16
3.6	Zusammenfassung.....	17
4	Organisation der Kompetenzen und Kenntnisse .....	18
4.1	Lernfelder .....	18
4.2	Studentafel .....	20
4.3	Beruflicher Lernbereich .....	21
4.3.1	Mathematik (Querschnitt-Lernfeld) .....	21
4.3.2	Projektarbeit .....	24
4.3.3	Lernfeld 1: Projekte mittels systematischen Projektmanagements zum Erfolg führen .....	25
4.3.4	Lernfeld 2: Mechanische Baugruppen und Funktionseinheiten analysieren, planen und prüfen.....	27
4.3.5	Lernfeld 3: Elektrische, elektronische und elektromechanische Systeme analysieren, planen und in Betrieb nehmen .....	28
4.3.6	Lernfeld 4: (Querschnitt-Lernfeld) Anwendungen programmieren, Daten auswerten und dokumentieren .....	30
4.3.7	Lernfeld 5: Steuerungen und Anlagen analysieren, konzipieren und optimieren.....	32
4.3.8	Lernfeld 6: Informationstechnische Systeme und Netzwerke einrichten, anpassen und nutzen .....	34
4.3.9	Lernfeld 7: Komplexe mechatronische Systeme automatisieren .....	35
4.3.10	Lernfeld 8: Mechatronische Systeme analysieren, konzipieren, optimieren und in Betrieb nehmen .....	36
4.3.11	Lernfeld 9: Produktions- und Arbeitsabläufe unter Berücksichtigung des Qualitätsmanagements planen, steuern und optimieren .....	38
5	Handhabung des Lehrplans .....	40
6	Literaturverzeichnis .....	42

## 1 Bedeutung der Fachschule für Technik in der Bildungslandschaft

Die Fachschulen sind Einrichtungen der beruflichen Weiterbildung und schließen an eine einschlägige berufliche Ausbildung an. Sie bieten die Möglichkeit zu beruflicher Weiterqualifizierung aus der Praxis für die Praxis und ermöglichen dabei das Erreichen der höchsten Qualifizierungsebene in der beruflichen Bildung.<sup>1</sup>

In der Rahmenvereinbarung der Kultusministerkonferenz zu Fachschulen wird zu Ausbildungsziel, Tätigkeitsbereichen und Qualifikationsprofil das Folgende festgelegt:

„Ziel der Ausbildung im Fachbereich Technik ist es, Fachkräfte mit einschlägiger Berufsausbildung und Berufserfahrung für die Lösung technisch-naturwissenschaftlicher Problemstellungen, für Führungsaufgaben im betrieblichen Management auf der mittleren Führungsebene sowie für die unternehmerische Selbstständigkeit zu qualifizieren.

Die Ausbildung orientiert sich an den Erfordernissen der beruflichen Praxis und befähigt die Absolventinnen/Absolventen, den technologischen Wandel zu bewältigen und die sich daraus ergebenden Entwicklungen der Wirtschaft mitzugestalten.

Der Umsetzung neuer Technologien – verbunden mit der Fähigkeit kostenbewusst zu handeln und Fremdsprachenkenntnisse anzuwenden – wird deshalb auf der Basis des fachrichtungsspezifischen Vertiefungswissens in der Ausbildung besonderer Wert beigemessen. Der Fähigkeit, Mitarbeiter/Mitarbeiterinnen anzuleiten, zu führen, zu motivieren und zu beurteilen – sowie der Fähigkeit zur Teamarbeit – kommen im Zusammenhang mit den speziellen fachlichen Kompetenzen große Bedeutung zu.

Die Absolventinnen/Absolventen müssen vor diesem Hintergrund in der Lage sein, im Team und selbstständig Probleme des entsprechenden Aufgabenbereiches zu erkennen, zu analysieren, zu strukturieren, zu beurteilen und Wege zur Lösung dieser Probleme in wechselnden Situationen zu finden.“<sup>2</sup>

Die Studierenden sollen in der beruflichen Aufstiegsfortbildung zum staatlich geprüften Techniker / zur staatlich geprüften Technikerin befähigt werden, betriebswirtschaftliche, technisch-naturwissenschaftliche sowie künstlerische Aufgaben zu bewältigen.

Die Fachschulen orientieren sich dabei nicht an Studiengängen, sondern am Stand der Technik sowie ihrer praktischen Anwendung und genießen dadurch einen hohen Stellenwert in der Erwachsenenbildung.

Die Studierenden erlernen und vertiefen in der Weiterbildung das selbständige Erkennen, Strukturieren, Analysieren und Beurteilen von Problemen des Berufsbereiches und deren Lösung. Sie lernen, Projekte mittels systematischen Projektmanagements zum Erfolg zu führen

Dabei liegt ein besonderes Augenmerk auf der Förderung des wirtschaftlichen Denkens und verantwortlichen Handelns in Führungspositionen und der damit verbundenen Fähigkeit zu konstruktiver Kritik und der Bewältigung von Konflikten.

---

<sup>1</sup>DQR Niveau 6

<sup>2</sup>Rahmenvereinbarung über Fachschulen; Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 07.11.2002 i.d.F. vom 02.06.2016 S.16

Nicht zuletzt vertiefen die Studierenden ihre Fähigkeiten, sprachlich sicher zu agieren, um in allen Kontexten des beruflichen Handelns bestehen zu können.

Die rasante Entwicklung digitaler Technologien und die damit einhergehenden, tiefgreifenden Veränderungen in der Wirtschaft, in Arbeitsprozessen und im Kommunikationsverhalten stellen auch neue Anforderungen an Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen. So ist auch der Tätigkeitsbereich der Techniker und Technikerinnen in vielen Bereichen durch zusätzliche Merkmale betroffen:

- Vernetzung der Infrastruktur sowie der gesamten Wertschöpfungskette,
- Erfassung, Transport, Speicherung und Auswertung großer Datenmengen,
- Echtzeitfähigkeit der Systeme,
- cyber-physische Systeme – intelligente, kommunikationsfähige und autonome Maschinen und Systeme,
- Verschmelzung von virtueller und realer Welt,
- Gewährleistung von Datensicherheit und Datenschutz.

Somit muss die klassische Trennung in prozess- und produktorientierte berufsspezifische Handlungsfelder zugunsten eines die Schnittstellen vernetzenden, stärker systemorientierten und unternehmerischen Handlungskontextes aufgelöst werden.<sup>3</sup>

Der Erwerb der dazu benötigten Kompetenzen muss, auch wenn sie in den Lernfeldmatrizen nicht explizit aufgeführt sein sollten, durch die unterrichtliche Umsetzung in den Fachschulen für Technik ermöglicht werden.

## 2 Grundlegung für die Fachrichtung Mechatronik

Viele moderne technische Systeme können nicht mehr nur aus dem Blickwinkel einer einzelnen Disziplin betrachtet werden, sondern sie erfordern eine interdisziplinäre Herangehensweise. Der Verein Deutscher Ingenieure definiert die Mechatronik als das „synergetische Zusammenwirken der Fachdisziplinen Maschinenbau, Elektrotechnik und Informationstechnik beim Entwurf und der Herstellung industrieller Erzeugnisse sowie bei der Prozessgestaltung“<sup>4</sup>.

In der Fachrichtung Mechatronik stehen technische Systeme und Verfahren im Mittelpunkt, die einer oder mehreren klassischen Disziplinen der Technik zuzuordnen und unter verschiedenen, auch die Technikwissenschaften übergreifenden Fragestellungen zu untersuchen sind.

Die staatlich geprüfte Technikerin oder der staatlich geprüfte Techniker der Fachrichtung Mechatronik wird mit vielfältigen technischen, organisatorischen und wirtschaftlichen Aufgaben betraut. Die Einsatzgebiete umfassen wesentliche Teile von Produktions- und Verfahrprozessen: Entwicklung, Produktion, Planung, Projektierung, Inbetriebnahme, Instandhaltung und Vertrieb von Baugruppen, Anlagen und Systemen.

---

<sup>3</sup> Kompetenzorientiertes Qualifikationsprofil zur Integration der Thematik „Industrie 4.0“ in die Ausbildung an Fachschulen für Technik (Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 24.11.2017)

<sup>4</sup> VDI-Richtlinie 2206: Entwicklungsmethodik für mechatronische Systeme (Juni 2004), S. 9

Im Rahmen der betrieblichen Tätigkeitsbereiche führt die staatlich geprüfte Technikerin / der staatlich geprüfte Techniker der Fachrichtung Mechatronik folgende typische Tätigkeiten unter Beachtung vorgegebener Regeln, Normen und Vorschriften aus:

- Methoden der Ideenfindung und Bewertung anwenden
- Lösungsstrategien entwickeln, Lösungsverfahren auswählen
- Planungs- und Arbeitsschritte dokumentieren
- Arbeitsanweisungen und Betriebsanleitungen erstellen
- ingenieurwissenschaftliche Erkenntnisse und Methoden anwenden
- Lösungen technisch und wirtschaftlich beurteilen
- Technik human-, sozial- und umweltverträglich gestalten
- Baugruppen, Anlagen und Systeme entwerfen, entwickeln, planen, realisieren, in Betrieb nehmen und instand halten
- Kostenrechnungen durchführen
- Qualitäts- und Umweltmanagement anwenden
- beraten und verkaufen
- ausbilden und fortbilden

Die Breite der Verantwortung reicht von der Erledigung definiert vorgegebener Aufträge, der Mitwirkung bei der Abwicklung bis zur selbstständigen Planung und Durchführung von Projekten.

Die unterschiedlichen Einsatzbereiche der staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker der Fachrichtung Mechatronik erfordern eine Differenzierung der Weiterbildung in die Schwerpunkte:

- **Fertigungsautomatisierung und Robotik**
- **Maschinen- und Anlagentechnik**
- **Systemtechnik**
- **Technische Betriebswirtschaft**

Schwerpunktbezogene Zielsetzung der Weiterbildung ist insbesondere die Befähigung zur Bewältigung folgender Aufgaben und Tätigkeiten:

#### **Fertigungsautomatisierung und Robotik**

- Sensoren und Aktoren für den fertigungstechnischen Prozess auswählen und in die Automatisierungssysteme integrieren
- Automatisierte Messsysteme zur Überwachung von Betriebs- und Maschinendaten konzipieren und realisieren
- Auswahl, Programmierung, Inbetriebnahme und Instandhaltung vernetzter Automatisierungssysteme und Roboter
- Produktionsabläufe und Arbeitsprozesse computerintegriert planen, steuern und optimieren
- Produktionsqualität managen und für Arbeitssicherheit verantwortlich sorgen

#### **Maschinen- und Anlagentechnik**

- Planung, Projektierung, Entwicklung und Konstruktion von mechatronischen Anlagen und Systemen
- Automatisierung von technischen Prozessen unter besonderer Berücksichtigung der Sicherheitstechnik



- Organisation, Überwachung und Ausführung von Projekten im Bereich Montage, Inbetriebnahme und Instandhaltung unter Beachtung von Sicherheit, Wirtschaftlichkeit und Umweltverträglichkeit

**Systemtechnik**

- optische und lasertechnische Baugruppen analysieren
- automatisierte Messdatenerfassungssysteme und Smarte Systeme analysieren, entwickeln und in Betrieb nehmen
- komplexe automatisierte mechatronische Systeme methodisch projektieren, bereitstellen, in Betrieb nehmen und instand halten
- automatisierte mechatronische Produktionsabläufe wirtschaftlich gestalten

**Technische Betriebswirtschaft**

- Planung, Steuerung und Qualitätssicherung von Absatz-, Beschaffungs-, und Leistungserstellungsprozessen
- Mitwirkung bei der Personalplanung und -entwicklung
- Mitarbeit bei der Investitionsplanung und Finanzierung
- Planung und Umsetzung von Unternehmensstrategien
- Wahrnehmung von Aufgaben des betrieblichen Rechnungswesens und Controllings
- Projektierung, Planung, Entwicklung, Produktion, Montage und Inbetriebnahme von Systemen und Anlagen der Mechatronik.

### 3 Theoretische Grundlagen des Lehrplans

Der vorliegende Lehrplan für Fachschulen in Hessen orientiert sich am aktuellen Anspruch beruflicher Bildung, Menschen auf Basis eines umfassenden Verständnisses handlungsfähig zu machen, also ihnen nicht alleine Wissen oder Qualifikationen, sondern Kompetenzen zu vermitteln. Eine im deutschsprachigen Raum anerkannte Grunddefinition von Kompetenz basiert auf dem US-amerikanischen Sprachwissenschaftler NOAM CHOMSKY, der diese als *Disposition zu einem eigenständigen, variablen Handeln* beschreibt (CHOMSKY, 1965). Das Kompetenzmodell von JOHN ERPENBECK und LUTZ VON ROSENSTIEL präzisiert dieses Basiskonzept, indem es sozial-kommunikative, personale und fachlich-methodische Kompetenzen unterscheidet (ERPENBECK, ROSENSTIEL, GROTE, SAUTER, 2017, S. XXI ff).

#### 3.1 Sozial-kommunikative Kompetenzen

Sozial-kommunikative Kompetenzen sind Dispositionen, kommunikativ und kooperativ selbstorganisiert zu handeln, d. h. sich mit anderen kreativ auseinander- und zusammensetzen, sich gruppen- und beziehungsorientiert zu verhalten, und neue Pläne, Aufgaben und Ziele zu entwickeln.

Diese werden im Kontext beruflichen Handelns nach EULER & REEMTSMA-THEIS (1999) konkretisiert und differenziert in einen (a) agentiven Schwerpunkt, einen (b) reflexiven Schwerpunkt und (c) deren Integration:

Zu (a): Fähigkeit zur Artikulation und Interpretation von verbalen und nonverbalen Äußerungen auf der Sach-, Beziehungs-, Selbstkundgabe- und Absichtsebene und Fähigkeit zur Artikulation und Interpretation von verbalen und nonverbalen Äußerungen im Rahmen einer Meta-Kommunikation auf der Sach-, Beziehungs-, Selbstkundgabe- und Absichtsebene.

Zu (b): Fähigkeit zur Klärung der Bedeutung und Ausprägung der situativen Bedingungen, insbesondere von zeitlichen und räumlichen Rahmenbedingungen der Kommunikation, 'Nachwirkungen' aus vorangegangenen Ereignissen, der sozialen Erwartungen an die Gesprächspartner, der Wirkungen aus der Gruppenzusammensetzung (jeweils im Hinblick auf die eigene Person sowie die Kommunikationspartner), Fähigkeit zur Klärung der Bedeutung und Ausprägung der personalen Bedingungen, insbesondere der emotionalen Befindlichkeit (Gefühle) der normativen Ausrichtung (Werte), der Handlungsprioritäten (Ziele), der fachlichen Grundlagen (Wissen), des Selbstkonzepts ('Bild' von der Person), (jeweils im Hinblick auf die eigene Person sowie die Kommunikationspartner), Fähigkeit zur Klärung der Übereinstimmung zwischen den äußeren Erwartungen an ein situationsgerechtes Handeln und den inneren Ansprüchen an ein authentisches Handeln.

Zu (c): Fähigkeit und Sensibilität, Kommunikationsstörungen zu identifizieren, und die Bereitschaft, sich mit ihnen (auch reflexiv) auseinanderzusetzen. Fähigkeit, reflexiv gewonnene Einsichten und Vorhaben in die Kommunikationsgestaltung einbringen und (ggf. unter Zuhilfenahme von Strategien der Handlungskontrolle) umsetzen zu können.

#### 3.2 Personale Kompetenzen

Personale Kompetenzen sind Dispositionen, sich selbst einzuschätzen, produktive Einstellungen, Werthaltungen, Motive und Selbstbilder zu entwickeln, eigene Begabungen, Moti-

vationen, Leistungsvorsätze zu entfalten und sich im Rahmen der Arbeit und außerhalb kreativ zu entwickeln und zu lernen.

LERCH (2013) bezeichnet personale Kompetenzen in Orientierung an aktuellen bildungswissenschaftlichen Konzepten auch als Selbstkompetenzen und unterscheidet dabei motivational-affektive Komponenten wie Selbstmotivation, Lern- und Leistungsbereitschaft, Sorgfalt, Flexibilität, Entscheidungsfähigkeit, Eigeninitiative, Verantwortungsfähigkeit, Zielstrebigkeit, Selbstvertrauen, Selbstständigkeit, Hilfsbereitschaft, Selbstkontrolle und Anstrengungsbereitschaft und strategisch-organisatorische Komponenten wie Selbstmanagement, Selbstorganisation, Zeitmanagement sowie Reflexionsfähigkeit. Hier sind auch sogenannte Lernkompetenzen (MANDL & FRIEDRICH, 2005) als jene personalen Kompetenzen einzuordnen, welche auf die eigenständige Organisation und Regulation des Lernens ausgerichtet sind.

### 3.3 Fachlich-methodische Kompetenzen

Fachlich-methodische Kompetenzen sind Dispositionen einer Person, bei der Lösung von sachlich-gegenständlichen Problemen geistig und physisch selbstorganisiert zu handeln, d. h. mit fachlichen und instrumentellen Kenntnissen, Fertigkeiten und Fähigkeiten kreativ Probleme zu lösen, Wissen sinnorientiert einzuordnen und zu bewerten; das schließt Dispositionen ein, Tätigkeiten, Aufgaben und Lösungen methodisch selbstorganisiert zu gestalten, sowie die Methoden selbst kreativ weiterzuentwickeln.

Fachlich-methodische Kompetenzen sind – im Sinne von ERPENBECK, ROSENSTIEL, GROTE, UND SAUTER (2017, S.XXI ff) – durch die Korrespondenz konkreter Handlungen und spezifischem Wissen beschreibbar. Wenn bekannt ist, was ein Mensch als Folge eines Lernprozesses können soll und auf welcher Wissensbasis dieses Können abgestützt sein soll, um ein eigenständiges und variables Handeln zu ermöglichen, kann sehr gezielt ein Unterricht geplant und gestaltet werden, der solche Kompetenzen integrativ vermittelt und eine Diagnostik entwickelt, mit welcher diese überprüft werden können. Im vorliegenden Lehrplan werden somit fachlich-methodische Kompetenzen als geschlossene Sinneinheiten aus Können und Wissen konkretisiert. Das Können wird dabei in Form einer beruflichen Handlung beschrieben, das Wissen in drei eigenständigen Kategorien auf mittlerem Konkretisierungsniveau spezifiziert: (a) Sachwissen, (b) Prozesswissen und (c) Reflexionswissen (PITTICH, 2013).

Zu (a): Sachwissen umfasst ein *anwendungs- und umsetzungsunabhängiges Wissen* über Dinge, Gegenstände, Geräte, Abläufe, Systeme etc. Es ist Teil fachlicher Systematiken und daher sachlogisch-hierarchisch strukturiert, wird durch assoziierendes Wahrnehmen, Verstehen und Merken erworben und ist damit die *gegenständliche Voraussetzung für ein eigenständiges, selbstreguliertes Handeln*. Beispiele: Aufbau eines Temperatursensors, Bauteile eines Kompaktreglers, Funktion eines Kompaktreglers, Aufbau einer Speicherprogrammierbaren Steuerung, Programmiersprache einer Speicherprogrammierbaren Steuerung, Struktur des Risikomanagement-Prozesses, EFQM-Modell.

Zu (b): Prozesswissen umfasst ein *anwendungs- und umsetzungsabhängiges Wissen* über berufliche Handlungssequenzen. Prozesse können auf drei verschiedenen Ebenen stattfinden, daher hat Prozesswissen entweder eine Produktdimension (Handhabung von Werkzeug, Material etc.), eine Aufgabendimension (Aufgaben-Typus, -Abfolgen etc.) oder eine Organisationsdimension (Geschäftsprozesse, Kreisläufe etc.). Prozesswissen ist immer Teil handlungsbezogener Systematiken und daher prozesslogisch-multizyklisch struk-

turiert, wird durch zielgerichtetes und feedback-gesteuertes Tun erworben und ist damit *funktionale Voraussetzung für ein eigenständiges, selbstreguliertes Handeln*. Beispiele: Kalibrierung eines Temperatursensors, Bedienung eines Kompaktreglers, Umgang mit der Programmierumgebung einer speicherprogrammierbaren Steuerung, Umsetzung des Risikomanagements, Handhabung einer EFQM-Zertifizierung.

Zu (c): Reflexionswissen umfasst ein *anwendungs- und umsetzungsunabhängiges Wissen*, welches hinter dem zugeordneten Sach- und Prozesswissen steht. Als konzeptuelles Wissen bildet es die theoretische Basis für das vorgeordnete Sach- und Prozesswissen und steht damit diesen gegenüber auf einer Meta-Ebene. Mit dem Reflexionswissen steht und fällt der Anspruch einer Kompetenz (und deren Erwerb). Seine Bestimmung erfolgt im Hinblick auf a) das unmittelbare Verständnis des Sach- und Prozesswissens (Erklärungsfunktion), b) die breitere wissenschaftliche Abstützung des Sach- und Prozesswissens (Fundierungsfunktion), c) die Relativierung des Sach- und Prozesswissens im Hinblick auf dessen berufliche Flexibilisierung und Dynamisierung (Transferfunktion). Umfang und Tiefe des Reflexionswissens werden ausschließlich so bestimmt, dass diesen drei Funktionen Rechnung getragen wird.

In der Trias dieser drei Wissenskategorien besteht ein bedeutsamer Zusammenhang: Das Sachwissen muss am Prozesswissen anschließen und umgekehrt, das Reflexionswissen muss sich auf die Hintergründe des Sach- und Prozesswissens eingrenzen. D. h., dass die hier anzuführenden Wissensbestandteile nur dann kompetenzrelevant sind, wenn sie innerhalb des hier eingrenzenden Handlungsrahmens liegen. Eine Teilkompetenz ist somit das Aggregat aus einer beruflichen Handlung und dem damit korrespondierenden Wissen:

Teilkompetenz			
Berufliche Handlung	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen

Innerhalb der einzelnen Lernfelder sind die einbezogenen Teilkompetenzen nicht zufällig angeordnet, gegenteilig folgen sie einem generativen Ansatz. D. h., dass die jeweils nachfolgende Teilkompetenz den Erwerb der vorausgehenden voraussetzt. Somit gelten innerhalb eines Lernfeldes alle Wissensaspekte, die in den vorausgehenden Teilkompetenzen konkretisiert wurden. Damit wird der Tatsache Rechnung getragen, dass Kompetenzen in einer sachlogischen Abfolge aufgebaut werden, dabei aber vermieden, dass innerhalb der Wissenszuordnungen der Teilkompetenzen nach unten zunehmend Redundanzen dargestellt werden.

### 3.4 Zielkategorien

Alle im Lehrplan aufgeführten Ziele lassen sich den folgenden Kategorien zuordnen:

1. Beruflich akzentuierte Zielkategorien: Kommunizieren & Kooperieren, Darstellen & Visualisieren, Informieren & Strukturieren, Planen & Projektieren, Entwerfen & Entwickeln, Realisieren & Betreiben und Evaluieren & Optimieren.
2. Mathematisch akzentuierte Zielkategorien: Operieren, Modellieren und Argumentieren.

Diese Kategorisierung soll in beruflicher Ausrichtung den Lehrplan mit dem Konzept der vollständigen Handlung (VOLPERT, 1980) hinterlegen, in mathematischer Ausrichtung mit dem O-M-A-Konzept (SILLER ET AL. 2014). Damit wird zum einen eine theoretisch abgestützte Differenzierung der vielfältigen Ziele beruflicher Lehrpläne erreicht, zum anderen die strukturelle Basis für eine nachvollziehbare und handhabbare Taxierung hergestellt.

### 3.4.1 Beruflich akzentuierte Zielkategorien

#### **Kommunizieren und Kooperieren**

Zum Kommunizieren gehören die schriftliche und mündliche Darlegung technischer, gestalterischer und betriebswirtschaftlicher Sachverhalte sowie die Führung einer Diskussion oder eines Diskurses über Problemstellungen unter Nutzung der erforderlichen Fachsprache. Das Spektrum der Zielkategorie reicht von einfachen Erläuterungen über fachlich fundierte Argumentation bis hin zur fachlichen Bewertung und Begründung technischer bzw. gestalterischer Zusammenhänge und Entscheidungen. Dabei sind die Sachverhalte und Problemstellungen inhaltlich klar, logisch strukturiert und anschaulich aufzubereiten. Der sachgemäße Gebrauch von Kommunikationsmedien und Kommunikationsplattformen sowie die Kenntnis der Kommunikationswege ermöglichen effektive Teamarbeit. Nicht zuletzt sind in diesem Zusammenhang der angemessene Umgang mit interkulturellen Aspekten sowie fremdsprachliche Kenntnisse erforderlich.

Kooperation ist eine wesentliche Voraussetzung zur Lösung komplexer Problemstellungen. Notwendig für erfolgreiche Kooperation ist Klarheit über die Gesamtzielsetzung, über die Teilziele, über die Schnittstellen und Randbedingungen sowie über die Arbeitsteilung und die Stärken und Schwächen aller Kooperationspartner. Um erfolgreich zu kooperieren, ist es erforderlich, die eigene Person und Leistung als Teil eines Ganzen zu sehen und einem gemeinsamen Ziel unterzuordnen. Auftretende Konflikte müssen respektvoll und sachbezogen gelöst werden.

#### **Darstellen und Visualisieren**

Diese Zielkategorie umfasst das Darstellen und Illustrieren technischer, gestalterischer und betriebswirtschaftlicher Sachverhalte, insbesondere das 'Übersetzen' abstrakter Daten und dynamischer Prozesse in fachgerechte Tabellen, Zeichnungen, Skizzen, Diagramme und weitere grafische Formen sowie beschreibende und erläuternde Texte. Dazu gehört es, geeignete Medien zur Visualisierung zu wählen, Sachverhalte, Problemstellungen und Lösungsvarianten in Dokumenten und Präsentationen darzustellen und zu erläutern. Ferner sind bei der Erstellung von Dokumenten die geltenden Normen und Konventionen zu beachten.

#### **Informieren und Strukturieren**

Das Internet bietet Information in großer Fülle zu vielen technischen, gestalterischen und betriebswirtschaftlichen Sachverhalten. Weitere Informationsquellen sind die wissenschaftliche Literatur und Dokumente aus den Betrieben und der Industrie sowie Experten und Kollegen. Sich umfassend und objektiv zu informieren stellt unter dieser Vielfalt eine grundsätzliche und wichtige Kompetenz dar. Die Studierenden sollen die Fähigkeit erwerben, zu Sachverhalten und Problemstellungen wichtige Informationsquellen zu benennen, sowie die Glaubwürdigkeit und Seriosität dieser Quellen anhand belastbarer Kriterien zu bewerten. Das Spektrum dieser Zielkategorie beinhaltet ferner die korrekte und sachgerechte Verwendung von Zitaten und die Beachtung von Persönlichkeitsrechten. Mit dem Informationserwerb geht die Strukturierung der Informationen durch zielgerechtes Auswählen, Zusammenfassen und Aufbereiten einher.

#### **Planen und Projektieren**

Diese Zielkategorie beinhaltet die wesentlichen Fertigkeiten und Kenntnisse, um komplexere und umfangreichere Aufgaben- oder Problemstellungen inhaltlich wie auch zeitlich zu

strukturieren, mit Qualitätssicherungsmaßnahmen zu belegen und die Kosten und Ressourcen zu kalkulieren und zu bewerten. Im Detail gehören dazu die Fähigkeiten, überprüfbare Kriterien und Planungsziele zu definieren und deren Umsetzung zu planen und zu kontrollieren. Die zeitliche und inhaltliche Gliederung der Aufgaben ist zu Zwecken der Kontrolle und Steuerung, der Kooperation und Visualisierung durch eine begründete Wahl von Projektmethoden und Werkzeugen sicherzustellen.

### **Entwerfen und Entwickeln**

Das Entwerfen ist die zielgerichtete geistige und kreative Vorbereitung eines später zu realisierenden Produktes. Dieses Produkt kann beispielsweise ein Modell, eine Kollektion, eine Vorrichtung, eine Schaltung, eine Baugruppe, ein Steuerungsprogramm oder auch ein Regelkreis sein. Das Ergebnis dieses Prozesses – der Entwurf – wird in Form von Texten, Zeichnungen, Grafiken, (Näh-) Proben, Schnittmustern, Schaltplänen, Modellen oder Berechnungen dokumentiert.

Entwickeln ist die zielgerichtete Konkretisierung eines Entwurfs oder Verbesserung eines bestehenden Produktes oder technischen Systems. Dabei bilden die Studierenden in Schritten stufenweise Detaillösungen zu den Problemstellungen ab. Die Kenntnis über Kreativitätstechniken, Analyse- und Berechnungsmethoden sowie deren fachspezifischen Anwendungen spielen in diesem Entwicklungsprozess eine zentrale Rolle.

### **Realisieren und Betreiben**

Neben dem eigentlichen Umsetzen des Entwurfs (z. B. Prototyp, Nullserie, Testanlage) geht es hier um die Inbetriebnahme, das Einbinden des Produktes in die Produktumgebung, das Messen und Prüfen der realisierten Komponenten und Modelle, die konkrete Fertigung, auch in Form einer Serie, die Integration einer Software in ein System, die Integration von Software und Hardware oder das Testen einer implementierten Software oder eines Verfahrens möglichst unter Realbedingungen. Dabei können auch geeignete Simulationsverfahren zum Einsatz kommen. Gewonnene Erkenntnisse können auf neue Problemstellungen transferiert werden. Damit ein technisches System dauerhaft funktioniert, sind ggf. Instandhaltungsmaßnahmen rechtzeitig, bedarfsgerecht und geplant unter Berücksichtigung der Wirtschaftlichkeit des gesamten Systems durchzuführen.

### **Evaluieren und Optimieren**

Im Interesse der Qualitätssicherung ist ein stetiges Reflektieren, Evaluieren und Optimieren erforderlich. Sowohl bei überschaubaren Arbeitspaketen als auch bei ganzen Projekten ist hinsichtlich der eingesetzten Methoden, Ressourcen, Kosten und erbrachten Ergebnisse zu klären: Was hat sich bewährt, was sollte bei der nächsten Gelegenheit wie verbessert werden (Lessons Learned)?

Die Kenntnis und Anwendung spezieller Methoden der Reflektion und Evaluation mit der dazugehörigen Datenerfassung und Auswertung sind in dieser Zielkategorie essenziell.

Jeder Prozess oder jede Anlage bedarf eines kontinuierlichen Verbesserungsprozesses (KVP). Dafür sind spezielle Kompetenzen notwendig, die die Datenerfassung, die Datenauswertung zur Identifikation von Verbesserungspotential und die Entscheidung für Maßnahmen unter Berücksichtigung von Effektivität und Effizienz ermöglichen.

Zur Bewältigung zukünftiger Herausforderungen im Privaten wie Beruflichen ist es wichtig, sich selbstbestimmt und selbstverantwortlich neuen Lerninhalten und Lernzielen zu stellen. Die Studierenden sollen deshalb unterschiedliche Lerntechniken kennen und anwen-

den sowie über das Reflektieren des eigenen Lernverhaltens in die Lage versetzt werden, ihren Lernprozess aus der Perspektive des lebenslangen Lernens bewusst und selbstständig zu gestalten und zu fördern.

### 3.4.2 Mathematisch akzentuierte Zielkategorien

Den mathematisch akzentuierten Zielkategorien werden die Handlungsdimensionen „Operieren“, „Modellieren“ und „Argumentieren“ (kurz: O-M-A) zu Grunde gelegt, welche sich nach SILLER ET. AL (2014) zum einen an grundlegenden mathematischen Tätigkeiten und zum anderen an den fundamentalen Ideen der Mathematik orientieren.

Die Dimension *Operieren* bezieht sich auf „die Planung sowie die korrekte, sinnvolle und effiziente Durchführung von Rechen- oder Konstruktionsabläufen und schließt z. B. geometrisches Konstruieren oder (...) das Arbeiten mit bzw. in Tabellen und Grafiken mit ein“ (BIFIE, 2013, S. 21).

Die Dimension *Modellieren* ist darauf ausgerichtet „in einem gegebenen Sachverhalt die relevanten mathematischen Beziehungen zu erkennen (...), allenfalls Annahmen zu treffen, Vereinfachungen bzw. Idealisierungen vorzunehmen und Ähnliches“ (BIFIE, 2013, S. 21).

Die Dimension *Argumentieren* fokussiert „eine korrekte und adäquate Verwendung mathematischer Eigenschaften, Beziehungen und Regeln sowie der mathematischen Fachsprache“ (BIFIE, 2013, S. 22).

### 3.5 Taxierung der Kompetenzen in drei Stufen

Die Qualität einer fachlich-methodischen Kompetenz kann nicht anhand einzelner Wissenskomponenten bemessen werden. Entscheidend ist hier vielmehr der Freiheitsgrad des Handlungsraums, in dem sie eingebettet ist. Nicht diejenigen, die hier in einzelnen Facetten das breiteste Wissen nachweisen können, sind die Kompetentesten, sondern diejenigen, deren Handlungsfähigkeit im einschlägigen Kontext am weitesten reicht. Hier lassen sich theoriebasiert drei Handlungsqualitäten unterscheiden:

Qualität 1 (linear-serielle Struktur):

Start und Ziel eindeutig, Umsetzung durch „reflektiertes Abarbeiten“ (Abfolgen).

Qualität 2 (zyklisch-verzweigte Struktur):

Start und Ziel eindeutig, Umsetzung durch das koordinierte Abarbeiten mehrerer Abfolgen und damit zusammenhängenden Auswahlentscheidungen (Algorithmen).

Qualität 3 (mehrschichtige Struktur):

Ziel und Start müssen definiert werden, Umsetzung durch Antizipieren tragfähiger Algorithmen bzw. deren Erprobung und reflektierter Kombination (Heuristiken).

Es ist erkennbar, dass die jeweils höhere Qualität die der vorausgehenden integriert. Handeln auf Ebene des Algorithmus bedingt die Beherrschung der darin zu vollziehenden Abfolgen, Handeln auf Heuristik-Ebene bedingt die Beherrschung der darin zu vollziehenden Algorithmen. Für die Qualität 1 ist daher Reflexionswissen funktional nicht erforderlich, trotzdem ist es für Lernende bedeutsam, da ein Verständnislernen immer interessanter und motivierender ist als ein rein funktionalistisches Lernen. Für Qualität 2 ist moderates Reflexionswissen erforderlich, da hier schon Entscheidungen eigenständig getroffen werden müssen. Mit dem Anspruchsniveau der erforderlichen Entscheidungen steigt der Bedarf an Reflexionswissen. Qualität 3 kann nur umgesetzt werden, wenn über das Reflexi-

onswissen der Stufe 2 hinaus weiteres Reflexionswissen verfügbar ist, welche neben, hinter oder über diesem steht. Um komplexe Probleme zu lösen, sind kognitive Freiheitsgrade erforderlich, die nur mit einem entsprechend tiefen Verständnis der jeweiligen Zusammenhänge erreicht werden können.

Diese Handlungsqualitäten können für den Lehrplan als Kompetenzstufen genutzt werden, denn sie repräsentieren Kompetenz-Unterschiede, welche nicht auf einem Kontinuum darstellbar sind, sondern sich in diskreten Qualitäten ausdrücken. Um die in den Lernfeldern aufgelisteten Kompetenz-Beschreibungen nicht zu überladen, wird im vorliegenden Lehrplan nicht jede einzelne Kompetenz in den drei Niveaustufen konkretisiert. Vielmehr erfolgt dies entlang der beruflichen und mathematischen Zielkategorien.

ENTWURF



## 3.5.1 Taxonomietabelle für beruflich akzentuierte Zielkategorien

Zielkategorien	Stufe I (Abfolge)	Stufe II (Algorithmus)	Stufe III (Heuristik)
<b>Kommunizieren &amp; Kooperieren</b>	Mitteilen und Annehmen von Informationen, koagierend zusammenarbeiten	an konstruktiven, adaptiven Gesprächen teilnehmen, kooperierend zusammenarbeiten	komplexe bzw. konfliktäre Gespräche führen, Kooperationen gestalten und steuern, Konflikte lösen
<b>Darstellen &amp; Visualisieren</b>	Präsentieren von klaren Gegenständlichkeiten, Fakten, Strukturen, Details	Präsentieren von eindeutigen Zusammenhängen und Funktionen mittels geeignet ausgewählter Darstellungsformen	Präsentieren und Dokumentieren komplexer Zusammenhänge und offener Sachverhalte mittels geeigneter Werkzeuge und Methoden
<b>Informieren &amp; Strukturieren</b>	Handhaben von Informationsmaterialien, Finden und Ordnen von Informationen	Finden einschlägiger Informationsmaterialien, Verifizieren, Selektieren und Ordnen von Informationen	Umsetzen offener Informationsbedarfe, von der Quellensuche bis zur strukturierten Information
<b>Planen &amp; Projektieren</b>	Problemstellungen inhaltlich strukturieren und zeitlich gliedern	routinenaher Projekte inhaltlich strukturieren und zeitlich gliedern	komplexe Projekte inhaltlich strukturieren und zeitlich gliedern unter Beachtung verfügbarer Ressourcen
<b>Entwerfen &amp; Entwickeln</b>	Umsetzen einfacher Ideen in Skizzen, Plänen oder konkreten Lösungen	Abgleichen konkurrierender Ideen, Umsetzen in Skizzen, Plänen oder konkreten Lösungen	Integration einzelner Ideen zu einer Gesamtlösung, Umsetzen in Skizzen, Plänen oder konkreten Lösungen
<b>Realisieren &amp; Betreiben</b>	Aktivieren und Kontrollieren serieller Prozesse	Aktivieren und Regulieren zyklischer Prozesse	Abstimmen, Aktivieren und Modulieren mehrschichtiger Prozesse
<b>Evaluieren &amp; Optimieren</b>	Bewerten entlang eines standardisierten Rasters, Umsetzen unmittelbarer Konsequenzen	Bewerten entlang eines offenen Rasters, Herleiten und Umsetzen von adäquaten Konsequenzen	Bewerten in Anwendung eigenständiger Kategorien, Herleiten und Umsetzen von adäquaten Konsequenzen

## 3.5.2 Taxonomietabelle für mathematisch akzentuierte Zielkategorien

Zielkategorien	Stufe I (Abfolge)	Stufe II (Algorithmus)	Stufe III (Heuristik)
<b>mathematisches Operieren</b>	Anwenden eines gegebenen bzw. vertrauten Verfahrens im Sinne eines Abarbeitens bzw. Ausführens	Abarbeiten und Ausführen mehrschrittiger Verfahren ggf. durch Rechneinsatz und Nutzung von Kontrollmöglichkeiten	Erkennen, ob ein bestimmtes Verfahren auf eine gegebene Situation passt, das Verfahren anpassen und ggf. weiterentwickeln
<b>mathematisches Modellieren</b>	Durchführen eines Darstellungswechsels zwischen Kontext und mathematischer Repräsentation Verwenden vertrauter und direkt erkennbarer Standardmodelle zur Beschreibung einer vorgegebenen (mathematisierter) Situation	Beschreiben vorgegebener (mathematisierter) Situation durch mathematische Standardmodelle bzw. mathematische Zusammenhänge Erkennen und Setzen von Rahmenbedingungen zum Einsatz von mathematischen Standardmodellen Anwenden von Standardmodellen auf neuartige Situationen Finden einer Passung zwischen geeigneten mathematischen Modellen und realen Situationen	komplexe Modellierung einer vorgegebenen Situation Reflektieren der Lösungsvarianten bzw. der Modellwahl Beurteilen der zugrunde gelegten Lösungsverfahren
<b>mathematisches Argumentieren</b>	einfache fachsprachliche Begründungen ausführen; das Zutreffen eines Zusammenhangs oder Verfahrens bzw. die Passung eines Begriffes auf eine gegebene Situation prüfen	mehrschrittige mathematische Standard-Argumentationen durchführen und beschreiben Nachvollziehen und Erläutern von mathematischen Begriffen, Sätzen, Verfahren, Darstellungen, Argumentationsketten und Kontexten fachlich und fachsprachlich korrekte Erklärung von einfachen mathematischen Sachverhalten, Resultaten und Entscheidungen	mathematische Argumentationen prüfen bzw. vervollständigen eigenständige Argumentationsketten aufbauen

### 3.6 Zusammenfassung

Das hier zugrundeliegende Kompetenzmodell schließt drei Kompetenzklassen nach ER-PENBECK, ROSENSTIEL, GROTE, SAUTER (2017, XXI ff.) ein: Sozial-kommunikative Kompetenzen, personale Kompetenzen (bzw. Selbstkompetenzen) und fachlich-methodische Kompetenzen.

Sozial-kommunikative Kompetenzen werden nach EULER & REEMTSMA-THEIS (1999) in einen agentiven Schwerpunkt, einen reflexiven Schwerpunkt und deren Integration unterteilt. Personale Kompetenzen (bzw. Selbstkompetenzen) werden nach LERCH (2013) in motivational-affektive und strategisch-organisatorische Komponenten unterschieden. Für diese beiden Kompetenzklassen sieht der Lehrplan keine weitere Detaillierung vor, da die Entwicklung überfachlicher Kompetenzen – durch deren enge Verschränkung mit der persönlichen Entwicklung des Individuums – deutlich anderen Gesetzmäßigkeiten unterliegt als die Entwicklung fachlich-methodischer Kompetenzen. Eine Anregung und Unterstützung in der Entwicklung überfachlicher Kompetenzen durch den Fachschulunterricht kann daher auch nicht entlang einer jahresplanmäßigen Umsetzung einzelner, thematisch determinierter Lernstrecken erfolgen, sondern muss vielmehr fortlaufend produktiv und dabei aber auch reflexiv in die Vermittlung fachlich-methodischer Kompetenzen eingebettet werden.

Im Zentrum dieses Lehrplankonzepts stehen die fachlich-methodischen Kompetenzen und deren differenzierte und taxiierte curriculare Dokumentation. Teilkompetenzen sind hierbei Aggregate aus spezifischen beruflichen Handlungen und dem diesen jeweils zugeordneten Wissen. Dabei unterscheidet man zwischen Sach-, Prozess- und Reflexionswissen. Als Basis für einen kompetenzorientierten Unterricht konkretisiert dieser Lehrplan zusammenhängende Komplexe aus Handlungskomponenten und Wissenskomponenten auf einem mittleren Konkretisierungsniveau. Der Fachschulunterricht wird dann erstens durch die Explikation und Konkretisierung der Handlungs- und Wissenskomponenten inhaltlich ausgestaltet und zweitens durch die Umsetzung der Taxonomietabellen (Tabellen in Abschnitt 3.5.1 und 3.5.2) in seinem Anspruch dimensioniert. Damit besteht einerseits eine curriculare Rahmung, die dem Anspruch eines Kompetenzstufenmodells gerecht wird, zum anderen liegen die für Fachschulen erforderlichen Freiheitsgrade vor, um der Heterogenität der Adressatengruppen gerecht werden und dem technologischen Wandel folgen zu können.

## 4 Organisation der Kompetenzen und Kenntnisse

### 4.1 Lernfelder

Wie der vorausgehende Lehrplan ist auch dieser in Lernfelder segmentiert. Als Novität ist hier nun zwischen berufsbezogenen Lernfeldern und Querschnitt-Lernfeldern zu unterscheiden (Abbildung 1).

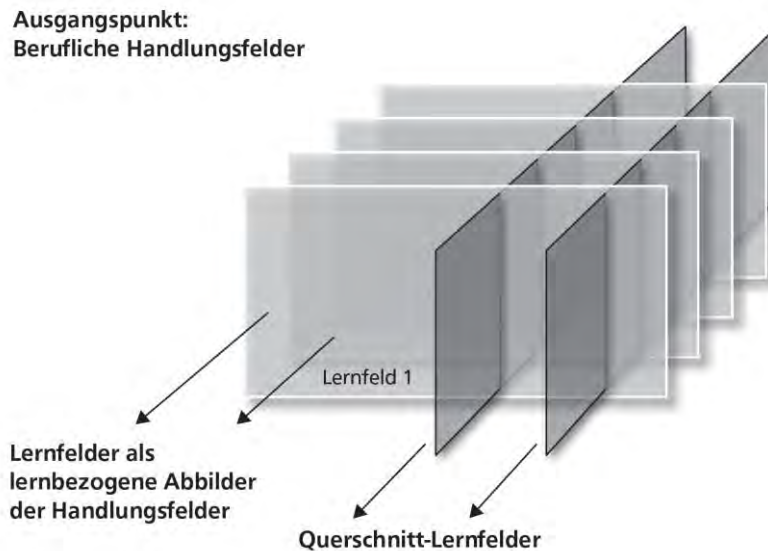


Abbildung 1: Beziehung von berufsbezogenen Lernfeldern als lernbezogene Abbilder beruflicher Handlungsfelder und Querschnitt-Lernfeldern.

**Berufsbezogene Lernfelder** sind curriculare Teilsegmente, welche sich aus einer spezifischen didaktischen Transformation beruflicher Handlungsfelder ergeben (BADER, 2004, S. 1). Wesentlich ist hierbei, dass die für das jeweilige Berufssegment wesentlichen Tätigkeitsbereiche adressiert werden. Relevante berufliche Handlungsfelder haben Gegenwarts- und Zukunftsbedeutung, ihre didaktische Reduktion in das Format eines Lernfeldes folgt dem Prinzip der Exemplarität (KLAFKI, 1964). Somit steht jedes einzelne Lernfeld des Lehrplans für einen gegenwarts- und zukunftsrelevanten Ausschnitt des dazugehörigen Berufssegments, als Gesamtheit repräsentieren sie dieses als exemplarisches Gesamtgefüge.

**Querschnitt-Lernfelder** integrieren übergreifende Aspekte der berufsbezogenen Lernfelder und adressieren entsprechend primär Grundlagenthemen, welche innerhalb der berufsbezogenen Lernfelder bedeutsam sind, jedoch diesbezüglich vorbereitend oder ergänzend vermittelt werden müssen. Insbesondere handelt es sich hier um mathematische, naturwissenschaftliche, informatische, volks- und betriebswirtschaftliche, gestalterische und ästhetische Kenntnisse bzw. Fertigkeiten, welche sich im Hinblick auf die Berufskompetenzen als Basis- oder Bezugskategorien darstellen. Zu den Querschnitt-Lernfeldern gehört die fachrichtungsbezogene Mathematik.

Innerhalb jeden Lernfeldes werden dessen Nummer, Bezeichnung sowie Zeit-Horizont dargestellt und insbesondere die darin adressierten Lernziele. Die Abfolge der Lernfelder im Lehrplan ist nicht beliebig, impliziert jedoch keine Reihenfolge der Vermittlung. In den *berufsbezogenen* Lernfeldern werden die Lernziele durch (weitgehend fachlich-methodische) Kompetenzen beschrieben (TENBERG, 2011, S. 61 ff). Dies erfolgt in Aggre-

gaten aus beruflichen Handlungen und zugeordnetem Wissen. Diese Lehrplaninhalte sind angesichts der Streuung und Unschärfe beruflicher Tätigkeitsspektren in den jeweiligen Segmenten sowie der Dynamik des technisch-produktiven Wandels auf einem mittleren Konkretisierungsniveau angelegt. Zur Taxierung dieser Lernziele liegt eine eigenständige Tabelle (siehe Abschnitt 3.5.1) vor, welche geordnet nach Zielkategorien die jeweils erforderlichen Handlungsqualitäten für die Stufen 1 (Minimalanspruch), 2 (Regelanspruch) und 3 (hoher Anspruch) konkretisiert. Zur Taxierung der Lernziele in der Mathematik (beruflicher Lernbereich) liegt eine gesonderte Tabelle (siehe Abschnitt 3.5.2) mit gleichem Aufbau vor. In den übrigen *Querschnitt*-Lernfeldern werden die Lernziele entweder durch Kenntnisse oder durch Fertigkeiten beschrieben. Sie werden dabei weder taxiert noch zeitlich näher präzisiert, da dieses nur im Rahmen der schulspezifischen Umsetzung möglich und sinnvoll erscheint. Als Orientierung dient hier jeweils der in den berufsbezogenen Lernfeldern konkret feststellbare Anspruch an übergreifende Aspekte.

## 4.2 Stundentafel

Für jedes Lernfeld und die Projektarbeit dürfen die Unterrichtsstunden innerhalb der angegebenen Grenzen variieren, wobei im beruflichen Lernbereich insgesamt 2000 Stunden erteilt werden müssen. Die Lernfelder 5 bis 9 können durch die einzelnen Schulen frei auf die beiden Ausbildungsabschnitte verteilt werden. Für alle Studierenden eines Jahrgangs im Schwerpunkt Maschinen- und Anlagentechnik muss der Stundenumfang für die individuelle Projektarbeit gleich sein.

Beruflicher Lernbereich	Unterrichtsstunden	
	1. Ausbildungsabschnitt	2. Ausbildungsabschnitt
Mathematik	200	
Projektarbeit		200 - 240
<b>Lernfelder</b>		
LF 1 Projekte mittels systematischem Projektmanagement zum Erfolg führen	80 - 120	
LF 2 Mechanische Baugruppen und Funktionseinheiten analysieren, planen und prüfen	160 - 240	
LF 3 Elektrische, elektromechanische und elektronische Baugruppen analysieren, planen und in Betrieb nehmen	160 - 240	
LF 4 Anwendungen programmieren, Daten auswerten und dokumentieren	80 - 120	
LF 5 Steuerungen und Anlagen analysieren, konzipieren und optimieren		200
LF 6 Informationstechnische Systeme und Netzwerke einrichten, anpassen und nutzen		120
LF 7 Komplexe mechatronische Systeme automatisieren		160 - 240
LF 8 Mechatronische Systeme analysieren, konzipieren, optimieren und in Betrieb nehmen		240
LF 9 Produktions- und Arbeitsabläufe unter Berücksichtigung des Qualitätsmanagements planen, steuern und optimieren		80 - 160

4.3 Beruflicher Lernbereich

4.3.1 Mathematik (Querschnitt-Lernfeld) [200h]

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	MATHEMATIK		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... handhaben algebraische Verfahren, beispielsweise zur Auslegung elektrischer Netze und ebener Trag- und Fachwerke.	Zahlenmengen <ul style="list-style-type: none"> <li>• natürliche Zahlen</li> <li>• ganze Zahlen</li> <li>• rationale Zahlen</li> <li>• irrationale Zahlen</li> <li>• reelle Zahlen</li> </ul> algebraische Gleichungen <ul style="list-style-type: none"> <li>• linear</li> <li>• quadratisch</li> <li>• exponentiell</li> <li>• gemischt</li> </ul> lineare Gleichungssysteme Potenz- und Logarithmusregeln	Anwendung von Standardlösungsverfahren <ul style="list-style-type: none"> <li>• Äquivalenzumformung</li> <li>• pq-Formel</li> <li>• Gleichsetzungsverfahren</li> <li>• Einsetzverfahren</li> <li>• Additionsverfahren</li> <li>• Gaußalgorithmus</li> </ul> Methoden der Abschätzung Ergebniskontrolle Umgang mit einem wissenschaftlichen Taschenrechner (WTR)	Axiome des mathematischen Körpers Operatoren Rechengesetze <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kommutativgesetz</li> <li>• Assoziativgesetz</li> <li>• Distributivgesetz</li> </ul>
... nutzen geometrische und trigonometrische Verfahren zur Lösung geometrischer Problemstellungen u. a. im Rahmen konstruktiver, steuerungs- und fertigungstechnischer Aufgabenstellungen.	Satz des Pythagoras trigonometrische Seitenverhältnisse Einheitskreis Sinus- und Kosinussatz Flächen und Volumina von geometrischen Formen und Körpern	Berechnung von Längen, Abständen und Winkeln Berechnung realer Flächen und Körper	Ähnlichkeits- und Kongruenzsätze für Dreiecke Strahlensatz euklidische Axiome

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	MATHEMATIK		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
<p>... <b>handhaben</b> mathematische Funktionen zur Modellierung und Lösung u. a. im Rahmen technischer und wirtschaftlicher Problemstellungen, auch mittels Software, wie Kennlinien von Bauelementen, Ladekurve eines Kondensators, Schnittgrößen und Biegelinien von Trägern.</p>	<p>Darstellungsformen und Funktionsvorschriften</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ganzrationale Funktionen, insbesondere lineare und quadratische</li> <li>• trigonometrische Funktionen</li> <li>• Exponentialfunktionen</li> </ul> <p>Charakteristika</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Steigung</li> <li>• Nullstellen, Abszissenabstand</li> <li>• Schnittpunkt</li> <li>• Scheitelpunkt</li> <li>• Periodizität</li> </ul> <p>Wertebereich, Definitionsbereich</p>	<p>Berechnung der Charakteristika Wechsel der Darstellungsformen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Normal-, Scheitelpunktform, Linearfaktor-darstellung</li> <li>• implizite, explizite Funktionsvorschrift</li> <li>• Graph und Wertetabelle</li> </ul> <p>Funktionsermittlung Differenzenquotient Funktionsdarstellung mittels Software Konstruktion trigonometrischer Funktionen mit Hilfe des Einheitskreises</p>	<p>trigonometrische Grundlagen Relationen und Abbildungen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• kartesisches Produkt</li> <li>• Surjektivität, Injektivität, Bijektivität</li> </ul> <p>Funktionsbegriff</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• mathematisches Modell vs. Realbezug</li> </ul>
<p>... <b>verwenden</b> Verfahren der analytischen Geometrie und linearen Algebra, beispielsweise zur Darstellung von Kräften als Vektoren.</p>	<p>Vektoren</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vektorkomponenten</li> <li>• Schreibweisen</li> </ul> <p>Vektoroperationen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Skalierung</li> <li>• Vektoraddition</li> <li>• Skalarprodukt</li> </ul> <p>orthogonale, parallele und linear unabhängige Vektoren</p>	<p>Addition und Subtraktion von Vektoren Beschreibung geometrischer Körper im Raum mittels Vektoren Winkelberechnung mit Skalarprodukt</p>	<p>Vektor als Parallelverschiebung bzw. Translation im Raum trigonometrische Grundlagen</p>
<p>... <b>setzen statistische Methoden</b>, beispielsweise im Rahmen der Qualitätssicherung, ein.</p>	<p>Statistische Kenngrößen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• arithmetisches Mittel</li> <li>• Median</li> <li>• Varianz</li> </ul>	<p>Datenerfassung und -darstellung Berechnung statistischer Kenngrößen (auch mit Hilfe von Software) Berechnung von Fehlern indirekt gemessener</p>	<p>deskriptive Statistik empirische Verfahren</p>



Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	MATHEMATIK		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Standardabweichung</li> <li>Fehlerfortpflanzung</li> </ul>	Größen	
HINWEISE:	Wo immer möglich, sollten Anwendungsbeispiele aus dem Kontext der anderen Lernfelder der Fachrichtung / des Schwerpunktes gewählt werden.		

## 4.3.2 Projektarbeit [200h–240h]

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	Vorbemerkung	Organisatorische Hinweise
<p>... analysieren und strukturieren eine Problemstellung und lösen sie praxisgerecht.</p> <p>... bewerten und präsentieren das Handlungsprodukt und den Arbeitsprozess.</p> <p>... berücksichtigen Aspekte wie z. B. Wirtschaftlichkeit, Energie- und Rohstoffeinsatz, Fragen der Arbeitsergonomie und Arbeitssicherheit, Haftung und Gewährleistung, Qualitätssicherung, Auswirkungen auf Mensch und Umwelt sowie Entsorgung und Recycling.</p> <p>... legen besonderen Wert auf die Förderung von Kommunikation und Kooperation.</p>	<p>Für die Projektarbeit werden fachrichtungsbezogene und lernfeldübergreifende Aufgaben bearbeitet, die sich aus den betrieblichen Einsatzbereichen von Technikerinnen und Technikern ergeben. Die Aufgabenstellung ist so offen zu formulieren, dass sie die Aktivität der Studierenden in der Gruppe herausfordert und unterschiedliche Lösungsvarianten zulässt. Durch den lernfeldübergreifenden Ansatz können Beziehungen und Zusammenhänge der einzelnen Fächer und Lernfelder hergestellt werden. Die Projektarbeit findet interdisziplinär statt. In allen Fächern und Lernfeldern soll über eine entsprechende Problem- und Aufgabenorientierung die methodische Vorbereitung für die Durchführung der Projekte geleistet werden.</p>	<p>Mit den Studierenden werden die Zielvorstellungen, die inhaltlichen Anforderungen sowie die Durchführungsmodalitäten besprochen. Die Studierenden sollen in der Regel Projekte aus der betrieblichen Praxis in Kooperation mit Betrieben bearbeiten. Die Vorschläge für Projektaufgaben sind durch einen Anforderungskatalog möglichst genau zu beschreiben.</p> <p>Alle eingebrachten Projektvorschläge werden durch die zuständige Konferenz geprüft, z. B. auf Realisierbarkeit, Finanzierbarkeit, ausgewählt und beschlossen. Jede Projektarbeit wird von einem Lehrerinnen/Lehrerteam betreut. <b>Die im LF1 „Projekte mittels systematischem Projektmanagements zum Erfolg führen“ erworbenen Kenntnisse und Fertigkeiten müssen angewendet werden.</b></p> <p>Es empfiehlt sich während der Projektphase Projekttag einzuführen, an denen nach Rücksprache die am Projekt beteiligten Lehrerinnen und Lehrer beratend zur Verfügung stehen. Während dieser Zeit können die Studierenden die Projektarbeit beim Auftraggeber im Betrieb und in den Räumlichkeiten der Schule durchführen. Da es sich um eine Schulveranstaltung handelt, besteht für die Studierenden während dieser Tätigkeit ein Versicherungsschutz gegen Unfall- und Haftpflichtschäden.</p>
HINWEISE:		

**4.3.3 Lernfeld 1: Projekte mittels systematischen Projektmanagements zum Erfolg führen [80h-120h]**

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF1: PROJEKTE MITTELS SYSTEMATISCHEN PROJEKTMANAGEMENTS ZUM ERFOLG FÜHREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... kommunizieren effizient und organisieren sich selbst im Projektgeschehen.	Präsentationstechniken Kommunikationssituationen Führung Motivation Konflikte und Krisen Zeitmanagement Arbeitsteilung Klassische und agile Vorgangsmodelle im Projektmanagement	Vorbereitung und Durchführung einer Präsentation Vorbereitung und Durchführen eines Projektmeetings Analyse eines Konfliktes Durchführung und Dokumentation eines Problemlösungsverfahrens Planung und Einteilung der eigenen Arbeitszeit	Kommunikationsmodelle Effektivität als Prinzip Prinzip der systematischen Kommunikation Bedeutung von Selbst- und Fremdwahrnehmung für Konfliktmanagement und Führung Hybrides Projektmanagement
... initialisieren und definieren ein Vorhaben als Projekt.	Inhalt und Bedeutung der Projektphasen Projekttypen Projekt- und Projektmanagementdefinition Kreativitätstechniken Projektziele <ul style="list-style-type: none"> <li>• Qualität</li> <li>• Kosten und Termine</li> <li>• Leistungsziele etc.</li> </ul>	Moderation kreativer Prozesse Zielfindung, –formulierung und Abgrenzung Strukturierung der Projektziele	Prinzip der Zielorientierung
... planen eine Projektdurchführung.	Meilensteine Projektaufwand und -budget sachliche und soziale Projektumfeldfaktoren Risiko, Chance, Maßnahmen zur Risikoverminderung Unternehmens- und Projektorganisationsformen, Rollen im Projekt Lasten- und Pflichtenheft, Projektauftrag,	Phasenplanung Beurteilung des Projektes auf Machbarkeit Projektumfeldanalyse Risikoanalyse Aufstellung einer Projektorganisation Erstellung des Projektauftrages Erstellung des Projektstrukturplans	Prinzip der Ergebnisorientierung Prinzip der personalisierten Verantwortungen

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF1: PROJEKTE MITTELS SYSTEMATISCHEN PROJEKTMANAGEMENTS ZUM ERFOLG FÜHREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
	Projekthandbuch Projektstrukturplan, Arbeitspakete Ablauf- und Terminplan Einsatzmittelplan, Kapazitätsplan, Kostenplan	Durchführung Ablauf- und Terminplanung Erstellung einer Einsatzmittel- und Kostenplanung	
... realisieren das Projekt.	Kosten- und Termentrendanalyse Berichtswesen Projektsteuerung	Stakeholder Management Risikomanagement Überwachung und Steuerung der Projektrealisierung Erstellung, Pflege, und Kommunikation der Projektdokumentation	PM-Regelkreis Prinzip des rechtzeitigen Handelns
... schließen ein Projekt ab.	Übergabeprotokoll Endabnahme	Abschluss der Projektdokumentation Projektübergabe und Abschlusspräsentation Projektreflexion Lessons Learned	
HINWEISE:	Die Kompetenzen in diesem Lernfeld orientieren sich an der ICB (International Competence Baseline, siehe auch <a href="https://www.gpm-ipma.de/know_how/pm_normen_und_standards/standard_icb_4.html">https://www.gpm-ipma.de/know_how/pm_normen_und_standards/standard_icb_4.html</a> ).		

**4.3.4 Lernfeld 2: Mechanische Baugruppen und Funktionseinheiten analysieren, planen und prüfen [160h-240h]**

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF2: MECHANISCHE BAUGRUPPEN UND FUNKTIONSEINHEITEN ANALYSIEREN, PLANEN UND PRÜFEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... analysieren und bestimmen Kräfte und Momente an technischen Systemen.	allgemeines und zentrales Kräftesystem Kräfte und Momente an rotierenden Bauteilen Lager- und Gelenkanordnung	Freimachen von Bauteilen Auflagerberechnung Berechnung von Kraft- und Momentverläufen	Newton'sche Axiome
... analysieren und bestimmen Spannungen an Maschinenelementen und Bauteilen.	Beanspruchungsarten Lastfälle Spannungen und Verformungen an Bauteilen Reibungskräfte zulässige Spannungen für statische und dynamische Belastungen Widerstandsmomente für Standardformen	Berechnung auftretender Spannungen und Verformungen Dimensionierung von Maschinenelementen und Bauteilen Abstraktion/Idealisierung der Wirklichkeit	Reibung Widerstandsmomente • Flächenträgheitsmoment • Torsionsmoment
... wählen begründet geeignete Werkstoffe für Bauteile und Baugruppen aus.	technologische Einteilung von Werkstoffen Eigenschaften und Kenngrößen von Werkstoffen Kennzeichnung von Werkstoffen	Auswahl von Werkstoffen nach physikalischen, technologischen, ökonomischen und ökologischen Kriterien	physikalischer Aufbau von Werkstoffen
... erstellen Handskizzen und konstruieren Bauteile und Baugruppen normgerecht mit Hilfe von CAD-Systemen.	einschlägige Normen und Regelwerke für die Darstellung und Bemaßung von Bauteilen Toleranzen und Passungen Stücklisten für Baugruppen CAD-Systeme	Konstruktion von Einzelteilen und Baugruppen fachgerechte Auswahl anhand von Regelwerken und Katalogen Darstellung von Baugruppen mit Stücklisten Anwendung eines CAD-Systems	Kraft-/Spannungsverläufe in Bauteilen
HINWEISE:			

### 4.3.5 Lernfeld 3: Elektrische, elektronische und elektromechanische Systeme analysieren, planen und in Betrieb nehmen [160h–240h]

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF3: ELEKTRISCHE, ELEKTRONISCHE UND ELEKTROMECHANISCHE SYSTEME ANALYSIEREN, PLANEN UND IN BETRIEB NEHMEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... beachten die für den Umgang mit elektrischer Energie einschlägigen Vorschriften zum Schutz von Menschen und technischen Anlagen.	Schutzmaßnahmen, Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (DGUV) DIN VDE 0100 – 510/600 VDE 1000 Sicherheitsvorschriften Hilfsmaßnahmen bei Unfällen	Durchführung von Schutzmaßnahmen Überprüfung von Schutzmaßnahmen	physiologische Auswirkungen des elektrischen Stroms auf den menschlichen Körper
... analysieren die Funktionsweise elektrischer, elektronischer und elektromechanischer Bauelemente, Baugruppen, Geräte und Systeme anhand der Schaltpläne und entwickeln Schaltungen.	elektrische und mechanische Grundgesetze und Grundgrößen elektrische und elektronische Bauelemente Schaltzeichen und deren Zusammenhänge elektrotechnische Elementarschaltungen für Gleich- sowie ein- und mehrphasige Wechselgrößen symmetrische/unsymmetrische Belastung, Kompensation Schaltpläne Unterschied verschiedener Schaltungsunterlagen	Berechnung von Parametern Arbeit mit Tabellenwerken Umrechnung von Grundgrößen Berechnung von Kenngrößen und Darstellung der Ergebnisse Dimensionierung elektrischer Komponenten	elektrisches und magnetisches Feld Wirkprinzipien der Bauelemente pn-Übergang

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF3: ELEKTRISCHE, ELEKTRONISCHE UND ELEKTROMECHANISCHE SYSTEME ANALYSIEREN, PLANEN UND IN BETRIEB NEHMEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... überprüfen messtechnisch die Funktion und Betriebswerte elektrischer, elektronischer und elektromechanischer Bauelemente und werten die Ergebnisse aus.	elektrische Messgeräte und Messinstrumente elektrische Messverfahren und Messschaltungen für Gleich- sowie ein- und mehrphasige Wechselgrößen, z. B. Brücken für die Sensortechnik Regeln zum Aufbau von Messschaltungen Arten von Messfehlern Typische Fehlerarten Erscheinungsbilder unterschiedlicher Fehlerarten	Handhabung von Messgeräten Aufbau von Messschaltungen Durchführung von Messungen Systematische Fehlersuche	
...wählen elektrische Maschinen für verschiedene Antriebsaufgaben der Mechatronik aus, begründen ihre Wahl, zeigen Alternativlösungen auf und nehmen die gewählten Antriebe in Betrieb.	elektrische Maschinen Frequenzumrichter Motorschutzschalter Dreiphasennetz Umwandlungsprozesse Energieverlust in Anlagen	Dimensionierung der Maschinen Darstellung der Auswahl-Ergebnisse Berechnung von Parametern Inbetriebnahme der Antriebe	Kraftübertragung Bewegung Moment Reibung Schlupf
HINWEISE:			

#### 4.3.6 Lernfeld 4: (Querschnitt-Lernfeld) Anwendungen programmieren, Daten auswerten und dokumentieren [80h–120h]

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF4: ANWENDUNGEN PROGRAMMIEREN, DATEN AUSWERTEN UND DOKUMENTIEREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... <b>nutzen Textverarbeitungs-</b> , Präsentations- und Tabellenkalkulations-Software zur Auswertung von Daten sowie zur Dokumentation und Präsentation von Ergebnissen.	Textverarbeitungsprogramm Tabellekalkulationsprogramm Präsentationsprogramm	Umgang mit dem Textverarbeitungsprogramm Umgang mit dem Tabellenkalkulationsprogramm Umgang mit dem Präsentationsprogramm	
... <b>nutzen passende Typen und Strukturen</b> zur Speicherung von Daten.	elementare Datentypen zusammengesetzte Datentypen globale – lokale Daten statische – dynamische Daten	Deklaration von Variablen Umgang mit dem Programmeditor	Repräsentation von Daten im Speicher
... <b>berechnen Werte.</b>	Operatoren und Operanden Ausdrücke Zuweisungen Typkonvertierungen	Formulierung algebraischer oder logischer Ausdrücke	Rechenregeln für Grundrechenarten Regeln der Boole'schen Algebra
... <b>analysieren bestehende Algorithmen.</b>	Abfolge Kontrollstrukturen	Erkennung und Beschreibung von Strukturelementen und zusammengesetzten Strukturen	Terminierung von Schleifen
... <b>dokumentieren analysierte oder selbst entworfene Algorithmen</b> mit Hilfe von grafischen Darstellungsformen.	grafische Darstellungsformen für Algorithmen (z. B. Programmablaufpläne, Struktogramme, Aktivitätsdiagramme)	Umgang mit geeignetem Zeichentool	



Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF4: ANWENDUNGEN PROGRAMMIEREN, DATEN AUSWERTEN UND DOKUMENTIEREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... entwickeln, testen und dokumentieren eigene Programme.	Grundlagen des Programmaufbaus Funktionen/Unterprogramme Parameterübergabe Rückgabewert Syntax und Semantik wichtiger Bibliotheksfunktionen (z. B. Ein- u. Ausgabe, Dateioperationen, Kommunikationsroutinen) Debugging-Funktionen Kommentare im Programmcode	Umgang mit Modulen oder mehreren Quelldateien in einem Programmierprojekt Einbindung von Bibliotheken Umgang mit der Programmierumgebung Debugging Vorgehensweise zur Dokumentation	Prinzipien zur Verbesserung der Änderbarkeit
HINWEISE:			

## 4.3.7 Lernfeld 5: Steuerungen und Anlagen analysieren, konzipieren und optimieren [200h]

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF5: STEUERUNGEN UND ANLAGEN ANALYSIEREN, KONZIPIEREN UND OPTIMIEREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... analysieren bestehende Anlagen sowie automatisierungstechnische Problemstellungen und finden Lösungsansätze.	Unterschiede zwischen Steuern und Regeln Steuerkette Regelkreis Steuerungsarten Verknüpfungssteuerung Ablaufsteuerung Komponenten der Steuerungstechnik Wegeventile Strömungsventile Zeitglieder Verknüpfungsbausteine <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sensorik</li> <li>• Aktorik</li> </ul> Betriebsmittelkennzeichnung	Auswahl geeigneter Komponenten	
... konzipieren und optimieren Automatisierungsabläufe als kombinatorische Steuerungen (Verknüpfungssteuerungen).	Darstellungsformen für logische Funktionen Funktionstabellen Logikpläne Funktionsdiagramme	Aufstellen und Vereinfachen logischer Funktionen	Regeln der Boole'schen Algebra
... konzipieren und optimieren Automatisierungsabläufe als sequentielle Steuerungen (Ablaufsteuerungen).	Schrittkette/Taktstufe IEC 60848 (GRAFSET) Programmablaufpläne	Lösungsstrategien zum Entwurf von Steuerungen Erstellung von Ablaufplänen	

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF5: STEUERUNGEN UND ANLAGEN ANALYSIEREN, KONZIPIEREN UND OPTIMIEREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... realisieren Anlagen und Steuerungen gerätetechnisch mit unterschiedlichen Technologien und berücksichtigen dabei technische, wirtschaftliche und ökologische Gesichtspunkte.	normgerechte <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pneumatikschaltpläne</li> <li>• Stromlaufpläne</li> <li>• Hydraulikschaltpläne</li> </ul>	Auslegung von Aktoren Kolbenkräfte Vakuumsauger Dimensionierung der anlagespezifischen Systemparameter Luftverbrauch Leitungsquerschnitte Pumpenleistung Auslegung der hydraulischen Anlage Entwicklung von normgerechten Schaltplänen	
... überprüfen die Funktionsabläufe durch Simulation bzw. Aufbau der Steuerungen.	Simulationssoftware Komponenten der Steuerungstechnik Anschlusskennzeichnung von Komponenten	Umgang mit der Simulationssoftware strukturierte Fehlersuche	
... dimensionieren die Druckluftbereitstellung, -aufbereitung und -versorgung.	Druckluftherzeuger Druckluftaufbereiter Druckluftspeicher Druckluftleitung und -verteilung	Auswahl der Druckluftherzeuger und -aufbereiter Dimensionierung der Druckluftleitungen Planen von Hallenlayouts zur Druckluftversorgung	Grundlagen der Thermodynamik
HINWEISE:			

**4.3.8 Lernfeld 6: Informationstechnische Systeme und Netzwerke einrichten, anpassen und nutzen [120h]**

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF6: INFORMATIONSTECHNISCHE SYSTEME UND NETZWERKE EINRICHTEN, ANPASSEN UND NUTZEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... planen informationstechnische Netzwerke und Systeme anlagenspezifisch, bauen diese auf und konfigurieren sie.	Arten der Datenübertragung <ul style="list-style-type: none"> <li>• Übertragungsmedien für Datennetzwerke (Leitungen, Lichtwellenleiter, Funk)</li> <li>• Schnittstellen und Peripheriegeräte</li> <li>• Netzwerke und Bussysteme</li> <li>• Topologien</li> <li>• Zugriffsverfahren</li> <li>• Adressierung</li> <li>• Übertragungsprotokolle</li> </ul> industrielle Bussysteme cyber-physisches System (CPS)	Planung und Erstellung schematischer Topologien <ul style="list-style-type: none"> <li>• Anbindung informationstechnischer Systeme an bestehende Netzwerke</li> <li>• Installation und Konfiguration von Anwendungssoftware</li> </ul> Konfiguration von Bussystemen Integration von netzwerkfähigen Aktoren und Sensoren	OSI-Modell
... gewährleisten Datensicherheit und Datenschutz in digitalen Netzwerkstrukturen.	Cyber-Sicherheit Zugriffsschutz Cloud Grundstrukturen von Datenbanken	Ablegen von Daten in einer Cloud	
HINWEISE:			

## 4.3.9 Lernfeld 7: Komplexe mechatronische Systeme automatisieren [160h-240h]

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF7: KOMPLEXE MECHATRONISCHE SYSTEME AUTOMATISIEREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... <b>analysieren</b> Funktionszusammenhänge und konzipieren Steuerungsabläufe für mechatronische Systeme.	Automatisierungskonzepte <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verknüpfungssteuerung</li> <li>• Ablaufsteuerung</li> <li>• Regelkreis</li> </ul> IEC 60848 (GRAFCET) digitale und analoge Sensorsignale PLC-Variablentabelle	Lösungsstrategien zum Entwurf von Steuerungen Erstellung von Ablaufplänen	
... wählen Steuerungshardware sowie Sensorik und Aktorik anforderungsgerecht aus.	Steuerungshardware Produktfamilie E/A-Baugruppen Kommunikationsbaugruppen HMI-Komponenten	Auswahl anwendungsbezogener Sensorik und Aktorik Erstellung der Hardwarekonfiguration Anbindung der Prozessperipherie	
... <b>entwickeln</b> Steuerungsprogramme für mechatronische Systeme.	IEC 61131-3 FUP/KOP ST/AWL Funktionen, Funktionsbausteine, Organisationsbausteine, Datenbausteine Parameterübergabe	Umgang mit der Programmierumgebung Parametrierung von Steuerungshardware Anlegen der PLC-Variablentabelle IEC-konforme grafische und textuelle Programmierung Dokumentation von Steuerungsprogrammen	Boole'sche Algebra Repräsentation von Daten im Speicher Prinzipien zur Verbesserung der Änderbarkeit
... <b>nehmen</b> Steuerungsprogramme in Betrieb, finden und beheben Fehler.	Strategien zu Fehlerbeseitigung Debugging-Funktionen	Test mit Hilfe von Simulation Fehleranalyse Debugging	
... <b>erstellen</b> Visualisierungen für automatisierte Maschinen und Anlagen.	Virtuelle Bedien- und Anzeigeelemente Animationsarten	Umgang mit dem grafischen Editor Animieren grafischer Elemente	

## 4.3.10 Lernfeld 8: Mechatronische Systeme analysieren, konzipieren, optimieren und in Betrieb nehmen [240h]

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF8: MECHATRONISCHE SYSTEME ANALYSIEREN, KONZIPIEREN, OPTIMIEREN UND IN BETRIEB NEHMEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... analysieren und erstellen elektrische Schaltpläne für Maschinen und Anlagen.	E-CAE-Software Schaltschranksaufbau Netzsysteme, Leitungsschutzschalter, RCD, Motorschutz Betriebsmittelkennzeichnung	Umgang mit der Software Dimensionierung von Leitungen und Sicherheitseinrichtungen	
... analysieren, konzipieren und dokumentieren mechatronische Systeme im Hinblick auf Anlagensicherheit.	technische Dokumentation <ul style="list-style-type: none"> <li>• Konformitätsbewertungsverfahren</li> <li>• Sicherheitshinweise</li> <li>• berufsgenossenschaftliche Verordnungen</li> <li>• technische Regeln für Betriebssicherheit (TRBS)</li> <li>• Risikobeurteilung</li> <li>• Gefährdungsbeurteilung</li> </ul> Maschinenrichtlinie (MRL) Niederspannungsrichtlinie (NRL) Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV) elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) Bedienungsanleitung	Erstellung normgerechter Dokumentationen	
... analysieren und konzipieren Werkerarbeitsplätze im Hinblick auf Anlagensicherheit und beraten Anlagenbetreiber bei der Auswahl und Optimierung der sicherheitsrelevanten Systemkomponenten.	Sicherheit im Betrieb und auf der Baustelle <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sicherheitsschaltrelais, sichere Steuerung</li> <li>• Sicherheitstechnik</li> <li>• berührungslos wirkende Schutzeinrichtungen</li> </ul>	Auswahl geeigneter Sicherheitseinrichtungen Auslegung des Werkerarbeitsplatzes unter Berücksichtigung von Reaktionszeiten	

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF8: MECHATRONISCHE SYSTEME ANALYSIEREN, KONZIPIEREN, OPTIMIEREN UND IN BETRIEB NEHMEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... nehmen mechatronische Systeme in Betrieb.	Prüf- und Messgeräte Prüfprotokolle/Messprotokolle (DGUV) Inbetriebnahmeanleitung (EN 60204, VDE 0113)	Anwendung technischer Dokumentationen Protokollierung der Inbetriebnahme	
... analysieren und konzipieren die Instandhaltung mechatronischer Systeme.	Instandhaltung Wartung Inspektion <ul style="list-style-type: none"> <li>• Instandsetzung</li> <li>• Verbesserung</li> </ul> Instandhaltungsstrategien <ul style="list-style-type: none"> <li>• ereignisorientierte Instandhaltung</li> <li>• zustandsabhängige Instandhaltung</li> <li>• intervallabhängige Instandhaltung</li> </ul> Ausfallverhalten Umwelt- und Kostenaspekte	Planung der Instandhaltung Optimierung der Instandhaltung	
HINWEISE:			

#### 4.3.11 Lernfeld 9: Produktions- und Arbeitsabläufe unter Berücksichtigung des Qualitätsmanagements planen, steuern und optimieren [80h–160h]

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF9: PRODUKTIONS- UND ARBEITSABLÄUFE UNTER BERÜCKSICHTIGUNG DES QUALITÄTSMANAGEMENTS PLANEN, STEuern UND OPTIMIEREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... definieren die Anforderungen jeweils gültiger Qualitätsmanagement(QM)- und Umweltmanagement(UM)-Systeme für konkrete Arbeits- und Verantwortungsbe- reiche und wenden sie an.	<p>gängige QM- und UM-Systeme Grundzüge und Philosophie der DIN ISO 9001 und der ISO 14001</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>gesetzliche Rahmenbedingungen insbesondere Produkthaftungsgesetz und Umweltrecht</li> <li>Grundzüge der CE-Kennzeichnung</li> </ul>	<p>Ermittlung und Analyse von Anforderungen aus einschlägigen Vorgaben für neue und bestehende Produkte und Prozesse Durchführung von Soll-Ist-Vergleichen und Ermittlung von Veränderungsbedarf für bestehende Prozesse und Produkte Entscheidung, Durchführung und Evaluation von QM- und UM-Maßnahmen</p>	<p>ökonomische und ökologische Erfordernisse für QMS und UMS Rückwirkungen von Maßnahmen auf Kundenwünsche, Produktion, Montage und Qualitätssicherung</p>
... erhöhen für ausgewählte Produkte, Betriebsmittel und Prozesse die Produktqualität bzw. Prozesssicherheit.	<p>elementare QM-Werkzeuge (z. B. Brainstorming, Fehlersammelliste, Paretoanalyse, Ursache-Wirkungs-Diagramm, Korrelationsdiagramm, Verlaufsdiagramm, Matrixdiagramm, Baumdiagramm, Histogramm, Flussdiagramm, Poka Yoke)</p>	<p>Analysieren von Problemstellungen Auswählen und Anwenden geeigneter QM- und UM-Werkzeuge Ableitung von Veränderungsmöglichkeiten Evaluierung des Veränderungsprozesses</p>	<p>Notwendigkeit einer strukturierten und methodischen Vorgehensweise bei komplexen Aufgabenstellungen</p>
... erstellen Prüfpläne zu vorgegebenen Produkten für unterschiedliche Fertigungsarten.	<p>Prüfpläne und Prüfprotokolle Prüfmittelfähigkeit Prüfmittelüberwachung</p>	<p>Erstellung von Prüfplänen und Prüfprotokollen Ermittlung der Prüfmittelfähigkeit Erstellung von Systemen zur Prüfmittelüberwachung</p>	<p>Notwendigkeit von Prüfplanung und Prüfmittelüberwachung Zusammenhang zwischen Fertigungsart und Prüfbedarf</p>



Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF9: PRODUKTIONS- UND ARBEITSABLAUFE UNTER BERÜCKSICHTIGUNG DES QUALITÄTSMANAGEMENTS PLANEN, STEuern UND OPTIMIEREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... gestalten einen kontinuierlichen Verbesserungsprozess in Bereichen eines Unternehmens und reagieren auf erkannte Fehler und Reklamationen.	<p>Kaizen und kontinuierlicher Verbesserungsprozess                      Fehler- und Qualitätskosten                      PDCA Zyklus                      Fehlermöglichkeits- und -Einflussanalysen (FMEA)</p>	<p>strukturierte und zielführende Datenerhebung, Planung, Initiierung, Umsetzung und Kontrolle von KVP-Prozessen                      Durchführung von FMEAs und ggf. Ableitung von Maßnahmen zur Verbesserung von Konstruktionen und Prozessen                      Evaluierung von Maßnahmen zur Erhöhung der Produkt- und Prozessqualität, sowie der Umweltsicherheit</p>	<p>interessierte Parteien (DIN ISO 9001)                      Zertifizierung nach DIN ISO 9001 und ISO 14001                      ökonomische und ökologische Erfordernisse                      Kundenorientierung</p>
... nutzen statistische Methoden zur Fehlervermeidung und zur Prozessregelung.	<p>statistische Prozessregelung                      beherrschte und nichtbeherrschte Prozesse                      Normalverteilung                      Maschinenfähigkeit und Prozessfähigkeit                      Qualitätsregelkarten (QRK)                      systematische und zufällige Abweichung                      Eingriffs- und Warngrenzen</p>	<p>Erhebung und Auswertung geeigneter Daten                      Formulierung aussagekräftiger Kennziffern                      Auswahl und Gestaltung geeigneter QRK zur Prozessregelung                      Beurteilung von Prozessen aufgrund von Kennziffern und Ableitung von Veränderungsbedarf</p>	<p>Methoden der Statistik                      Bedeutung der Fehlervermeidungsstrategien für die unternehmerische Praxis</p>
... berücksichtigen die durch Digitalisierung und Vernetzung gegebenen Möglichkeiten bei der Erhebung und Verarbeitung von qualitätsrelevanten Daten.	<p>Erhebung und Verarbeitung von Qualitätsbezogenen Daten in digitalen und vernetzten Systemen</p>	<p>Anpassung von Qualitätsplanung, -steuerung und -lenkung an Industrie 4.0-Systemen</p>	<p>veränderte Rahmenbedingungen für das Qualitätsmanagement durch Industrie 4.0</p>
HINWEISE:			

## 5 Handhabung des Lehrplans

Die in Kapitel 3 theoretisch begründete strukturell-curriculare Rahmung impliziert einen anspruchsvollen kompetenzorientierten Unterricht. Um die darin gesetzten Vorgaben unterrichtswirksam zu machen, gilt es folgende Prämissen zu berücksichtigen:

- Moderner Fachschulunterricht ist *lernerorientiert*, d. h., dass alle zu planenden Unterrichtsprozesse sich primär an Lernprozessen ausrichten sollen, nicht an Lehrprozessen. Lernprozesse sollen einer kasuistisch-operativen Umsetzungslogik (handlungssystematisch) folgen, die von einer theoretisch-abstrakten Objektivierungslogik (fachsystematisch) ergänzt wird.
- Die Zielbildung in den Querschnitt-Lernfeldern erfolgt als Explikation der Lehrplan-Inhalte durch die *Beschreibung von Wissens- und Fertigungszielen*. Ihr Umfang und Anspruch bemisst sich aus deren jeweiliger Bedeutung für die korrespondierenden fachlich-methodischen Kompetenzen.
- Im Rahmen der beruflichen Lernfelder ist die Explikation von *beruflichen Handlungen* der curriculare Ausgangspunkt der Unterrichtsplanung. Damit wird von Anfang an geklärt, welches Wissen in welchen Handlungszusammenhängen von den Studierenden erworben werden soll. Die im Lehrplan vollzogene Beschreibung der Kompetenzen auf einem mittleren Niveau gilt es dabei in der konkreten Unterrichtskonzeption adäquat zu den jeweils vorliegenden Rahmenbedingungen und im jeweils aktuellen technisch-produktiven, gestalterischen oder betriebswirtschaftlichen Kontext zu konkretisieren.
- Die genaue Zusammenstellung eines unterrichtsrelevanten Gebildes aus Kompetenzen erfolgt über einen einschlägigen *Berufskontext*, welcher dann auch als übergreifende Lernsituation den Gesamtrahmen der jeweiligen Unterrichtseinheit bildet.
- Kompetenzerwerb setzt *Verständnisprozesse* voraus, welche durch eine *Problemorientierung* des Unterrichts ausgelöst werden. Je anspruchsvoller die Problemstellungen, desto höher das zu erreichende Kompetenz-Niveau.
- Kompetenzen im Sinne eines verstandenen Handelns erfordern einschlägiges Sach- und Prozesswissen mit entsprechendem Reflexionswissen mit unmittelbarem Bezug zu dessen *berufsspezifischer Nutzung*, daher soll sich der Kompetenzerwerb in *sinnvollen* Abschnitten zwischen kasuistisch-operativen Phasen (handlungssystematisch) und theoretisch-abstrakten Phasen (fachsystematisch) *wechselseitig ergänzen*.
- *Fachsystematische Lernprozesse* gehen von den Fachwissenschaften aus, beinhalten deren Systematiken und bilden damit ein anwendungsübergreifendes Gerüst für das berufliche Handeln. Sie sind zudem der Raum für die Auseinandersetzung mit den mathematisch-naturwissenschaftlichen bzw. gestalterischen Hintergründen. Lern-Reflexionen beziehen sich hier auf die Kategorien „Wissen“ (kognitive Reproduktion) und „Verstehen“ (kognitive Anwendung).
- *Handlungssystematische Lernprozesse* gehen von beruflichen Prozessen aus, beinhalten deren Eigenlogik und bilden damit anwendungsbezogene Ankerpunkte für das berufliche Handeln. Lernreflexionen beziehen sich hier auf die Kategorie „Können“ (operative Anwendung).
- *Lernerfolgsmessung* kann sich im Einzelnen auf „Wissen“, „Verständnis“ oder „Können“ beziehen, der Anspruch einer Kompetenzdiagnostik kann aber nur dann erfüllt werden, wenn alle drei oben genannten Komponenten *integrativ erhoben* werden, und mit den Zielkategorien *taxiert* werden.
- Der Erwerb sozial-kommunikativer Kompetenzen erfordert *kollektive Lernformen*, wird aber nicht allein durch diese gewährleistet. Entscheidend ist hier ein bewusster und re-

flektierter Kompetenzerwerb, daher sind sozial-kommunikative Kompetenz-Ziele den Studierenden zu kommunizieren, deren Erwerb zu thematisieren und zu reflektieren.

- Der Erwerb von Personalkompetenzen (bzw. Selbstkompetenzen) erfordert die Akzentuierung motivationaler, affektiver und strategisch-organisationaler Auseinandersetzungen der Studierenden mit sich und ihrem Lernen. Fachschulunterricht sollte daher das *Lernen als eigenständigen Lerngegenstand* begreifen und dies pädagogisch und methodisch angemessen umsetzen.

ENTWURF

## 6 Literaturverzeichnis

- Bader, R. (2004): Strategien zur Umsetzung des Lernfeld-Konzepts. In: bwp@ spezial 1
- BIFIE (Hrsg.). (2013). Standardisierte kompetenzorientierte Reifeprüfung. Reife- und Diplomprüfung. Grundlagen – Entwicklung – Implementierung. Unter Mitarbeit von H. Cesnik, S. Dahm, C. Dorninger, E. Dousset-Ortner, K. Eberharter, R. Fless-Klinger, M. Frebort, G. Friedl-Lucyshyn, D. Frötscher, R. Gleeson, A. Pinter, F. J., Punter, S. Reif-Breitwieser, E. Sattlberger, F. Schaffenrath, G. Sigott, H.-S. Siller, P. Simon, C. Spöttl, J. Steinfeld, E. Süß-Stepancik, I. Thelen-Schaefer & B. Zisser. Wien: Herausgeber.
- Chomsky, N. (1965). Aspects of the theory of syntax. Cambridge, Mass: M.I.T. Press.
- Erpenbeck, J. / Rosenstiel, L. / Grote S. / Sauter W. (2017): Handbuch Kompetenzmessung: Erkennen, verstehen und bewerten von Kompetenzen in der betrieblichen, pädagogischen und psychologischen Praxis. Stuttgart, Schäfer & Pöschel
- Euler, D. / Reemtsma-Theis, M. (1999): Sozialkompetenzen? Über die Klärung einer didaktischen Zielkategorie. In: Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik, Heft 2, S. 168 - 198.
- Klafki, W. (1964): Didaktische Analyse als Kern der Unterrichtsvorbereitung in: Roth, H. / Blumenthal, A. (Hrsg.): Grundlegende Aufsätze aus der Zeitschrift Die Deutsche Schule, Hannover 1964, S. 5 - 34.
- Lerch, S. (2013): Selbstkompetenz – eine neue Kategorie zur eigens gesollten Optimierung? Theoretische Analyse und empirische Befunde. In: REPORT 1/2013 (36. Jg.) S. 25 - 34.
- Mandl, H. / Friedrich H.F. (Hrsg.) (2005): Handbuch Lernstrategien. Göttingen, Hogrefe.
- Pittich, D. (2013). Diagnostik fachlich-methodischer Kompetenzen. Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag
- Siller, H.-S., Bruder, R., Hascher, T., Linnemann, T., Steinfeld, J., & Sattlberger, E. (2014). Stufung mathematischer Kompetenzen am Ende der Sekundarstufe II – eine Konkretisierung. In J. Roth & J. Ames (Hrsg.), Beiträge zum Mathematikunterricht 2014, Münster: WTM, S. 1135 - 1138.
- Tenberg, R. (2011): Vermittlung fachlicher und überfachlicher Kompetenzen in technischen Berufen. Theorie und Praxis der Technikdidaktik. Stuttgart: Steiner
- Volpert, W. (1980): Beiträge zur psychologischen Handlungstheorie. Bern: Huber.



# Lehrplan

## Zweijährige Fachschule für Technik

### FACHRICHTUNG MECHATRONIK

### SCHWERPUNKT SYSTEMTECHNIK

BILDUNGSLAND  
Hessen 

Version C

Februar 2019

ENTWURF

Impressum

Hessisches Kultusministerium  
Luisenplatz 10, 65185 Wiesbaden  
Tel.: 0611 368-0  
Fax: 0611 368-2096

E-Mail: [poststelle@hkm.hessen.de](mailto:poststelle@hkm.hessen.de)  
Internet: [www.kultusministerium.hessen.de](http://www.kultusministerium.hessen.de)

## Inhaltsverzeichnis

1	Bedeutung der Fachschule für Technik in der Bildungslandschaft.....	4
2	Grundlegung für die Fachrichtung Mechatronik .....	5
3	Theoretische Grundlagen des Lehrplans .....	8
3.1	Sozial-kommunikative Kompetenzen .....	8
3.2	Personale Kompetenzen .....	8
3.3	Fachlich-methodische Kompetenzen .....	9
3.4	Zielkategorien.....	10
3.4.1	Beruflich akzentuierte Zielkategorien.....	11
3.4.2	Mathematisch akzentuierte Zielkategorien .....	13
3.5	Taxierung der Kompetenzen in drei Stufen .....	13
3.5.1	Taxonomietabelle für beruflich akzentuierte Zielkategorien.....	15
3.5.2	Taxonomietabelle für mathematisch akzentuierte Zielkategorien .....	16
3.6	Zusammenfassung.....	17
4	Organisation der Kompetenzen und Kenntnisse .....	18
4.1	Lernfelder .....	18
4.2	Studentafel .....	20
4.3	Beruflicher Lernbereich .....	21
4.3.1	Mathematik (Querschnitt-Lernfeld) .....	21
4.3.2	Projektarbeit .....	24
4.3.3	Lernfeld 1: Projekte mittels systematischen Projektmanagements zum Erfolg führen .....	25
4.3.4	Lernfeld 2: Mechanische Baugruppen und Funktionseinheiten analysieren, planen und prüfen.....	27
4.3.5	Lernfeld 3: Elektrische, elektronische und elektromechanische Systeme analysieren, planen und in Betrieb nehmen .....	28
4.3.6	Lernfeld 4: (Querschnitt-Lernfeld) Anwendungen programmieren, Daten auswerten und dokumentieren .....	30
4.3.7	Lernfeld 5: Optische und lasertechnische Baugruppen analysieren .....	32
4.3.8	Lernfeld 6: Automatisierte Messdatenerfassungssysteme und Smarte Systeme analysieren, entwickeln und in Betrieb nehmen.....	33
4.3.9	Lernfeld 7: Komplexe mechatronische Systeme methodisch projektieren und bereitstellen .....	35
4.3.10	Lernfeld 8: Komplexe mechatronische Systeme automatisieren .....	39
4.3.11	Lernfeld 9: Regelkreise analysieren, konzipieren, in Betrieb nehmen und optimieren.....	42
4.3.12	Lernfeld 10: Automatisierte Produktionsabläufe unter Berücksichtigung des Qualitätsmanagements planen und steuern .....	43
5	Handhabung des Lehrplans .....	45
6	Literaturverzeichnis .....	47

## 1 Bedeutung der Fachschule für Technik in der Bildungslandschaft

Die Fachschulen sind Einrichtungen der beruflichen Weiterbildung und schließen an eine einschlägige berufliche Ausbildung an. Sie bieten die Möglichkeit zu beruflicher Weiterqualifizierung aus der Praxis für die Praxis und ermöglichen dabei das Erreichen der höchsten Qualifizierungsebene in der beruflichen Bildung.<sup>1</sup>

In der Rahmenvereinbarung der Kultusministerkonferenz zu Fachschulen wird zu Ausbildungsziel, Tätigkeitsbereichen und Qualifikationsprofil das Folgende festgelegt:

„Ziel der Ausbildung im Fachbereich Technik ist es, Fachkräfte mit einschlägiger Berufsausbildung und Berufserfahrung für die Lösung technisch-naturwissenschaftlicher Problemstellungen, für Führungsaufgaben im betrieblichen Management auf der mittleren Führungsebene sowie für die unternehmerische Selbstständigkeit zu qualifizieren.

Die Ausbildung orientiert sich an den Erfordernissen der beruflichen Praxis und befähigt die Absolventinnen/Absolventen, den technologischen Wandel zu bewältigen und die sich daraus ergebenden Entwicklungen der Wirtschaft mitzugestalten.

Der Umsetzung neuer Technologien – verbunden mit der Fähigkeit kostenbewusst zu handeln und Fremdsprachenkenntnisse anzuwenden – wird deshalb auf der Basis des fachrichtungsspezifischen Vertiefungswissens in der Ausbildung besonderer Wert beigemessen. Der Fähigkeit, Mitarbeiter/Mitarbeiterinnen anzuleiten, zu führen, zu motivieren und zu beurteilen – sowie der Fähigkeit zur Teamarbeit – kommen im Zusammenhang mit den speziellen fachlichen Kompetenzen große Bedeutung zu.

Die Absolventinnen/Absolventen müssen vor diesem Hintergrund in der Lage sein, im Team und selbstständig Probleme des entsprechenden Aufgabenbereiches zu erkennen, zu analysieren, zu strukturieren, zu beurteilen und Wege zur Lösung dieser Probleme in wechselnden Situationen zu finden.“<sup>2</sup>

Die Studierenden sollen in der beruflichen Aufstiegsfortbildung zum staatlich geprüften Techniker / zur staatlich geprüften Technikerin befähigt werden, betriebswirtschaftliche, technisch-naturwissenschaftliche sowie künstlerische Aufgaben zu bewältigen.

Die Fachschulen orientieren sich dabei nicht an Studiengängen, sondern am Stand der Technik sowie ihrer praktischen Anwendung und genießen dadurch einen hohen Stellenwert in der Erwachsenenbildung.

Die Studierenden erlernen und vertiefen in der Weiterbildung das selbständige Erkennen, Strukturieren, Analysieren und Beurteilen von Problemen des Berufsbereiches und deren Lösung. Sie lernen, Projekte mittels systematischen Projektmanagements zum Erfolg zu führen

Dabei liegt ein besonderes Augenmerk auf der Förderung des wirtschaftlichen Denkens und verantwortlichen Handelns in Führungspositionen und der damit verbundenen Fähigkeit zu konstruktiver Kritik und der Bewältigung von Konflikten.

---

<sup>1</sup>DQR Niveau 6

<sup>2</sup>Rahmenvereinbarung über Fachschulen; Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 07.11.2002 i.d.F. vom 02.06.2016 S.16



Nicht zuletzt vertiefen die Studierenden ihre Fähigkeiten, sprachlich sicher zu agieren, um in allen Kontexten des beruflichen Handelns bestehen zu können.

Die rasante Entwicklung digitaler Technologien und die damit einhergehenden, tiefgreifenden Veränderungen in der Wirtschaft, in Arbeitsprozessen und im Kommunikationsverhalten stellen auch neue Anforderungen an Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen. So ist auch der Tätigkeitsbereich der Techniker und Technikerinnen in vielen Bereichen durch zusätzliche Merkmale betroffen:

- Vernetzung der Infrastruktur sowie der gesamten Wertschöpfungskette,
- Erfassung, Transport, Speicherung und Auswertung großer Datenmengen,
- Echtzeitfähigkeit der Systeme,
- cyber-physische Systeme – intelligente, kommunikationsfähige und autonome Maschinen und Systeme,
- Verschmelzung von virtueller und realer Welt,
- Gewährleistung von Datensicherheit und Datenschutz.

Somit muss die klassische Trennung in prozess- und produktorientierte berufsspezifische Handlungsfelder zugunsten eines die Schnittstellen vernetzenden, stärker systemorientierten und unternehmerischen Handlungskontextes aufgelöst werden.<sup>3</sup>

Der Erwerb der dazu benötigten Kompetenzen muss, auch wenn sie in den Lernfeldmatrizen nicht explizit aufgeführt sein sollten, durch die unterrichtliche Umsetzung in den Fachschulen für Technik ermöglicht werden.

## 2 Grundlegung für die Fachrichtung Mechatronik

Viele moderne technische Systeme können nicht mehr nur aus dem Blickwinkel einer einzelnen Disziplin betrachtet werden, sondern sie erfordern eine interdisziplinäre Herangehensweise. Der Verein Deutscher Ingenieure definiert die Mechatronik als das „synergetische Zusammenwirken der Fachdisziplinen Maschinenbau, Elektrotechnik und Informationstechnik beim Entwurf und der Herstellung industrieller Erzeugnisse sowie bei der Prozessgestaltung“<sup>4</sup>.

In der Fachrichtung Mechatronik stehen technische Systeme und Verfahren im Mittelpunkt, die einer oder mehreren klassischen Disziplinen der Technik zuzuordnen und unter verschiedenen, auch die Technikwissenschaften übergreifenden Fragestellungen zu untersuchen sind.

Die staatlich geprüfte Technikerin oder der staatlich geprüfte Techniker der Fachrichtung Mechatronik wird mit vielfältigen technischen, organisatorischen und wirtschaftlichen Aufgaben betraut. Die Einsatzgebiete umfassen wesentliche Teile von Produktions- und Verfahrprozessen: Entwicklung, Produktion, Planung, Projektierung, Inbetriebnahme, Instandhaltung und Vertrieb von Baugruppen, Anlagen und Systemen.

---

<sup>3</sup> Kompetenzorientiertes Qualifikationsprofil zur Integration der Thematik „Industrie 4.0“ in die Ausbildung an Fachschulen für Technik (Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 24.11.2017)

<sup>4</sup> VDI-Richtlinie 2206: Entwicklungsmethodik für mechatronische Systeme (Juni 2004), S. 9

Im Rahmen der betrieblichen Tätigkeitsbereiche führt die staatlich geprüfte Technikerin / der staatlich geprüfte Techniker der Fachrichtung Mechatronik folgende typische Tätigkeiten unter Beachtung vorgegebener Regeln, Normen und Vorschriften aus:

- Methoden der Ideenfindung und Bewertung anwenden
- Lösungsstrategien entwickeln, Lösungsverfahren auswählen
- Planungs- und Arbeitsschritte dokumentieren
- Arbeitsanweisungen und Betriebsanleitungen erstellen
- ingenieurwissenschaftliche Erkenntnisse und Methoden anwenden
- Lösungen technisch und wirtschaftlich beurteilen
- Technik human-, sozial- und umweltverträglich gestalten
- Baugruppen, Anlagen und Systeme entwerfen, entwickeln, planen, realisieren, in Betrieb nehmen und instand halten
- Kostenrechnungen durchführen
- Qualitäts- und Umweltmanagement anwenden
- beraten und verkaufen
- ausbilden und fortbilden

Die Breite der Verantwortung reicht von der Erledigung definiert vorgegebener Aufträge, der Mitwirkung bei der Abwicklung bis zur selbstständigen Planung und Durchführung von Projekten.

Die unterschiedlichen Einsatzbereiche der staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker der Fachrichtung Mechatronik erfordern eine Differenzierung der Weiterbildung in die Schwerpunkte:

- **Fertigungsautomatisierung und Robotik**
- **Maschinen- und Anlagentechnik**
- **Systemtechnik**
- **Technische Betriebswirtschaft**

Schwerpunktbezogene Zielsetzung der Weiterbildung ist insbesondere die Befähigung zur Bewältigung folgender Aufgaben und Tätigkeiten:

#### **Fertigungsautomatisierung und Robotik**

- Sensoren und Aktoren für den fertigungstechnischen Prozess auswählen und in die Automatisierungssysteme integrieren
- Automatisierte Messsysteme zur Überwachung von Betriebs- und Maschinendaten konzipieren und realisieren
- Auswahl, Programmierung, Inbetriebnahme und Instandhaltung vernetzter Automatisierungssysteme und Roboter
- Produktionsabläufe und Arbeitsprozesse computerintegriert planen, steuern und optimieren
- Produktionsqualität managen und für Arbeitssicherheit verantwortlich sorgen

#### **Maschinen- und Anlagentechnik**

- Planung, Projektierung, Entwicklung und Konstruktion von mechatronischen Anlagen und Systemen
- Automatisierung von technischen Prozessen unter besonderer Berücksichtigung der Sicherheitstechnik

- Organisation, Überwachung und Ausführung von Projekten im Bereich Montage, Inbetriebnahme und Instandhaltung unter Beachtung von Sicherheit, Wirtschaftlichkeit und Umweltverträglichkeit

**Systemtechnik**

- optische und lasertechnische Baugruppen analysieren
- automatisierte Messdatenerfassungssysteme und Smarte Systeme analysieren, entwickeln und in Betrieb nehmen
- komplexe automatisierte mechatronische Systeme methodisch projektieren, bereitstellen, in Betrieb nehmen und instand halten
- automatisierte mechatronische Produktionsabläufe wirtschaftlich gestalten

**Technische Betriebswirtschaft**

- Planung, Steuerung und Qualitätssicherung von Absatz-, Beschaffungs-, und Leistungserstellungsprozessen
- Mitwirkung bei der Personalplanung und -entwicklung
- Mitarbeit bei der Investitionsplanung und Finanzierung
- Planung und Umsetzung von Unternehmensstrategien
- Wahrnehmung von Aufgaben des betrieblichen Rechnungswesens und Controllings
- Projektierung, Planung, Entwicklung, Produktion, Montage und Inbetriebnahme von Systemen und Anlagen der Mechatronik.

### 3 Theoretische Grundlagen des Lehrplans

Der vorliegende Lehrplan für Fachschulen in Hessen orientiert sich am aktuellen Anspruch beruflicher Bildung, Menschen auf Basis eines umfassenden Verständnisses handlungsfähig zu machen, also ihnen nicht alleine Wissen oder Qualifikationen, sondern Kompetenzen zu vermitteln. Eine im deutschsprachigen Raum anerkannte Grunddefinition von Kompetenz basiert auf dem US-amerikanischen Sprachwissenschaftler NOAM CHOMSKY, der diese als *Disposition zu einem eigenständigen, variablen Handeln* beschreibt (CHOMSKY, 1965). Das Kompetenzmodell von JOHN ERPENBECK und LUTZ VON ROSENSTIEL präzisiert dieses Basiskonzept, indem es sozial-kommunikative, personale und fachlich-methodische Kompetenzen unterscheidet (ERPENBECK, ROSENSTIEL, GROTE, SAUTER, 2017, S. XXI ff).

#### 3.1 Sozial-kommunikative Kompetenzen

Sozial-kommunikative Kompetenzen sind Dispositionen, kommunikativ und kooperativ selbstorganisiert zu handeln, d. h. sich mit anderen kreativ auseinander- und zusammensetzen, sich gruppen- und beziehungsorientiert zu verhalten, und neue Pläne, Aufgaben und Ziele zu entwickeln.

Diese werden im Kontext beruflichen Handelns nach EULER & REEMTSMA-THEIS (1999) konkretisiert und differenziert in einen (a) agentiven Schwerpunkt, einen (b) reflexiven Schwerpunkt und (c) deren Integration:

Zu (a): Fähigkeit zur Artikulation und Interpretation von verbalen und nonverbalen Äußerungen auf der Sach-, Beziehungs-, Selbstkundgabe- und Absichtsebene und Fähigkeit zur Artikulation und Interpretation von verbalen und nonverbalen Äußerungen im Rahmen einer Meta-Kommunikation auf der Sach-, Beziehungs-, Selbstkundgabe- und Absichtsebene.

Zu (b): Fähigkeit zur Klärung der Bedeutung und Ausprägung der situativen Bedingungen, insbesondere von zeitlichen und räumlichen Rahmenbedingungen der Kommunikation, 'Nachwirkungen' aus vorangegangenen Ereignissen, der sozialen Erwartungen an die Gesprächspartner, der Wirkungen aus der Gruppenzusammensetzung (jeweils im Hinblick auf die eigene Person sowie die Kommunikationspartner), Fähigkeit zur Klärung der Bedeutung und Ausprägung der personalen Bedingungen, insbesondere der emotionalen Befindlichkeit (Gefühle) der normativen Ausrichtung (Werte), der Handlungsprioritäten (Ziele), der fachlichen Grundlagen (Wissen), des Selbstkonzepts ('Bild' von der Person), (jeweils im Hinblick auf die eigene Person sowie die Kommunikationspartner), Fähigkeit zur Klärung der Übereinstimmung zwischen den äußeren Erwartungen an ein situationsgerechtes Handeln und den inneren Ansprüchen an ein authentisches Handeln.

Zu (c): Fähigkeit und Sensibilität, Kommunikationsstörungen zu identifizieren, und die Bereitschaft, sich mit ihnen (auch reflexiv) auseinanderzusetzen. Fähigkeit, reflexiv gewonnene Einsichten und Vorhaben in die Kommunikationsgestaltung einbringen und (ggf. unter Zuhilfenahme von Strategien der Handlungskontrolle) umsetzen zu können.

#### 3.2 Personale Kompetenzen

Personale Kompetenzen sind Dispositionen, sich selbst einzuschätzen, produktive Einstellungen, Werthaltungen, Motive und Selbstbilder zu entwickeln, eigene Begabungen, Moti-

vationen, Leistungsvorsätze zu entfalten und sich im Rahmen der Arbeit und außerhalb kreativ zu entwickeln und zu lernen.

LERCH (2013) bezeichnet personale Kompetenzen in Orientierung an aktuellen bildungswissenschaftlichen Konzepten auch als Selbstkompetenzen und unterscheidet dabei motivational-affektive Komponenten wie Selbstmotivation, Lern- und Leistungsbereitschaft, Sorgfalt, Flexibilität, Entscheidungsfähigkeit, Eigeninitiative, Verantwortungsfähigkeit, Zielstrebigkeit, Selbstvertrauen, Selbstständigkeit, Hilfsbereitschaft, Selbstkontrolle und Anstrengungsbereitschaft und strategisch-organisatorische Komponenten wie Selbstmanagement, Selbstorganisation, Zeitmanagement sowie Reflexionsfähigkeit. Hier sind auch sogenannte Lernkompetenzen (MANDL & FRIEDRICH, 2005) als jene personalen Kompetenzen einzuordnen, welche auf die eigenständige Organisation und Regulation des Lernens ausgerichtet sind.

### 3.3 Fachlich-methodische Kompetenzen

Fachlich-methodische Kompetenzen sind Dispositionen einer Person, bei der Lösung von sachlich-gegenständlichen Problemen geistig und physisch selbstorganisiert zu handeln, d. h. mit fachlichen und instrumentellen Kenntnissen, Fertigkeiten und Fähigkeiten kreativ Probleme zu lösen, Wissen sinnorientiert einzuordnen und zu bewerten; das schließt Dispositionen ein, Tätigkeiten, Aufgaben und Lösungen methodisch selbstorganisiert zu gestalten, sowie die Methoden selbst kreativ weiterzuentwickeln.

Fachlich-methodische Kompetenzen sind – im Sinne von ERPENBECK, ROSENSTIEL, GROTE, UND SAUTER (2017, S.XXI ff) – durch die Korrespondenz konkreter Handlungen und spezifischem Wissen beschreibbar. Wenn bekannt ist, was ein Mensch als Folge eines Lernprozesses können soll und auf welcher Wissensbasis dieses Können abgestützt sein soll, um ein eigenständiges und variables Handeln zu ermöglichen, kann sehr gezielt ein Unterricht geplant und gestaltet werden, der solche Kompetenzen integrativ vermittelt und eine Diagnostik entwickelt, mit welcher diese überprüft werden können. Im vorliegenden Lehrplan werden somit fachlich-methodische Kompetenzen als geschlossene Sinneinheiten aus Können und Wissen konkretisiert. Das Können wird dabei in Form einer beruflichen Handlung beschrieben, das Wissen in drei eigenständigen Kategorien auf mittlerem Konkretisierungsniveau spezifiziert: (a) Sachwissen, (b) Prozesswissen und (c) Reflexionswissen (PITTICH, 2013).

Zu (a): Sachwissen umfasst ein *anwendungs- und umsetzungsunabhängiges Wissen* über Dinge, Gegenstände, Geräte, Abläufe, Systeme etc. Es ist Teil fachlicher Systematiken und daher sachlogisch-hierarchisch strukturiert, wird durch assoziierendes Wahrnehmen, Verstehen und Merken erworben und ist damit die *gegenständliche Voraussetzung für ein eigenständiges, selbstreguliertes Handeln*. Beispiele: Aufbau eines Temperatursensors, Bauteile eines Kompaktreglers, Funktion eines Kompaktreglers, Aufbau einer Speicherprogrammierbaren Steuerung, Programmiersprache einer Speicherprogrammierbaren Steuerung, Struktur des Risikomanagement-Prozesses, EFQM-Modell.

Zu (b): Prozesswissen umfasst ein *anwendungs- und umsetzungsabhängiges Wissen* über berufliche Handlungssequenzen. Prozesse können auf drei verschiedenen Ebenen stattfinden, daher hat Prozesswissen entweder eine Produktdimension (Handhabung von Werkzeug, Material etc.), eine Aufgabendimension (Aufgaben-Typus, -Abfolgen etc.) oder eine Organisationsdimension (Geschäftsprozesse, Kreisläufe etc.). Prozesswissen ist immer Teil handlungsbezogener Systematiken und daher prozesslogisch-multizyklisch struk-

turiert, wird durch zielgerichtetes und feedback-gesteuertes Tun erworben und ist damit *funktionale Voraussetzung für ein eigenständiges, selbstreguliertes Handeln*. Beispiele: Kalibrierung eines Temperatursensors, Bedienung eines Kompaktreglers, Umgang mit der Programmierumgebung einer speicherprogrammierbaren Steuerung, Umsetzung des Risikomanagements, Handhabung einer EFQM-Zertifizierung.

Zu (c): Reflexionswissen umfasst ein *anwendungs- und umsetzungsunabhängiges Wissen*, welches hinter dem zugeordneten Sach- und Prozesswissen steht. Als konzeptuelles Wissen bildet es die theoretische Basis für das vorgeordnete Sach- und Prozesswissen und steht damit diesen gegenüber auf einer Meta-Ebene. Mit dem Reflexionswissen steht und fällt der Anspruch einer Kompetenz (und deren Erwerb). Seine Bestimmung erfolgt im Hinblick auf a) das unmittelbare Verständnis des Sach- und Prozesswissens (Erklärungsfunktion), b) die breitere wissenschaftliche Abstützung des Sach- und Prozesswissens (Fundierungsfunktion), c) die Relativierung des Sach- und Prozesswissens im Hinblick auf dessen berufliche Flexibilisierung und Dynamisierung (Transferfunktion). Umfang und Tiefe des Reflexionswissens werden ausschließlich so bestimmt, dass diesen drei Funktionen Rechnung getragen wird.

In der Trias dieser drei Wissenskategorien besteht ein bedeutsamer Zusammenhang: Das Sachwissen muss am Prozesswissen anschließen und umgekehrt, das Reflexionswissen muss sich auf die Hintergründe des Sach- und Prozesswissens eingrenzen. D. h., dass die hier anzuführenden Wissensbestandteile nur dann kompetenzrelevant sind, wenn sie innerhalb des hier eingrenzenden Handlungsrahmens liegen. Eine Teilkompetenz ist somit das Aggregat aus einer beruflichen Handlung und dem damit korrespondierenden Wissen:

Teilkompetenz			
Berufliche Handlung	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen

Innerhalb der einzelnen Lernfelder sind die einbezogenen Teilkompetenzen nicht zufällig angeordnet, gegenteilig folgen sie einem generativen Ansatz. D. h., dass die jeweils nachfolgende Teilkompetenz den Erwerb der vorausgehenden voraussetzt. Somit gelten innerhalb eines Lernfeldes alle Wissensaspekte, die in den vorausgehenden Teilkompetenzen konkretisiert wurden. Damit wird der Tatsache Rechnung getragen, dass Kompetenzen in einer sachlogischen Abfolge aufgebaut werden, dabei aber vermieden, dass innerhalb der Wissenszuordnungen der Teilkompetenzen nach unten zunehmend Redundanzen dargestellt werden.

### 3.4 Zielkategorien

Alle im Lehrplan aufgeführten Ziele lassen sich den folgenden Kategorien zuordnen:

1. Beruflich akzentuierte Zielkategorien: Kommunizieren & Kooperieren, Darstellen & Visualisieren, Informieren & Strukturieren, Planen & Projektieren, Entwerfen & Entwickeln, Realisieren & Betreiben und Evaluieren & Optimieren.
2. Mathematisch akzentuierte Zielkategorien: Operieren, Modellieren und Argumentieren.

Diese Kategorisierung soll in beruflicher Ausrichtung den Lehrplan mit dem Konzept der vollständigen Handlung (VOLPERT, 1980) hinterlegen, in mathematischer Ausrichtung mit dem O-M-A-Konzept (SILLER ET AL. 2014). Damit wird zum einen eine theoretisch abgestützte Differenzierung der vielfältigen Ziele beruflicher Lehrpläne erreicht, zum anderen die strukturelle Basis für eine nachvollziehbare und handhabbare Taxierung hergestellt.

### 3.4.1 Beruflich akzentuierte Zielkategorien

#### Kommunizieren und Kooperieren

Zum Kommunizieren gehören die schriftliche und mündliche Darlegung technischer, gestalterischer und betriebswirtschaftlicher Sachverhalte sowie die Führung einer Diskussion oder eines Diskurses über Problemstellungen unter Nutzung der erforderlichen Fachsprache. Das Spektrum der Zielkategorie reicht von einfachen Erläuterungen über fachlich fundierte Argumentation bis hin zur fachlichen Bewertung und Begründung technischer bzw. gestalterischer Zusammenhänge und Entscheidungen. Dabei sind die Sachverhalte und Problemstellungen inhaltlich klar, logisch strukturiert und anschaulich aufzubereiten. Der sachgemäße Gebrauch von Kommunikationsmedien und Kommunikationsplattformen sowie die Kenntnis der Kommunikationswege ermöglichen effektive Teamarbeit. Nicht zuletzt sind in diesem Zusammenhang der angemessene Umgang mit interkulturellen Aspekten sowie fremdsprachliche Kenntnisse erforderlich.

Kooperation ist eine wesentliche Voraussetzung zur Lösung komplexer Problemstellungen. Notwendig für erfolgreiche Kooperation ist Klarheit über die Gesamtzielsetzung, über die Teilziele, über die Schnittstellen und Randbedingungen sowie über die Arbeitsteilung und die Stärken und Schwächen aller Kooperationspartner. Um erfolgreich zu kooperieren, ist es erforderlich, die eigene Person und Leistung als Teil eines Ganzen zu sehen und einem gemeinsamen Ziel unterzuordnen. Auftretende Konflikte müssen respektvoll und sachbezogen gelöst werden.

#### Darstellen und Visualisieren

Diese Zielkategorie umfasst das Darstellen und Illustrieren technischer, gestalterischer und betriebswirtschaftlicher Sachverhalte, insbesondere das 'Übersetzen' abstrakter Daten und dynamischer Prozesse in fachgerechte Tabellen, Zeichnungen, Skizzen, Diagramme und weitere grafische Formen sowie beschreibende und erläuternde Texte. Dazu gehört es, geeignete Medien zur Visualisierung zu wählen, Sachverhalte, Problemstellungen und Lösungsvarianten in Dokumenten und Präsentationen darzustellen und zu erläutern. Ferner sind bei der Erstellung von Dokumenten die geltenden Normen und Konventionen zu beachten.

#### Informieren und Strukturieren

Das Internet bietet Information in großer Fülle zu vielen technischen, gestalterischen und betriebswirtschaftlichen Sachverhalten. Weitere Informationsquellen sind die wissenschaftliche Literatur und Dokumente aus den Betrieben und der Industrie sowie Experten und Kollegen. Sich umfassend und objektiv zu informieren stellt unter dieser Vielfalt eine grundsätzliche und wichtige Kompetenz dar. Die Studierenden sollen die Fähigkeit erwerben, zu Sachverhalten und Problemstellungen wichtige Informationsquellen zu benennen, sowie die Glaubwürdigkeit und Seriosität dieser Quellen anhand belastbarer Kriterien zu bewerten. Das Spektrum dieser Zielkategorie beinhaltet ferner die korrekte und sachgerechte Verwendung von Zitaten und die Beachtung von Persönlichkeitsrechten. Mit dem Informationserwerb geht die Strukturierung der Informationen durch zielgerechtes Auswählen, Zusammenfassen und Aufbereiten einher.

#### Planen und Projektieren

Diese Zielkategorie beinhaltet die wesentlichen Fertigkeiten und Kenntnisse, um komplexere und umfangreichere Aufgaben- oder Problemstellungen inhaltlich wie auch zeitlich zu

strukturieren, mit Qualitätssicherungsmaßnahmen zu belegen und die Kosten und Ressourcen zu kalkulieren und zu bewerten. Im Detail gehören dazu die Fähigkeiten, überprüfbare Kriterien und Planungsziele zu definieren und deren Umsetzung zu planen und zu kontrollieren. Die zeitliche und inhaltliche Gliederung der Aufgaben ist zu Zwecken der Kontrolle und Steuerung, der Kooperation und Visualisierung durch eine begründete Wahl von Projektmethoden und Werkzeugen sicherzustellen.

### **Entwerfen und Entwickeln**

Das Entwerfen ist die zielgerichtete geistige und kreative Vorbereitung eines später zu realisierenden Produktes. Dieses Produkt kann beispielsweise ein Modell, eine Kollektion, eine Vorrichtung, eine Schaltung, eine Baugruppe, ein Steuerungsprogramm oder auch ein Regelkreis sein. Das Ergebnis dieses Prozesses – der Entwurf – wird in Form von Texten, Zeichnungen, Grafiken, (Näh-) Proben, Schnittmustern, Schaltplänen, Modellen oder Berechnungen dokumentiert.

Entwickeln ist die zielgerichtete Konkretisierung eines Entwurfs oder Verbesserung eines bestehenden Produktes oder technischen Systems. Dabei bilden die Studierenden in Schritten stufenweise Detaillösungen zu den Problemstellungen ab. Die Kenntnis über Kreativitätstechniken, Analyse- und Berechnungsmethoden sowie deren fachspezifischen Anwendungen spielen in diesem Entwicklungsprozess eine zentrale Rolle.

### **Realisieren und Betreiben**

Neben dem eigentlichen Umsetzen des Entwurfs (z. B. Prototyp, Nullserie, Testanlage) geht es hier um die Inbetriebnahme, das Einbinden des Produktes in die Produktumgebung, das Messen und Prüfen der realisierten Komponenten und Modelle, die konkrete Fertigung, auch in Form einer Serie, die Integration einer Software in ein System, die Integration von Software und Hardware oder das Testen einer implementierten Software oder eines Verfahrens möglichst unter Realbedingungen. Dabei können auch geeignete Simulationsverfahren zum Einsatz kommen. Gewonnene Erkenntnisse können auf neue Problemstellungen transferiert werden. Damit ein technisches System dauerhaft funktioniert, sind ggf. Instandhaltungsmaßnahmen rechtzeitig, bedarfsgerecht und geplant unter Berücksichtigung der Wirtschaftlichkeit des gesamten Systems durchzuführen.

### **Evaluieren und Optimieren**

Im Interesse der Qualitätssicherung ist ein stetiges Reflektieren, Evaluieren und Optimieren erforderlich. Sowohl bei überschaubaren Arbeitspaketen als auch bei ganzen Projekten ist hinsichtlich der eingesetzten Methoden, Ressourcen, Kosten und erbrachten Ergebnisse zu klären: Was hat sich bewährt, was sollte bei der nächsten Gelegenheit wie verbessert werden (Lessons Learned)?

Die Kenntnis und Anwendung spezieller Methoden der Reflektion und Evaluation mit der dazugehörigen Datenerfassung und Auswertung sind in dieser Zielkategorie essenziell.

Jeder Prozess oder jede Anlage bedarf eines kontinuierlichen Verbesserungsprozesses (KVP). Dafür sind spezielle Kompetenzen notwendig, die die Datenerfassung, die Datenauswertung zur Identifikation von Verbesserungspotential und die Entscheidung für Maßnahmen unter Berücksichtigung von Effektivität und Effizienz ermöglichen.

Zur Bewältigung zukünftiger Herausforderungen im Privaten wie Beruflichen ist es wichtig, sich selbstbestimmt und selbstverantwortlich neuen Lerninhalten und Lernzielen zu stellen. Die Studierenden sollen deshalb unterschiedliche Lerntechniken kennen und anwen-



den sowie über das Reflektieren des eigenen Lernverhaltens in die Lage versetzt werden, ihren Lernprozess aus der Perspektive des lebenslangen Lernens bewusst und selbstständig zu gestalten und zu fördern.

### 3.4.2 Mathematisch akzentuierte Zielkategorien

Den mathematisch akzentuierten Zielkategorien werden die Handlungsdimensionen „Operieren“, „Modellieren“ und „Argumentieren“ (kurz: O-M-A) zu Grunde gelegt, welche sich nach SILLER ET. AL (2014) zum einen an grundlegenden mathematischen Tätigkeiten und zum anderen an den fundamentalen Ideen der Mathematik orientieren.

Die Dimension *Operieren* bezieht sich auf „die Planung sowie die korrekte, sinnvolle und effiziente Durchführung von Rechen- oder Konstruktionsabläufen und schließt z. B. geometrisches Konstruieren oder (...) das Arbeiten mit bzw. in Tabellen und Grafiken mit ein“ (BIFIE, 2013, S. 21).

Die Dimension *Modellieren* ist darauf ausgerichtet „in einem gegebenen Sachverhalt die relevanten mathematischen Beziehungen zu erkennen (...), allenfalls Annahmen zu treffen, Vereinfachungen bzw. Idealisierungen vorzunehmen und Ähnliches“ (BIFIE, 2013, S. 21).

Die Dimension *Argumentieren* fokussiert „eine korrekte und adäquate Verwendung mathematischer Eigenschaften, Beziehungen und Regeln sowie der mathematischen Fachsprache“ (BIFIE, 2013, S. 22).

### 3.5 Taxierung der Kompetenzen in drei Stufen

Die Qualität einer fachlich-methodischen Kompetenz kann nicht anhand einzelner Wissenskomponenten bemessen werden. Entscheidend ist hier vielmehr der Freiheitsgrad des Handlungsraums, in dem sie eingebettet ist. Nicht diejenigen, die hier in einzelnen Facetten das breiteste Wissen nachweisen können, sind die Kompetentesten, sondern diejenigen, deren Handlungsfähigkeit im einschlägigen Kontext am weitesten reicht. Hier lassen sich theoriebasiert drei Handlungsqualitäten unterscheiden:

Qualität 1 (linear-serielle Struktur):

Start und Ziel eindeutig, Umsetzung durch „reflektiertes Abarbeiten“ (Abfolgen).

Qualität 2 (zyklisch-verzweigte Struktur):

Start und Ziel eindeutig, Umsetzung durch das koordinierte Abarbeiten mehrerer Abfolgen und damit zusammenhängenden Auswahlentscheidungen (Algorithmen).

Qualität 3 (mehrschichtige Struktur):

Ziel und Start müssen definiert werden, Umsetzung durch Antizipieren tragfähiger Algorithmen bzw. deren Erprobung und reflektierter Kombination (Heuristiken).

Es ist erkennbar, dass die jeweils höhere Qualität die der vorausgehenden integriert. Handeln auf Ebene des Algorithmus bedingt die Beherrschung der darin zu vollziehenden Abfolgen, Handeln auf Heuristik-Ebene bedingt die Beherrschung der darin zu vollziehenden Algorithmen. Für die Qualität 1 ist daher Reflexionswissen funktional nicht erforderlich, trotzdem ist es für Lernende bedeutsam, da ein Verständnislernen immer interessanter und motivierender ist als ein rein funktionalistisches Lernen. Für Qualität 2 ist moderates Reflexionswissen erforderlich, da hier schon Entscheidungen eigenständig getroffen werden müssen. Mit dem Anspruchsniveau der erforderlichen Entscheidungen steigt der Bedarf an Reflexionswissen. Qualität 3 kann nur umgesetzt werden, wenn über das Reflexi-

onswissen der Stufe 2 hinaus weiteres Reflexionswissen verfügbar ist, welche neben, hinter oder über diesem steht. Um komplexe Probleme zu lösen, sind kognitive Freiheitsgrade erforderlich, die nur mit einem entsprechend tiefen Verständnis der jeweiligen Zusammenhänge erreicht werden können.

Diese Handlungsqualitäten können für den Lehrplan als Kompetenzstufen genutzt werden, denn sie repräsentieren Kompetenz-Unterschiede, welche nicht auf einem Kontinuum darstellbar sind, sondern sich in diskreten Qualitäten ausdrücken. Um die in den Lernfeldern aufgelisteten Kompetenz-Beschreibungen nicht zu überladen, wird im vorliegenden Lehrplan nicht jede einzelne Kompetenz in den drei Niveaustufen konkretisiert. Vielmehr erfolgt dies entlang der beruflichen und mathematischen Zielkategorien.

ENTWURF

## 3.5.1 Taxonomietabelle für beruflich akzentuierte Zielkategorien

Zielkategorien	Stufe I (Abfolge)	Stufe II (Algorithmus)	Stufe III (Heuristik)
<b>Kommunizieren &amp; Kooperieren</b>	Mitteilen und Annehmen von Informationen, koagierend zusammenarbeiten	an konstruktiven, adaptiven Gesprächen teilnehmen, kooperierend zusammenarbeiten	komplexe bzw. konfliktäre Gespräche führen, Kooperationen gestalten und steuern, Konflikte lösen
<b>Darstellen &amp; Visualisieren</b>	Präsentieren von klaren Gegenständlichkeiten, Fakten, Strukturen, Details	Präsentieren von eindeutigen Zusammenhängen und Funktionen mittels geeignet ausgewählter Darstellungsformen	Präsentieren und Dokumentieren komplexer Zusammenhänge und offener Sachverhalte mittels geeigneter Werkzeuge und Methoden
<b>Informieren &amp; Strukturieren</b>	Handhaben von Informationsmaterialien, Finden und Ordnen von Informationen	Finden einschlägiger Informationsmaterialien, Verifizieren, Selektieren und Ordnen von Informationen	Umsetzen offener Informationsbedarfe, von der Quellensuche bis zur strukturierten Information
<b>Planen &amp; Projektieren</b>	Problemstellungen inhaltlich strukturieren und zeitlich gliedern	routinenaher Projekte inhaltlich strukturieren und zeitlich gliedern	komplexe Projekte inhaltlich strukturieren und zeitlich gliedern unter Beachtung verfügbarer Ressourcen
<b>Entwerfen &amp; Entwickeln</b>	Umsetzen einfacher Ideen in Skizzen, Plänen oder konkreten Lösungen	Abgleichen konkurrierender Ideen, Umsetzen in Skizzen, Plänen oder konkreten Lösungen	Integration einzelner Ideen zu einer Gesamtlösung, Umsetzen in Skizzen, Plänen oder konkreten Lösungen
<b>Realisieren &amp; Betreiben</b>	Aktivieren und Kontrollieren serieller Prozesse	Aktivieren und Regulieren zyklischer Prozesse	Abstimmen, Aktivieren und Modulieren mehrschichtiger Prozesse
<b>Evaluieren &amp; Optimieren</b>	Bewerten entlang eines standardisierten Rasters, Umsetzen unmittelbarer Konsequenzen	Bewerten entlang eines offenen Rasters, Herleiten und Umsetzen von adäquaten Konsequenzen	Bewerten in Anwendung eigenständiger Kategorien, Herleiten und Umsetzen von adäquaten Konsequenzen

## 3.5.2 Taxonomietabelle für mathematisch akzentuierte Zielkategorien

Zielkategorien	Stufe I (Abfolge)	Stufe II (Algorithmus)	Stufe III (Heuristik)
<b>mathematisches Operieren</b>	Anwenden eines gegebenen bzw. vertrauten Verfahrens im Sinne eines Abarbeitens bzw. Ausführens	Abarbeiten und Ausführen mehrschrittiger Verfahren ggf. durch Rechneinsatz und Nutzung von Kontrollmöglichkeiten	Erkennen, ob ein bestimmtes Verfahren auf eine gegebene Situation passt, das Verfahren anpassen und ggf. weiterentwickeln
<b>mathematisches Modellieren</b>	Durchführen eines Darstellungswechsels zwischen Kontext und mathematischer Repräsentation Verwenden vertrauter und direkt erkennbarer Standardmodelle zur Beschreibung einer vorgegebenen (mathematisierter) Situation	Beschreiben vorgegebener (mathematisierter) Situation durch mathematische Standardmodelle bzw. mathematische Zusammenhänge Erkennen und Setzen von Rahmenbedingungen zum Einsatz von mathematischen Standardmodellen Anwenden von Standardmodellen auf neuartige Situationen Finden einer Passung zwischen geeigneten mathematischen Modellen und realen Situationen	komplexe Modellierung einer vorgegebenen Situation Reflektieren der Lösungsvarianten bzw. der Modellwahl Beurteilen der zugrunde gelegten Lösungsverfahren
<b>mathematisches Argumentieren</b>	einfache fachsprachliche Begründungen ausführen; das Zutreffen eines Zusammenhangs oder Verfahrens bzw. die Passung eines Begriffes auf eine gegebene Situation prüfen	mehrschrittige mathematische Standard-Argumentationen durchführen und beschreiben Nachvollziehen und Erläutern von mathematischen Begriffen, Sätzen, Verfahren, Darstellungen, Argumentationsketten und Kontexten fachlich und fachsprachlich korrekte Erklärung von einfachen mathematischen Sachverhalten, Resultaten und Entscheidungen	mathematische Argumentationen prüfen bzw. vervollständigen eigenständige Argumentationsketten aufbauen

### 3.6 Zusammenfassung

Das hier zugrundeliegende Kompetenzmodell schließt drei Kompetenzklassen nach ER-PENBECK, ROSENSTIEL, GROTE, SAUTER (2017, XXI ff.) ein: Sozial-kommunikative Kompetenzen, personale Kompetenzen (bzw. Selbstkompetenzen) und fachlich-methodische Kompetenzen.

Sozial-kommunikative Kompetenzen werden nach EULER & REEMTSMA-THEIS (1999) in einen agentiven Schwerpunkt, einen reflexiven Schwerpunkt und deren Integration unterteilt. Personale Kompetenzen (bzw. Selbstkompetenzen) werden nach LERCH (2013) in motivational-affektive und strategisch-organisatorische Komponenten unterschieden. Für diese beiden Kompetenzklassen sieht der Lehrplan keine weitere Detaillierung vor, da die Entwicklung überfachlicher Kompetenzen – durch deren enge Verschränkung mit der persönlichen Entwicklung des Individuums – deutlich anderen Gesetzmäßigkeiten unterliegt als die Entwicklung fachlich-methodischer Kompetenzen. Eine Anregung und Unterstützung in der Entwicklung überfachlicher Kompetenzen durch den Fachschulunterricht kann daher auch nicht entlang einer jahresplanmäßigen Umsetzung einzelner, thematisch determinierter Lernstrecken erfolgen, sondern muss vielmehr fortlaufend produktiv und dabei aber auch reflexiv in die Vermittlung fachlich-methodischer Kompetenzen eingebettet werden.

Im Zentrum dieses Lehrplankonzepts stehen die fachlich-methodischen Kompetenzen und deren differenzierte und taxiierte curriculare Dokumentation. Teilkompetenzen sind hierbei Aggregate aus spezifischen beruflichen Handlungen und dem diesen jeweils zugeordneten Wissen. Dabei unterscheidet man zwischen Sach-, Prozess- und Reflexionswissen. Als Basis für einen kompetenzorientierten Unterricht konkretisiert dieser Lehrplan zusammenhängende Komplexe aus Handlungskomponenten und Wissenskomponenten auf einem mittleren Konkretisierungsniveau. Der Fachschulunterricht wird dann erstens durch die Explikation und Konkretisierung der Handlungs- und Wissenskomponenten inhaltlich ausgestaltet und zweitens durch die Umsetzung der Taxonomietabellen (Tabellen in Abschnitt 3.5.1 und 3.5.2) in seinem Anspruch dimensioniert. Damit besteht einerseits eine curriculare Rahmung, die dem Anspruch eines Kompetenzstufenmodells gerecht wird, zum anderen liegen die für Fachschulen erforderlichen Freiheitsgrade vor, um der Heterogenität der Adressatengruppen gerecht werden und dem technologischen Wandel folgen zu können.

## 4 Organisation der Kompetenzen und Kenntnisse

### 4.1 Lernfelder

Wie der vorausgehende Lehrplan ist auch dieser in Lernfelder segmentiert. Als Novität ist hier nun zwischen berufsbezogenen Lernfeldern und Querschnitt-Lernfeldern zu unterscheiden (Abbildung 1).

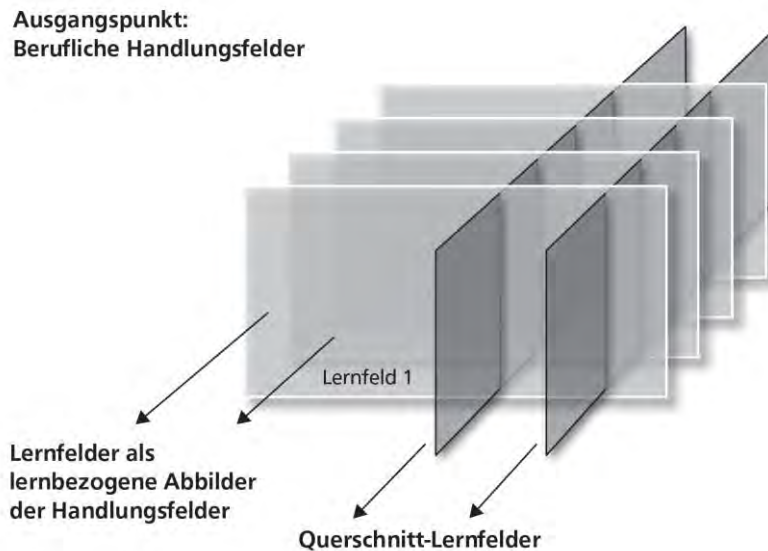


Abbildung 1: Beziehung von berufsbezogenen Lernfeldern als lernbezogene Abbilder beruflicher Handlungsfelder und Querschnitt-Lernfeldern.

**Berufsbezogene Lernfelder** sind curriculare Teilsegmente, welche sich aus einer spezifischen didaktischen Transformation beruflicher Handlungsfelder ergeben (BADER, 2004, S. 1). Wesentlich ist hierbei, dass die für das jeweilige Berufssegment wesentlichen Tätigkeitsbereiche adressiert werden. Relevante berufliche Handlungsfelder haben Gegenwarts- und Zukunftsbedeutung, ihre didaktische Reduktion in das Format eines Lernfeldes folgt dem Prinzip der Exemplarität (KLAFKI, 1964). Somit steht jedes einzelne Lernfeld des Lehrplans für einen gegenwarts- und zukunftsrelevanten Ausschnitt des dazugehörigen Berufssegments, als Gesamtheit repräsentieren sie dieses als exemplarisches Gesamtgefüge.

**Querschnitt-Lernfelder** integrieren übergreifende Aspekte der berufsbezogenen Lernfelder und adressieren entsprechend primär Grundlagenthemen, welche innerhalb der berufsbezogenen Lernfelder bedeutsam sind, jedoch diesbezüglich vorbereitend oder ergänzend vermittelt werden müssen. Insbesondere handelt es sich hier um mathematische, naturwissenschaftliche, informatische, volks- und betriebswirtschaftliche, gestalterische und ästhetische Kenntnisse bzw. Fertigkeiten, welche sich im Hinblick auf die Berufskompetenzen als Basis- oder Bezugskategorien darstellen. Zu den Querschnitt-Lernfeldern gehört die fachrichtungsbezogene Mathematik.

Innerhalb jeden Lernfeldes werden dessen Nummer, Bezeichnung sowie Zeit-Horizont dargestellt und insbesondere die darin adressierten Lernziele. Die Abfolge der Lernfelder im Lehrplan ist nicht beliebig, impliziert jedoch keine Reihenfolge der Vermittlung. In den *berufsbezogenen* Lernfeldern werden die Lernziele durch (weitgehend fachlich-methodische) Kompetenzen beschrieben (TENBERG, 2011, S. 61 ff). Dies erfolgt in Aggre-

gaten aus beruflichen Handlungen und zugeordnetem Wissen. Diese Lehrplaninhalte sind angesichts der Streuung und Unschärfe beruflicher Tätigkeitsspektren in den jeweiligen Segmenten sowie der Dynamik des technisch-produktiven Wandels auf einem mittleren Konkretisierungsniveau angelegt. Zur Taxierung dieser Lernziele liegt eine eigenständige Tabelle (siehe Abschnitt 3.5.1) vor, welche geordnet nach Zielkategorien die jeweils erforderlichen Handlungsqualitäten für die Stufen 1 (Minimalanspruch), 2 (Regelanspruch) und 3 (hoher Anspruch) konkretisiert. Zur Taxierung der Lernziele in der Mathematik (beruflicher Lernbereich) liegt eine gesonderte Tabelle (siehe Abschnitt 3.5.2) mit gleichem Aufbau vor. In den übrigen *Querschnitt*-Lernfeldern werden die Lernziele entweder durch Kenntnisse oder durch Fertigkeiten beschrieben. Sie werden dabei weder taxiert noch zeitlich näher präzisiert, da dieses nur im Rahmen der schulspezifischen Umsetzung möglich und sinnvoll erscheint. Als Orientierung dient hier jeweils der in den berufsbezogenen Lernfeldern konkret feststellbare Anspruch an übergreifende Aspekte.

## 4.2 Stundentafel

Für jedes Lernfeld und die Projektarbeit dürfen die Unterrichtsstunden innerhalb der angegebenen Grenzen variieren, wobei im beruflichen Lernbereich insgesamt 2000 Stunden erteilt werden müssen. Die Lernfelder 5 bis 10 können durch die einzelnen Schulen frei auf die beiden Ausbildungsabschnitte verteilt werden. Für alle Studierenden eines Jahrgangs im Schwerpunkt Systemtechnik muss der Stundenumfang für die individuelle Projektarbeit gleich sein.

Beruflicher Lernbereich	Unterrichtsstunden	
	1. Ausbildungsabschnitt	2. Ausbildungsabschnitt
Mathematik	200	
Projektarbeit		200 - 240
<b>Lernfelder</b>		
LF 1	Projekte mittels systematischem Projektmanagement zum Erfolg führen	80 - 120
LF 2	Mechanische Baugruppen und Funktionseinheiten analysieren, planen und prüfen	160 - 240
LF 3	Elektrische, elektromechanische und elektronische Baugruppen analysieren, planen und in Betrieb nehmen	160 - 240
LF 4	Anwendungen programmieren, Daten auswerten und dokumentieren	80 - 120
LF 5	Optische und lasertechnische Baugruppen analysieren	120 - 160
LF 6	Automatisierte Messdatenerfassungssysteme und elektronische Steuerungen	160 - 240
LF 7	Komplexe mechatronische Systeme methodisch konzipieren und bereitstellen	160 - 240
LF 8	Komplexe mechatronische Systeme automatisieren	160 - 240
LF 9	Regelkreise analysieren, konzipieren, in Betrieb nehmen und optimieren	80 - 120
LF 10	Automatisierte Produktionsabläufe unter Berücksichtigung des Qualitätsmanagements planen und steuern	80 - 120



4.3 Beruflicher Lernbereich

4.3.1 Mathematik (Querschnitt-Lernfeld) [200h]

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	MATHEMATIK		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... handhaben algebraische Verfahren, beispielsweise zur Auslegung elektrischer Netze und ebener Trag- und Fachwerke.	Zahlenmengen <ul style="list-style-type: none"> <li>• natürliche Zahlen</li> <li>• ganze Zahlen</li> <li>• rationale Zahlen</li> <li>• irrationale Zahlen</li> <li>• reelle Zahlen</li> </ul> algebraische Gleichungen <ul style="list-style-type: none"> <li>• linear</li> <li>• quadratisch</li> <li>• exponentiell</li> <li>• gemischt</li> </ul> lineare Gleichungssysteme Potenz- und Logarithmusregeln	Anwendung von Standardlösungsverfahren <ul style="list-style-type: none"> <li>• Äquivalenzumformung</li> <li>• pq-Formel</li> <li>• Gleichsetzungsverfahren</li> <li>• Einsetzverfahren</li> <li>• Additionsverfahren</li> <li>• Gaußalgorithmus</li> </ul> Methoden der Abschätzung Ergebniskontrolle Umgang mit einem wissenschaftlichen Taschenrechner (WTR)	Axiome des mathematischen Körpers Operatoren Rechengesetze <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kommutativgesetz</li> <li>• Assoziativgesetz</li> <li>• Distributivgesetz</li> </ul>
... nutzen geometrische und trigonometrische Verfahren zur Lösung geometrischer Problemstellungen u. a. im Rahmen konstruktiver, steuerungs- und fertigungstechnischer Aufgabenstellungen.	Satz des Pythagoras trigonometrische Seitenverhältnisse Einheitskreis Sinus- und Kosinussatz Flächen und Volumina von geometrischen Formen und Körpern	Berechnung von Längen, Abständen und Winkeln Berechnung realer Flächen und Körper	Ähnlichkeits- und Kongruenzsätze für Dreiecke Strahlensatz euklidische Axiome

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	MATHEMATIK		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
<p>... <b>handhaben</b> mathematische Funktionen zur Modellierung und Lösung u. a. im Rahmen technischer und wirtschaftlicher Problemstellungen, auch mittels Software, wie Kennlinien von Bauelementen, Ladekurve eines Kondensators, Schnittgrößen und Biegelinien von Trägern.</p>	<p>Darstellungsformen und Funktionsvorschriften</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ganzrationale Funktionen, insbesondere lineare und quadratische</li> <li>• trigonometrische Funktionen</li> <li>• Exponentialfunktionen</li> </ul> <p>Charakteristika</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Steigung</li> <li>• Nullstellen, Abszissenabstand</li> <li>• Schnittpunkt</li> <li>• Scheitelpunkt</li> <li>• Periodizität</li> </ul> <p>Wertebereich, Definitionsbereich</p>	<p>Berechnung der Charakteristika Wechsel der Darstellungsformen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Normal-, Scheitelpunktform, Linearfaktor-darstellung</li> <li>• implizite, explizite Funktionsvorschrift</li> <li>• Graph und Wertetabelle</li> </ul> <p>Funktionsermittlung Differenzenquotient Funktionsdarstellung mittels Software Konstruktion trigonometrischer Funktionen mit Hilfe des Einheitskreises</p>	<p>trigonometrische Grundlagen Relationen und Abbildungen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• kartesisches Produkt</li> <li>• Surjektivität, Injektivität, Bijektivität</li> </ul> <p>Funktionsbegriff</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• mathematisches Modell vs. Realbezug</li> </ul>
<p>... <b>verwenden</b> Verfahren der analytischen Geometrie und linearen Algebra, beispielsweise zur Darstellung von Kräften als Vektoren.</p>	<p>Vektoren</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vektorkomponenten</li> <li>• Schreibweisen</li> </ul> <p>Vektoroperationen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Skalierung</li> <li>• Vektoraddition</li> <li>• Skalarprodukt</li> </ul> <p>orthogonale, parallele und linear unabhängige Vektoren</p>	<p>Addition und Subtraktion von Vektoren Beschreibung geometrischer Körper im Raum mittels Vektoren Winkelberechnung mit Skalarprodukt</p>	<p>Vektor als Parallelverschiebung bzw. Translation im Raum trigonometrische Grundlagen</p>
<p>... <b>setzen statistische Methoden</b>, beispielsweise im Rahmen der Qualitätssicherung, ein.</p>	<p>Statistische Kenngrößen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• arithmetisches Mittel</li> <li>• Median</li> <li>• Varianz</li> </ul>	<p>Datenerfassung und -darstellung Berechnung statistischer Kenngrößen (auch mit Hilfe von Software) Berechnung von Fehlern indirekt gemessener</p>	<p>deskriptive Statistik empirische Verfahren</p>

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	MATHEMATIK		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Standardabweichung</li> <li>Fehlerfortpflanzung</li> </ul>	Größen	
HINWEISE:	Wo immer möglich, sollten Anwendungsbeispiele aus dem Kontext der anderen Lernfelder der Fachrichtung / des Schwerpunktes gewählt werden.		

ENTWURF

4.3.2 Projektarbeit [200h–240h]

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	Vorbemerkung	Organisatorische Hinweise
<p>... analysieren und strukturieren eine Problemstellung und lösen sie praxisgerecht.</p> <p>... bewerten und präsentieren das Handlungsprodukt und den Arbeitsprozess.</p> <p>... berücksichtigen Aspekte wie z. B. Wirtschaftlichkeit, Energie- und Rohstoffeinsatz, Fragen der Arbeitsergonomie und Arbeitssicherheit, Haftung und Gewährleistung, Qualitätssicherung, Auswirkungen auf Mensch und Umwelt sowie Entsorgung und Recycling.</p> <p>... legen besonderen Wert auf die Förderung von Kommunikation und Kooperation.</p>	<p>Für die Projektarbeit werden fachrichtungsbezogene und lernfeldübergreifende Aufgaben bearbeitet, die sich aus den betrieblichen Einsatzbereichen von Technikerinnen und Technikern ergeben. Die Aufgabenstellung ist so offen zu formulieren, dass sie die Aktivität der Studierenden in der Gruppe herausfordert und unterschiedliche Lösungsvarianten zulässt. Durch den lernfeldübergreifenden Ansatz können Beziehungen und Zusammenhänge der einzelnen Fächer und Lernfelder hergestellt werden. Die Projektarbeit findet interdisziplinär statt. In allen Fächern und Lernfeldern soll über eine entsprechende Problem- und Aufgabenorientierung die methodische Vorbereitung für die Durchführung der Projekte geleistet werden.</p>	<p>Mit den Studierenden werden die Zielvorstellungen, die inhaltlichen Anforderungen sowie die Durchführungsmodalitäten besprochen. Die Studierenden sollen in der Regel Projekte aus der betrieblichen Praxis in Kooperation mit Betrieben bearbeiten. Die Vorschläge für Projektaufgaben sind durch einen Anforderungskatalog möglichst genau zu beschreiben.</p> <p>Alle eingebrachten Projektvorschläge werden durch die zuständige Konferenz geprüft, z. B. auf Realisierbarkeit, Finanzierbarkeit, ausgewählt und beschlossen. Jede Projektarbeit wird von einem Lehrerinnen/Lehrerteam betreut. <b>Die im LF1 „Projekte mittels systematischem Projektmanagements zum Erfolg führen“ erworbenen Kenntnisse und Fertigkeiten müssen angewendet werden.</b></p> <p>Es empfiehlt sich während der Projektphase Projekttage einzuführen, an denen nach Rücksprache die am Projekt beteiligten Lehrerinnen und Lehrer beratend zur Verfügung stehen. Während dieser Zeit können die Studierenden die Projektarbeit beim Auftraggeber im Betrieb und in den Räumlichkeiten der Schule durchführen. Da es sich um eine Schulveranstaltung handelt, besteht für die Studierenden während dieser Tätigkeit ein Versicherungsschutz gegen Unfall- und Haftpflichtschäden.</p>
<p>HINWEISE:</p>		

**4.3.3 Lernfeld 1: Projekte mittels systematischen Projektmanagements zum Erfolg führen [80h-120h]**

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF1: PROJEKTE MITTELS SYSTEMATISCHEN PROJEKTMANAGEMENTS ZUM ERFOLG FÜHREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... kommunizieren effizient und organisieren sich selbst im Projektgeschehen.	Präsentationstechniken Kommunikationssituationen Führung Motivation Konflikte und Krisen Zeitmanagement Arbeitsteilung Klassische und agile Vorgangsmodelle im Projektmanagement	Vorbereitung und Durchführung einer Präsentation Vorbereitung und Durchführen eines Projektmeetings Analyse eines Konfliktes Durchführung und Dokumentation eines Problemlösungsverfahrens Planung und Einteilung der eigenen Arbeitszeit	Kommunikationsmodelle Effektivität als Prinzip Prinzip der systematischen Kommunikation Bedeutung von Selbst- und Fremdwahrnehmung für Konfliktmanagement und Führung Hybrides Projektmanagement
... initialisieren und definieren ein Vorhaben als Projekt.	Inhalt und Bedeutung der Projektphasen Projekttypen Projekt- und Projektmanagementdefinition Kreativitätstechniken Projektziele <ul style="list-style-type: none"> <li>• Qualität</li> <li>• Kosten und Termine</li> <li>• Leistungsziele etc.</li> </ul>	Moderation kreativer Prozesse Zielfindung, –formulierung und Abgrenzung Strukturierung der Projektziele	Prinzip der Zielorientierung
... planen eine Projektdurchführung.	Meilensteine Projektaufwand und -budget sachliche und soziale Projektumfeldfaktoren Risiko, Chance, Maßnahmen zur Risikoverminderung Unternehmens- und Projektorganisationsformen, Rollen im Projekt Lasten- und Pflichtenheft, Projektauftrag,	Phasenplanung Beurteilung des Projektes auf Machbarkeit Projektumfeldanalyse Risikoanalyse Aufstellung einer Projektorganisation Erstellung des Projektauftrages Erstellung des Projektstrukturplans	Prinzip der Ergebnisorientierung Prinzip der personalisierten Verantwortungen

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF1: PROJEKTE MITTELS SYSTEMATISCHEN PROJEKTMANAGEMENTS ZUM ERFOLG FÜHREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
	Projekthandbuch Projektstrukturplan, Arbeitspakete Ablauf- und Terminplan Einsatzmittelplan, Kapazitätsplan, Kostenplan	Durchführung Ablauf- und Terminplanung Erstellung einer Einsatzmittel- und Kostenplanung	
... realisieren das Projekt.	Kosten- und Termentrendanalyse Berichtswesen Projektsteuerung	Stakeholder Management Risikomanagement Überwachung und Steuerung der Projektrealisierung Erstellung, Pflege, und Kommunikation der Projektdokumentation	PM-Regelkreis Prinzip des rechtzeitigen Handelns
... schließen ein Projekt ab.	Übergabeprotokoll Endabnahme	Abschluss der Projektdokumentation Projektübergabe und Abschlusspräsentation Projektreflexion Lessons Learned	
HINWEISE:	Die Kompetenzen in diesem Lernfeld orientieren sich an der ICB (International Competence Baseline, siehe auch <a href="https://www.gpm-ipma.de/know_how/pm_normen_und_standards/standard_icb_4.html">https://www.gpm-ipma.de/know_how/pm_normen_und_standards/standard_icb_4.html</a> ).		

**4.3.4 Lernfeld 2: Mechanische Baugruppen und Funktionseinheiten analysieren, planen und prüfen [160h-240h]**

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF2: MECHANISCHE BAUGRUPPEN UND FUNKTIONSEINHEITEN ANALYSIEREN, PLANEN UND PRÜFEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... analysieren und bestimmen Kräfte und Momente an technischen Systemen.	allgemeines und zentrales Kräftesystem Kräfte und Momente an rotierenden Bauteilen Lager- und Gelenkanordnung	Freimachen von Bauteilen Auflagerberechnung Berechnung von Kraft- und Momentverläufen	Newton'sche Axiome
... analysieren und bestimmen Spannungen an Maschinenelementen und Bauteilen.	Beanspruchungsarten Lastfälle Spannungen und Verformungen an Bauteilen Reibungskräfte zulässige Spannungen für statische und dynamische Belastungen Widerstandsmomente für Standardformen	Berechnung auftretender Spannungen und Verformungen Dimensionierung von Maschinenelementen und Bauteilen Abstraktion/Idealisierung der Wirklichkeit	Reibung Widerstandsmomente • Flächenträgheitsmoment • Torsionsmoment
... wählen begründet geeignete Werkstoffe für Bauteile und Baugruppen aus.	technologische Einteilung von Werkstoffen Eigenschaften und Kenngrößen von Werkstoffen Kennzeichnung von Werkstoffen	Auswahl von Werkstoffen nach physikalischen, technologischen, ökonomischen und ökologischen Kriterien	physikalischer Aufbau von Werkstoffen
... erstellen Handskizzen und konstruieren Bauteile und Baugruppen normgerecht mit Hilfe von CAD-Systemen.	einschlägige Normen und Regelwerke für die Darstellung und Bemaßung von Bauteilen Toleranzen und Passungen Stücklisten für Baugruppen CAD-Systeme	Konstruktion von Einzelteilen und Baugruppen fachgerechte Auswahl anhand von Regelwerken und Katalogen Darstellung von Baugruppen mit Stücklisten Anwendung eines CAD-Systems	Kraft-/Spannungsverläufe in Bauteilen
HINWEISE:			

### 4.3.5 Lernfeld 3: Elektrische, elektronische und elektromechanische Systeme analysieren, planen und in Betrieb nehmen [160h–240h]

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF3: ELEKTRISCHE, ELEKTRONISCHE UND ELEKTROMECHANISCHE SYSTEME ANALYSIEREN, PLANEN UND IN BETRIEB NEHMEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... beachten die für den Umgang mit elektrischer Energie einschlägigen Vorschriften zum Schutz von Menschen und technischen Anlagen.	Schutzmaßnahmen, Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (DGUV) DIN VDE 0100 – 510/600 VDE 1000 Sicherheitsvorschriften Hilfsmaßnahmen bei Unfällen	Durchführung von Schutzmaßnahmen Überprüfung von Schutzmaßnahmen	physiologische Auswirkungen des elektrischen Stroms auf den menschlichen Körper
... analysieren die Funktionsweise elektrischer, elektronischer und elektromechanischer Bauelemente, Baugruppen, Geräte und Systeme anhand der Schaltpläne und entwickeln Schaltungen.	elektrische und mechanische Grundgesetze und Grundgrößen elektrische und elektronische Bauelemente Schaltzeichen und deren Zusammenhänge elektrotechnische Elementarschaltungen für Gleich- sowie ein- und mehrphasige Wechselgrößen symmetrische/unsymmetrische Belastung, Kompensation Schaltpläne Unterschied verschiedener Schaltungsunterlagen	Berechnung von Parametern Arbeit mit Tabellenwerken Umrechnung von Grundgrößen Berechnung von Kenngrößen und Darstellung der Ergebnisse Dimensionierung elektrischer Komponenten	elektrisches und magnetisches Feld Wirkprinzipien der Bauelemente pn-Übergang



Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF3: ELEKTRISCHE, ELEKTRONISCHE UND ELEKTROMECHANISCHE SYSTEME ANALYSIEREN, PLANEN UND IN BETRIEB NEHMEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... überprüfen messtechnisch die Funktion und Betriebswerte elektrischer, elektronischer und elektromechanischer Bauelemente und werten die Ergebnisse aus.	elektrische Messgeräte und Messinstrumente elektrische Messverfahren und Messschaltungen für Gleich- sowie ein- und mehrphasige Wechselgrößen, z. B. Brücken für die Sensortechnik Regeln zum Aufbau von Messschaltungen Arten von Messfehlern Typische Fehlerarten Erscheinungsbilder unterschiedlicher Fehlerarten	Handhabung von Messgeräten Aufbau von Messschaltungen Durchführung von Messungen Systematische Fehlersuche	
...wählen elektrische Maschinen für verschiedene Antriebsaufgaben der Mechatronik aus, begründen ihre Wahl, zeigen Alternativlösungen auf und nehmen die gewählten Antriebe in Betrieb.	elektrische Maschinen Frequenzumrichter Motorschutzschalter Dreiphasennetz Umwandlungsprozesse Energieverlust in Anlagen	Dimensionierung der Maschinen Darstellung der Auswahl-Ergebnisse Berechnung von Parametern Inbetriebnahme der Antriebe	Kraftübertragung Bewegung Moment Reibung Schlupf
HINWEISE:			

#### 4.3.6 Lernfeld 4: (Querschnitt-Lernfeld) Anwendungen programmieren, Daten auswerten und dokumentieren [80h–120h]

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF4: ANWENDUNGEN PROGRAMMIEREN, DATEN AUSWERTEN UND DOKUMENTIEREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... <b>nutzen Textverarbeitungs-</b> , Präsentations- und Tabellenkalkulations-Software zur Auswertung von Daten sowie zur Dokumentation und Präsentation von Ergebnissen.	Textverarbeitungsprogramm Tabellekalkulationsprogramm Präsentationsprogramm	Umgang mit dem Textverarbeitungsprogramm Umgang mit dem Tabellenkalkulationsprogramm Umgang mit dem Präsentationsprogramm	
... <b>nutzen passende Typen und Strukturen</b> zur Speicherung von Daten.	elementare Datentypen zusammengesetzte Datentypen globale – lokale Daten statische – dynamische Daten	Deklaration von Variablen Umgang mit dem Programmeditor	Repräsentation von Daten im Speicher
... <b>berechnen Werte.</b>	Operatoren und Operanden Ausdrücke Zuweisungen Typkonvertierungen	Formulierung algebraischer oder logischer Ausdrücke	Rechenregeln für Grundrechenarten Regeln der Boole'schen Algebra
... <b>analysieren bestehende Algorithmen.</b>	Abfolge Kontrollstrukturen	Erkennung und Beschreibung von Strukturelementen und zusammengesetzten Strukturen	Terminierung von Schleifen
... <b>dokumentieren analysierte oder selbst entworfene Algorithmen</b> mit Hilfe von grafischen Darstellungsformen.	grafische Darstellungsformen für Algorithmen (z. B. Programmablaufpläne, Struktogramme, Aktivitätsdiagramme)	Umgang mit geeignetem Zeichentool	

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF4: ANWENDUNGEN PROGRAMMIEREN, DATEN AUSWERTEN UND DOKUMENTIEREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... entwickeln, testen und dokumentieren eigene Programme.	Grundlagen des Programmaufbaus Funktionen/Unterprogramme Parameterübergabe Rückgabewert Syntax und Semantik wichtiger Bibliotheksfunktionen (z. B. Ein- u. Ausgabe, Dateioperationen, Kommunikationsroutinen) Debugging-Funktionen Kommentare im Programmcode	Umgang mit Modulen oder mehreren Quelldateien in einem Programmierprojekt Einbindung von Bibliotheken Umgang mit der Programmierumgebung Debugging Vorgehensweise zur Dokumentation	Prinzipien zur Verbesserung der Änderbarkeit
HINWEISE:			

**4.3.7 Lernfeld 5: Optische und lasertechnische Baugruppen analysieren [120h–160h]**

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF5: OPTISCHE UND LASERTECHNISCHE BAUGRUPPEN ANALYSIEREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... wählen geeignete Lichtquellen (u. a. Laser), optische Bauelemente und Sensoren für Aufgaben der Messtechnik aus.	abbildende Elemente und Baugruppen optische Größen und deren Zusammenhänge Größen und Einheiten der Strahlungs- und Lichttechnik Lichtquellen, Empfänger und optische Instrumente Faseroptik und faseroptische Bauelemente Einsatzgebiete des Lasers in der Messtechnik Interferometrie	Durchführung, Auswertung und Beurteilung von Messungen Berechnung von Parametern Arbeit mit Tabellenwerken Umrechnung von Grundgrößen Berechnung von Kenngrößen Darstellung der Ergebnisse Handhabung von Messgeräten Systematische Fehlersuche	Eigenschaften des Lichts <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reflexion, Totalreflexion</li> <li>• Brechung und Dispersion</li> <li>• Beugung</li> <li>• Interferenz</li> <li>• Kohärenz</li> <li>• Polarisation</li> <li>• Wellenlänge</li> </ul> Abbildungsgesetze physikalische Grundlagen zur Erzeugung von Laserlicht
... wählen geeignete Lasertypen und optische Bauelemente für die Materialbearbeitung aus.	Aufbau von Gas-, Festkörper- und Diodenlasern Einsatzgebiete des Lasers in der Materialbearbeitung Laserparameter bei der Materialbearbeitung Materialeigenschaften (Reflexion, Transmission, Absorption)	Abstimmung der einzelnen Komponenten (Laserwellenlänge, Strahlführung und -formung, Material) Dimensionierung von Komponenten	Wellenlänge Abbildungsgesetze physikalische Grundlagen zur Erzeugung von Laserlicht
... justieren Laseranlagen und beheben Fehler.	Bauelemente in Laseranlagen	Durchführung, Auswertung und Beurteilung von Lasermessungen	Abbildungsgesetze
... beachten die für den Umgang mit Laserstrahlung einschlägigen Vorschriften zum Schutz von Menschen und technischen Anlagen.	Laserklasseneinteilung Schutzmaßnahmen Sicherheitsvorschriften Hilfsmaßnahmen bei Unfällen	Durchführung von Schutzmaßnahmen Überprüfung von Schutzmaßnahmen	physiologische Auswirkungen des Laserlichts auf den menschlichen Körper und auf Gegenstände
HINWEISE:			

### 4.3.8 Lernfeld 6: Automatisierte Messdatenerfassungssysteme und Smarte Systeme analysieren, entwickeln und in Betrieb nehmen [160h–240h]

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF6: AUTOMATISIERTE MESSDATENERFASSUNGSSYSTEME UND SMARTE SYSTEME ANALYSIEREN, ENTWICKELN UND IN BETRIEB NEHMEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... <b>entwerfen automatische Prüf-, Mess-, Steuer- und Regelsysteme.</b>	Aufbau und Funktionsweise von Steuerungen, Regelungen, Messsystemen und Prozesssystemen	Einstufung nach Fehlerklassen Betrachtung von Gesamtfehlern Auswahl eines Prüf-, Mess-, Steuerungs- oder Regelungskonzeptes	EVA-Prinzip; Prozessablaufverfahren
... <b>wählen Sensorik, Verarbeitungseinheiten und Aktorik aus.</b>	binäre und analoge Sensoren Verarbeitungseinheiten (Controller) Aktoren	anwendungsbezogene Hardwareauswahl; elektromechanische Komponenten; Signalübertragung	Wandlung physikalischer Größen in elektrische Signale
... <b>passen die Signale der Sensoren an standardisierte Pegel an und minimieren Störungen sowie systematische Fehler.</b>	Messkette Abschirmung Masseschleifen Messumformer	Ausführung von Messketten in analoger Technik Anwendung von Strategien zur Vermeidung von Störsignalen	Signalkonditionierung
... <b>beschaffen notwendige Komponenten, installieren und konfigurieren sie.</b>	Anschlusstechnik Hardwarechnittstellen	Beschaffungsprozess Montage und Anschluss Konfiguration/Kalibrierung von Sensorik/Aktorik	Ökonomie
... <b>entwerfen, dokumentieren und programmieren zugehörige Applikationen.</b>	Programmablaufplan (PAP) Kontrollstrukturen Datentypen und -strukturen Datei Input/Output Signale: Input/Output Programmier-/Entwicklungsumgebungen	Beschreibung von Funktionszusammenhängen in Ablaufplänen Umgang mit einer Entwicklungsumgebung (z. B. LabView) Erstellung und Überprüfung von Programmcode in einer Entwicklungsumgebung	Boole'sche Algebra Refactoring und Skalierbarkeit

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...		LF6: AUTOMATISIERTE MESSDATENERFASSUNGSSYSTEME UND SMARTE SYSTEME ANALYSIEREN, ENTWICKELN UND IN BETRIEB NEHMEN		
		Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... nehmen das System in Betrieb und beheben Fehler in Programmen und/oder Hardware.	Schnittstelle zwischen Hardware und Software Strategien zu Fehlerbeseitigung Debugging-Funktionen	Anwendungsbezogene systematische Fehlersuche Kontrolle des Funktions-, Produktions- und Programmablaufes Test mit Hilfe von Simulation Fehleranalyse Debugging	Systematische und logische Fehler	
... erstellen die Hardwareokumentation.	Funktionen eines E-CAE-Systems <ul style="list-style-type: none"> <li>• Stromlaufpläne</li> <li>• Schaltpläne</li> <li>• Stücklisten</li> <li>• Kabelpläne, ...</li> </ul>	Erstellung normgerechter Pläne mit einem E-CAE-System sowie Text- und Tabellen- und Präsentationsverarbeitungswerkzeugen		
<b>HINWEISE:</b>	Es bietet sich an, das Lernfeld 6 lernfeldübergreifend zusammen mit Lernfeld 1 (Projekte mittels systematischen Projektmanagements zum Erfolg führen) in Form von Studienprojekten zu unterrichten. Die Studierenden könnten hierbei eigene Projektideen entwickeln und umsetzen. Daran ließen sich sinnvoll sowohl die Projektmanagement-Kompetenzen aus Lernfeld 1 als auch die hier beschriebenen technischen Kompetenzen erwerben. Außerdem ist eine enge Abstimmung mit dem Unterricht in Lernfeld 4 (Anwendungen programmieren, Daten auswerten und dokumentieren) erforderlich, das die softwaretechnischen Grundlagen liefert, auf die hier aufgebaut wird.			

**4.3.9 Lernfeld 7: Komplexe mechatronische Systeme methodisch projektieren und bereitstellen [160h–240h]**

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF7: KOMPLEXE MECHATRONISCHE SYSTEME METHODISCH PROJEKTIEREN UND BEREITSTELLEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... entwickeln mit anerkannten Methoden Lösungen für mechatronische Systeme.	Kreativitätstechniken Bewertungsverfahren (technische und wirtschaftliche Bewertung) Lastenheft, Pflichtenheft Anforderungslisten Konstruktionssystematik nach VDI 2222	Ermittlung von Anforderungen aus den einschlägigen Informationsquellen und unter Beachtung von Normen und gesetzlichen Regeln Nutzung von Kreativitätstechniken, einschlägigen Methoden und Bewertungsverfahren zur Lösungsfindung Überprüfung der eigenen Arbeitsergebnisse anhand der Anforderungen	Nutzen und Grenzen von systematischen und intuitiven Lösungsverfahren
... erfassen und lösen Probleme an den mechanischen Schnittstellen von mechatronischen Systemen.	Belastung und Beanspruchung von Bauteilen Werkstoffkennwerte Berechnungsverfahren für mechanische Beanspruchung	Auswahl geeigneter Werkstoffe für die mechanischen Komponenten Dimensionierung kritischer Bauteile belastungs- und beanspruchungsgerechte Gestaltung mechanischer Bauteile werkstoffgerechte Gestaltung von mechanischen Bauteilen	

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF7: KOMPLEXE MECHATRONISCHE SYSTEME METHODISCH PROJEKTIEREN UND BEREITSTELLEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... analysieren die Antriebsaufgabe des Kunden unter Berücksichtigung verschiedener Last- und Prozesssituationen.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lastarten</li> <li>• Hubvorrichtungen</li> <li>• Rührwerke</li> <li>• Lüfter</li> </ul> mechanische und energetische Grundlagen <ul style="list-style-type: none"> <li>• Drehbewegung</li> <li>• Längsbewegung</li> <li>• Drehmomentbedarf</li> <li>• Leistungsbedarf</li> </ul> drehzahl- und positionsvariable Anforderungen	Ermittlung der Antriebsanforderung des Auftraggebers unter Beachtung der mechanischen und energetischen Grundlagen Ermittlung der Lastkennlinie Beschreibung des geforderten Antriebsprozesses	
... planen und dimensionieren einen Antrieb.	Komponenten eines Antriebssystems Antriebsarten <ul style="list-style-type: none"> <li>• Drehantriebe mit GM, ASM</li> <li>• Positions-/Servoantriebe</li> </ul> Kenndaten elektrischer Antriebe Arbeitspunktbestimmung	Sichtung eines geeigneten Antriebs unter Beachtung der Anforderungen Bestimmung des Arbeitspunktes auf Grundlage der Last- und Motorkennlinie Überprüfung der Arbeitsergebnisse Prozessoptimierung	Energieeffizienz Wirtschaftlichkeit
... steuern oder regeln Antriebssysteme unter Berücksichtigung der aktuellen Technologiestandards.	Antriebs-Ansteuermethoden Frequenzumrichter- und Servotechnik Regelungs- und Steuerungsarten Kosteneinsparpotentiale	Sichtung, Auslegung und Integration einer geeigneten Ansteuertechnik unter Beachtung der Anforderungen	Energieeffizienz Wirtschaftlichkeit



Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF7: KOMPLEXE MECHATRONISCHE SYSTEME METHODISCH PROJEKTIEREN UND BEREITSTELLEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
<p>... analysieren eine wägetechnische Aufgabenstellung des Kunden unter Berücksichtigung des Betriebsumfeldes.</p>	<p>Umgebungsbedingungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Schutzarten</li> <li>• Explosionsschutz</li> <li>• Blitzschutz</li> <li>• EMV</li> </ul> <p>Kriterien für die Anpassung des Wägesystems auf das Betriebsumfeld</p> <p>wägetechnische Anwendungsapplikationen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verwiegen</li> <li>• Abfüllen</li> <li>• Dosieren</li> <li>• Rezeptieren</li> </ul> <p>wägetechnische Begrifflichkeiten</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wägebereich</li> <li>• Lastbereiche des Lastaufnehmers</li> <li>• Teilung</li> <li>• Ablesbarkeit</li> <li>• Kalibrieren</li> <li>• Eichen</li> <li>• Justieren</li> </ul>	<p>Ermittlung der wägetechnischen Anforderungen des Auftraggebers und des Betriebsumfeldes</p> <p>Beschreibung des Anwendungsprozesses und der Dokumentation des Wiegeergebnisses</p>	

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF7: KOMPLEXE MECHATRONISCHE SYSTEME METHODISCH PROJEKTIEREN UND BEREITSTELLEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... projektieren ein Wägesystem.	<p>Bauformen und Aufbau von Wägezellen und deren Einbauhilfen als Lastaufnehmersysteme</p> <p>Funktionalität und Kenndaten des Wägeterminals mit Anwendungsapplikation als Auswerteelektronik</p> <p>Kriterien zur Messgenauigkeit</p> <p>Berechnungsgrundlagen zur Bestimmung der Signalauflösung und Ablesbarkeit</p>	<p>Zusammenstellung eines geeigneten Wägesystems, bestehend aus Lastaufnehmer, Auswerteelektronik inklusive der Anwendungsapplikationen und Schnittstellen</p> <p>Bestimmung der eichfähigen und nicht eichfähigen Ablesbarkeit des Wägesystems und deren Dokumentation</p>	<p>Wirtschaftlichkeit</p>
HINWEISE:			

## 4.3.10 Lernfeld 8: Komplexe mechatronische Systeme automatisieren [160h–240h]

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF8: KOMPLEXE MECHATRONISCHE SYSTEME AUTOMATISIEREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... planen technische Anlagen unter sicherheitstechnischen Aspekten und Einhaltung aktueller Normen.	technische Regeln für Betriebssicherheit Gefährdungsanalyse <ul style="list-style-type: none"> <li>• Anlagensicherheit</li> <li>• Sicherheitshinweise</li> </ul> Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV) Anordnungen von Schalt- und Bedienelementen Not-Aus und Not-Halt Sicherheitsschaltgeräte CE Kennzeichnung von Anlagen / Konformitätserklärung Maschinenrichtlinie	Einordnungen von Anlagen in SIL und PL Anwendung einschlägiger Normen (z. B. DIN EN 60204 / DIN ISO EN 13850) sicherheitstechnische Bewertung von Anlagen Erstellung einer Bedienungsanleitung	
... wählen Steuerungshardware sowie Sensorik und Aktorik anforderungsgerecht aus.	Komponenten <ul style="list-style-type: none"> <li>• mechanische</li> <li>• elektrische/elektropneumatische</li> <li>• pneumatische/hydraulische</li> </ul> Pneumatik- und Hydraulikschaltpläne Aufbau und Funktionsweise von Steuerungen Steuerungshardware <ul style="list-style-type: none"> <li>• Produktfamilie</li> <li>• E/A-Baugruppen</li> <li>• Kommunikationsbaugruppen</li> <li>• HMI-Komponenten</li> </ul> sicherheitstechnische Hardwaremaßnahmen fehlersichere Steuerungen	Analyse und Erstellung von Stromlauf-, Hydraulik- oder Pneumatik-Schaltplänen Erstellung der Hardwarekonfiguration Anbindung der Prozessperipherie	

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF8: KOMPLEXE MECHATRONISCHE SYSTEME AUTOMATISIEREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
<p>... planen informationstechnische Netzwerke anlagenspezifisch, bauen diese auf und konfigurieren sie.</p>	<p>Übertragungsmedien für Datennetzwerke                      Netzwerktopologien                      Zugriffsverfahren von Netzwerken                      Funkübertragungstechniken                      IP-Adressierung, Arbeitsweise von Routern                      Kommunikationsvorgänge, Protokollanalysen                      z. B. IP, UDP, TCP, ICMP                      industrielle Bussysteme (z. B. Profinet, CAN, ...)                      Dokumentation von Netzwerken                      Zugriffsschutz                      Cloud</p>	<p>Installation und Konfiguration von Anwendungssoftware                      Einrichtung und Betrieb passiver sowie aktiver Netzwerkkomponenten                      Konfiguration von Kommunikationsprotokollen                      Konfiguration von Routern                      Kopplung von Netzwerken                      Konfiguration von Bussystemen                      Integration von netzwerkfähigen Aktoren und Sensoren                      Erstellen von Netzwerkdokumentationen                      Ablegen von Daten in einer Cloud</p>	<p>OSI-Modell</p>
<p>... analysieren Funktionszusammenhänge und konzipieren Steuerungsabläufe für mechatronische Systeme.</p>	<p>Automatisierungskonzepte                      • Verknüpfungssteuerung                      • Ablaufsteuerung                      IEC 60848 (GRAFCET)                      digitale und analoge Sensorsignale                      PLC-Variablen-tabelle                      Sicherheitsschaltungen</p>	<p>Lösungsstrategien zum Entwurf von Steuerungen                      Beschreibung von Funktionszusammenhängen in Ablaufplänen</p>	

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF8: KOMPLEXE MECHATRONISCHE SYSTEME AUTOMATISIEREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... entwickeln Steuerungsprogramme für mechatronische Systeme.	Datentypen IEC 61131-3 • FUP / KOP • ST / AWL Funktionen, Funktionsbausteine, Organisationsbausteine, Datenbausteine Parameterübergabe Bibliotheksfähigkeit Strategien zur Fehlervermeidung sicherheitstechnische Softwaremaßnahmen	Umgang mit der Programmierumgebung Parametrierung von Steuerungshardware Anlegen der PLC-Variablen-tabelle IEC-konforme grafische und textuelle Programmierung Umwandlung / Normierung von verschiedenen Datentypen Dokumentation von Steuerungsprogrammen	Boole'sche Algebra digitale Repräsentation von Daten Prinzipien zur Verbesserung der Änderbarkeit (Softwarequalität)
... nehmen Steuerungsprogramme in Betrieb, finden und beheben Fehler.	Simulationsumgebungen Strategien zu Fehlerbeseitigung Debugging-Funktionen	Test mit Hilfe von Simulation Fehleranalyse Debugging	
... erstellen Visualisierungen für automatisierte Maschinen und Anlagen.	Visualisierungssoftware Bedien- und Beobachtungsfunktionen virtuelle Bedienelemente Animationsarten	Umgang mit der Visualisierungssoftware	Ergonomie
HINWEISE:			

**4.3.11 Lernfeld 9: Regelkreise analysieren, konzipieren, in Betrieb nehmen und optimieren [80h–120h]**

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF9: REGELKREISE ANALYSIEREN, KONZIPIEREN, IN BETRIEB NEHMEN UND OPTIMIEREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... lesen Lastenhefte für Regelungen und extrahieren die Anforderungen zielgerichtet.	Symbolik in Wirkungsplänen Unterschied Steuern - Regeln Grundbegriffe: Regel-, Stör-, Stellgröße, Regel-, Stell-, Messbereich usw. Gütekriterien und Gütemaße	Interpretation von Wirkungsplänen Identifizierung von Größen im Regelkreis Anforderungsanalyse	Prinzip der Gegenkopplung
... bestimmen statische Betriebsdaten für Regelungen.	einschleifiger Regelkreis Streckenkenlinienfeld Reglergerade	Bestimmung des Beharrungszustandes	(grafische) Lösung von Gleichungssystemen
... identifizieren Regelstrecken.	proportionale und integrierende Strecken Totzeiten, Verzögerungen Regelbarkeit	Aufnahme Streckensprungantwort Auswertung Streckensprungantwort	Linearität Linearisierung
... wählen geeignete Reglertypen für identifizierte Regelstrecken aus.	Funktionsweise, Eigenschaften und Zusammenspiel von P-, I- und D-Regleranteil	Reglerauswahl abhängig von Streckentyp und Randbedingungen	Ableitung, Integration
... parametrieren Regler für identifizierte Regelstrecken.	Eignung anerkannter Verfahren zur Reglerparametrierung für bestimmte Streckentypen und Randbedingungen	Ablauf anerkannter Verfahren zur Reglerparametrierung	Stabilität Zielkonflikte
... erproben Regelungen mit realen Reglern und realen Regelstrecken oder Simulationssoftware.	Funktionen der Regler Funktionen der Simulationssoftware Unterschiede zwischen realer Strecke und linearem Modell	Bedienung der Regler Bedienung der Simulationssoftware Aufnahme des Regelverhaltens Bestimmung von Gütemaßen	
... optimieren Regelungen.	Regelg zur Optimierung	Vorgehensweisen zur Optimierung	
HINWEISE:			

**4.3.12 Lernfeld 10: Automatisierte Produktionsabläufe unter Berücksichtigung des Qualitätsmanagements planen und steuern [80h–120h]**

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF10: AUTOMATISIERTE PRODUKTIONSABLÄUFE UNTER BERÜCKSICHTIGUNG DES QUALITÄTSMANAGEMENTS PLANEN UND STEUERN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... definieren die Anforderungen jeweils gültiger Qualitätsmanagement (QM)- und Umweltmanagement(UM)-Systeme für konkrete Arbeits- und Verantwortungsbereiche und wenden sie an.	<p>gängige QM- und UM-Systeme                      Grundzüge und Philosophie der DIN ISO 9001 und der ISO 14001                      gesetzliche Rahmenbedingungen insbesondere Produkthaftungsgesetz und Umweltrecht                      Grundzüge der CE-Kennzeichnung</p>	<p>Ermittlung und Analyse von Anforderungen aus einschlägigen Vorgaben für neue und bestehende Produkte und Prozesse                      Durchführung von Soll-Ist-Vergleichen und Ermittlung von Veränderungsbedarf für bestehende Prozesse und Produkte                      Entscheidung, Durchführung und Evaluation von QM- und UM-Maßnahmen</p>	<p>ökonomische und ökologische Erfordernisse für QM- und UM-Systeme                      Rückwirkungen von Maßnahmen auf Kundenwünsche, Produktion, Montage und Qualitätssicherung</p>
... erhöhen für ausgewählte Produkte, Betriebsmittel und Prozesse die Produktqualität bzw. Prozesssicherheit.	<p>elementare QM-Werkzeuge (z. B. Brainstorming, Fehlersammelliste, Paretoanalyse, Ursache-Wirkungs-Diagramm, Korrelationsdiagramm, Verlaufsdiagramm, Matrixdiagramm, Baumdiagramm, Histogramm, Flussdiagramm, Poka Yoke)</p>	<p>Analysieren von Problemstellungen                      Auswählen und Anwenden geeigneter QM- und UM-Werkzeuge                      Ableitung von Veränderungsmöglichkeiten                      Evaluierung des Veränderungsprozesses</p>	<p>Notwendigkeit einer strukturierten und methodischen Vorgehensweise bei komplexen Aufgabenstellungen</p>
... erstellen Prüfpläne zu vorgegebenen Produkten für unterschiedliche Fertigungsarten.	<p>Prüfpläne und Prüfprotokolle                      Prüfmittelfähigkeit                      Prüfmittelüberwachung</p>	<p>Erstellung von Prüfplänen und Prüfprotokollen                      Ermittlung der Prüfmittelfähigkeit                      Erstellung von Systemen zur Prüfmittelüberwachung</p>	<p>Notwendigkeit von Prüfplanung und Prüfmittelüberwachung                      Zusammenhang zwischen Fertigungsart und Prüfbedarf</p>

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF10: AUTOMATISIERTE PRODUKTIONSABLAUFE UNTER BERÜCKSICHTIGUNG DES QUALITÄTSMANAGEMENTS PLANEN UND STEUERN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... gestalten einen kontinuierlichen Verbesserungsprozess in Bereichen eines Unternehmens und reagieren auf erkannte Fehler und Reklamationen.	Kaizen und kontinuierlicher Verbesserungsprozess Fehler- und Qualitätskosten Plan-Do-Check-Act-Zyklus (PDCA) Fehlermöglichkeits- und -Einflussanalysen (FMEA)	strukturierte und zielführende Datenerhebung, Planung, Initiierung, Umsetzung und Kontrolle von KVP-Prozessen Durchführung von FMEAs und ggf. Ableitung von Maßnahmen zur Verbesserung von Konstruktionen und Prozessen Evaluierung von Maßnahmen zur Erhöhung der Produkt- und Prozessqualität, sowie der Umweltsicherheit	interessierte Parteien (DIN ISO 9001) Zertifizierung nach DIN ISO 9001 und ISO 14001 ökonomische und ökologische Erfordernisse Kundenorientierung
... nutzen statistische Methoden zur Fehlervermeidung und zur Prozessregelung.	statistische Prozessregelung beherrschte und nichtbeherrschte Prozesse Normalverteilung Maschinenfähigkeit und Prozessfähigkeit Qualitätsregelkarten (QRK) systematische und zufällige Abweichung Eingriffs- und Warngrenzen	Erhebung und Auswertung geeigneter Daten Formulierung aussagekräftiger Kennziffern Auswahl und Gestaltung geeigneter ORK zur Prozessregelung Beurteilung von Prozessen aufgrund von Kennziffern und Ableitung von Veränderungsbedarf	Regeln der Statistik Bedeutung der Fehlervermeidungsstrategien für die unternehmerische Praxis
... berücksichtigen die durch Digitalisierung und Vernetzung gegebenen Möglichkeiten bei der Erhebung und Verarbeitung von qualitätsrelevanten Daten.	Erhebung und Verarbeitung von Qualitätsbezogenen Daten in digitalen und vernetzten Systemen	Anpassung von Qualitätsplanung, -steuerung und -lenkung an Industrie 4.0 -Systemen	veränderte Rahmenbedingungen für das Qualitätsmanagement durch Industrie 4.0
HINWEISE:			



## 5 Handhabung des Lehrplans

Die in Kapitel 3 theoretisch begründete strukturell-curriculare Rahmung impliziert einen anspruchsvollen kompetenzorientierten Unterricht. Um die darin gesetzten Vorgaben unterrichtswirksam zu machen, gilt es folgende Prämissen zu berücksichtigen:

- Moderner Fachschulunterricht ist *lernerorientiert*, d. h., dass alle zu planenden Unterrichtsprozesse sich primär an Lernprozessen ausrichten sollen, nicht an Lehrprozessen. Lernprozesse sollen einer kasuistisch-operativen Umsetzungslogik (handlungssystematisch) folgen, die von einer theoretisch-abstrakten Objektivierungslogik (fachsystematisch) ergänzt wird.
- Die Zielbildung in den Querschnitt-Lernfeldern erfolgt als Explikation der Lehrplan-Inhalte durch die *Beschreibung von Wissens- und Fertigungszielen*. Ihr Umfang und Anspruch bemisst sich aus deren jeweiliger Bedeutung für die korrespondierenden fachlich-methodischen Kompetenzen.
- Im Rahmen der beruflichen Lernfelder ist die Explikation von *beruflichen Handlungen* der curriculare Ausgangspunkt der Unterrichtsplanung. Damit wird von Anfang an geklärt, welches Wissen in welchen Handlungszusammenhängen von den Studierenden erworben werden soll. Die im Lehrplan vollzogene Beschreibung der Kompetenzen auf einem mittleren Niveau gilt es dabei in der konkreten Unterrichtskonzeption adäquat zu den jeweils vorliegenden Rahmenbedingungen und im jeweils aktuellen technisch-produktiven, gestalterischen oder betriebswirtschaftlichen Kontext zu konkretisieren.
- Die genaue Zusammenstellung eines unterrichtsrelevanten Gebildes aus Kompetenzen erfolgt über einen einschlägigen *Berufskontext*, welcher dann auch als übergreifende Lernsituation den Gesamtrahmen der jeweiligen Unterrichtseinheit bildet.
- Kompetenzerwerb setzt *Verständnisprozesse* voraus, welche durch eine *Problemorientierung* des Unterrichts ausgelöst werden. Je anspruchsvoller die Problemstellungen, desto höher das zu erreichende Kompetenz-Niveau.
- Kompetenzen im Sinne eines verstandenen Handelns erfordern einschlägiges Sach- und Prozesswissen mit entsprechendem Reflexionswissen mit unmittelbarem Bezug zu dessen *berufsspezifischer Nutzung*, daher soll sich der Kompetenzerwerb in *sinnvollen* Abschnitten zwischen kasuistisch-operativen Phasen (handlungssystematisch) und theoretisch-abstrakten Phasen (fachsystematisch) *wechselseitig ergänzen*.
- *Fachsystematische Lernprozesse* gehen von den Fachwissenschaften aus, beinhalten deren Systematiken und bilden damit ein anwendungsübergreifendes Gerüst für das berufliche Handeln. Sie sind zudem der Raum für die Auseinandersetzung mit den mathematisch-naturwissenschaftlichen bzw. gestalterischen Hintergründen. Lern-Reflexionen beziehen sich hier auf die Kategorien „Wissen“ (kognitive Reproduktion) und „Verstehen“ (kognitive Anwendung).
- *Handlungssystematische Lernprozesse* gehen von beruflichen Prozessen aus, beinhalten deren Eigenlogik und bilden damit anwendungsbezogene Ankerpunkte für das berufliche Handeln. Lernreflexionen beziehen sich hier auf die Kategorie „Können“ (operative Anwendung).
- *Lernerfolgsmessung* kann sich im Einzelnen auf „Wissen“, „Verständnis“ oder „Können“ beziehen, der Anspruch einer Kompetenzdiagnostik kann aber nur dann erfüllt werden, wenn alle drei oben genannten Komponenten *integrativ erhoben* werden, und mit den Zielkategorien *taxiert* werden.
- Der Erwerb sozial-kommunikativer Kompetenzen erfordert *kollektive Lernformen*, wird aber nicht allein durch diese gewährleistet. Entscheidend ist hier ein bewusster und re-

flektierter Kompetenzerwerb, daher sind sozial-kommunikative Kompetenz-Ziele den Studierenden zu kommunizieren, deren Erwerb zu thematisieren und zu reflektieren.

- Der Erwerb von Personalkompetenzen (bzw. Selbstkompetenzen) erfordert die Akzentuierung motivationaler, affektiver und strategisch-organisationaler Auseinandersetzungen der Studierenden mit sich und ihrem Lernen. Fachschulunterricht sollte daher das *Lernen als eigenständigen Lerngegenstand* begreifen und dies pädagogisch und methodisch angemessen umsetzen.

ENTWURF

## 6 Literaturverzeichnis

- Bader, R. (2004): Strategien zur Umsetzung des Lernfeld-Konzepts. In: bwp@ spezial 1
- BIFIE (Hrsg.). (2013). Standardisierte kompetenzorientierte Reifeprüfung. Reife- und Diplomprüfung. Grundlagen – Entwicklung – Implementierung. Unter Mitarbeit von H. Cesnik, S. Dahm, C. Dorninger, E. Dousset-Ortner, K. Eberharter, R. Fless-Klinger, M. Frebort, G. Friedl-Lucyshyn, D. Frötscher, R. Gleeson, A. Pinter, F. J., Punter, S. Reif-Breitwieser, E. Sattlberger, F. Schaffenrath, G. Sigott, H.-S. Siller, P. Simon, C. Spöttl, J. Steinfeld, E. Süß-Stepancik, I. Thelen-Schaefer & B. Zisser. Wien: Herausgeber.
- Chomsky, N. (1965). Aspects of the theory of syntax. Cambridge, Mass: M.I.T. Press.
- Erpenbeck, J. / Rosenstiel, L. / Grote S. / Sauter W. (2017): Handbuch Kompetenzmessung: Erkennen, verstehen und bewerten von Kompetenzen in der betrieblichen, pädagogischen und psychologischen Praxis. Stuttgart, Schäfer & Pöschel
- Euler, D. / Reemtsma-Theis, M. (1999): Sozialkompetenzen? Über die Klärung einer didaktischen Zielkategorie. In: Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik, Heft 2, S. 168 - 198.
- Klafki, W. (1964): Didaktische Analyse als Kern der Unterrichtsvorbereitung in: Roth, H. / Blumenthal, A. (Hrsg.): Grundlegende Aufsätze aus der Zeitschrift Die Deutsche Schule, Hannover 1964, S. 5 - 34.
- Lerch, S. (2013): Selbstkompetenz – eine neue Kategorie zur eigens gesollten Optimierung? Theoretische Analyse und empirische Befunde. In: REPORT 1/2013 (36. Jg.) S. 25 - 34.
- Mandl, H. / Friedrich H.F. (Hrsg.) (2005): Handbuch Lernstrategien. Göttingen, Hogrefe.
- Pittich, D. (2013). Diagnostik fachlich-methodischer Kompetenzen. Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag
- Siller, H.-S., Bruder, R., Hascher, T., Linnemann, T., Steinfeld, J., & Sattlberger, E. (2014). Stufung mathematischer Kompetenzen am Ende der Sekundarstufe II – eine Konkretisierung. In J. Roth & J. Ames (Hrsg.), Beiträge zum Mathematikunterricht 2014, Münster: WTM, S. 1135 - 1138.
- Tenberg, R. (2011): Vermittlung fachlicher und überfachlicher Kompetenzen in technischen Berufen. Theorie und Praxis der Technikdidaktik. Stuttgart: Steiner
- Volpert, W. (1980): Beiträge zur psychologischen Handlungstheorie. Bern: Huber.



# Lehrplan

## Zweijährige Fachschule für Technik

### FACHRICHTUNG MECHATRONIK

### SCHWERPUNKT TECHNISCHE BETRIEBSWIRTSCHAFT

BILDUNGSLAND  
Hessen 

Version C

Februar 2019

ENTWURF

Impressum

Hessisches Kultusministerium  
Luisenplatz 10, 65185 Wiesbaden  
Tel.: 0611 368-0  
Fax: 0611 368-2096

E-Mail: [poststelle@hkm.hessen.de](mailto:poststelle@hkm.hessen.de)  
Internet: [www.kultusministerium.hessen.de](http://www.kultusministerium.hessen.de)

## Inhaltsverzeichnis

1	Bedeutung der Fachschule für Technik in der Bildungslandschaft.....	4
2	Grundlegung für die Fachrichtung Mechatronik .....	5
3	Theoretische Grundlagen des Lehrplans .....	8
3.1	Sozial-kommunikative Kompetenzen .....	8
3.2	Personale Kompetenzen .....	8
3.3	Fachlich-methodische Kompetenzen .....	9
3.4	Zielkategorien.....	10
3.4.1	Beruflich akzentuierte Zielkategorien.....	11
3.4.2	Mathematisch akzentuierte Zielkategorien .....	13
3.5	Taxierung der Kompetenzen in drei Stufen .....	13
3.5.1	Taxonomietabelle für beruflich akzentuierte Zielkategorien.....	15
3.5.2	Taxonomietabelle für mathematisch akzentuierte Zielkategorien .....	16
3.6	Zusammenfassung.....	17
4	Organisation der Kompetenzen und Kenntnisse .....	18
4.1	Lernfelder .....	18
4.2	Studentafel .....	19
4.3	Beruflicher Lernbereich .....	21
4.3.1	Mathematik (Querschnitt-Lernfeld) .....	21
4.3.2	Projektarbeit .....	24
4.3.3	Lernfeld 1: Projekte mittels systematischen Projektmanagements zum Erfolg führen .....	25
4.3.4	Lernfeld 2: Mechanische Baugruppen und Funktionseinheiten analysieren, planen und prüfen.....	27
4.3.5	Lernfeld 3: Elektrische, elektronische und elektromechanische Systeme analysieren, planen und in Betrieb nehmen .....	28
4.3.6	Lernfeld 4: (Querschnitt-Lernfeld) Anwendungen programmieren, Daten auswerten und dokumentieren .....	30
4.3.7	Lernfeld 5: Informationstechnische Systeme und Netzwerke einrichten, anpassen und nutzen .....	32
4.3.8	Lernfeld 6: Steuerungen und Regelungen für fertigungstechnische Prozesse planen, bereitstellen, in Betrieb nehmen und optimieren .....	33
4.3.9	Lernfeld 7: Komplexe mechatronische Systeme methodisch projektieren und bereitstellen .....	35
4.3.10	Lernfeld TB1: Absatzprozesse planen, steuern und kontrollieren .....	39
4.3.11	Lernfeld TB2: Beschaffungsprozesse planen, steuern und kontrollieren ..	41
4.3.12	Lernfeld TB3: Unternehmenskultur entwickeln und organisatorisch sowie personalwirtschaftlich umsetzen.....	43
4.3.13	Lernfeld TB4: Für den Leistungserstellungsprozess Investitionen tätigen und deren Finanzierung sicherstellen.....	45

	4.3.14 Lernfeld TB5: Den Jahresabschluss erstellen und auswerten sowie zur Kostenkontrolle und Preisgestaltung nutzen .....	46
5	Handhabung des Lehrplans .....	47
6	Literaturverzeichnis .....	49

## 1 Bedeutung der Fachschule für Technik in der Bildungslandschaft

Die Fachschulen sind Einrichtungen der beruflichen Weiterbildung und schließen an eine einschlägige berufliche Ausbildung an. Sie bieten die Möglichkeit zu beruflicher Weiterqualifizierung aus der Praxis für die Praxis und ermöglichen dabei das Erreichen der höchsten Qualifizierungsebene in der beruflichen Bildung.<sup>1</sup>

In der Rahmenvereinbarung der Kultusministerkonferenz zu Fachschulen wird zu Ausbildungsziel, Tätigkeitsbereichen und Qualifikationsprofil das Folgende festgestellt:

„Ziel der Ausbildung im Fachbereich Technik ist es, Fachkräfte mit einschlägiger Berufsausbildung und Berufserfahrung für die Lösung technisch-naturwissenschaftlicher Problemstellungen, für Führungsaufgaben im betrieblichen Management auf der mittleren Führungsebene sowie für die unternehmerische Selbstständigkeit zu qualifizieren.

Die Ausbildung orientiert sich an den Erfordernissen der beruflichen Praxis und befähigt die Absolventinnen/Absolventen, den technologischen Wandel zu bewältigen und die sich daraus ergebenden Entwicklungen der Wirtschaft mitzugestalten.

Der Umsetzung neuer Technologien – verbunden mit der Fähigkeit kostenbewusst zu handeln und Fremdsprachenkenntnisse anzuwenden – wird deshalb auf der Basis des fachrichtungsspezifischen Vertiefungswissens in der Ausbildung besonderer Wert beigemessen. Der Fähigkeit, Mitarbeiter/Mitarbeiterinnen anzuleiten, zu führen, zu motivieren und zu beurteilen – sowie der Fähigkeit zur Teamarbeit – kommen im Zusammenhang mit den speziellen fachlichen Kompetenzen große Bedeutung zu.

Die Absolventinnen/Absolventen müssen vor diesem Hintergrund in der Lage sein, im Team und selbstständig Probleme des entsprechenden Aufgabenbereiches zu erkennen, zu analysieren, zu strukturieren, zu beurteilen und Wege zur Lösung dieser Probleme in wechselnden Situationen zu finden.“<sup>2</sup>

Die Studierenden sollen in der beruflichen Aufstiegsfortbildung zum staatlich geprüften Techniker / zur staatlich geprüften Technikerin befähigt werden, betriebswirtschaftliche, technisch-naturwissenschaftliche sowie künstlerische Aufgaben zu bewältigen.

Die Fachschulen orientieren sich dabei nicht an Studiengängen, sondern am Stand der Technik sowie ihrer praktischen Anwendung und genießen dadurch einen hohen Stellenwert in der Erwachsenenbildung.

Die Studierenden erlernen und vertiefen in der Weiterbildung das selbständige Erkennen, Strukturieren, Analysieren und Beurteilen von Problemen des Berufsbereiches und deren

<sup>1</sup>DQR Niveau 6

<sup>2</sup>Rahmenvereinbarung über Fachschulen; Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 07.11.2002 i.d.F. vom 02.06.2016 S.16

Lösung. Sie lernen, Projekte mittels systematischen Projektmanagements zum Erfolg zu führen

Dabei liegt ein besonderes Augenmerk auf der Förderung des wirtschaftlichen Denkens und verantwortlichen Handelns in Führungspositionen und der damit verbundenen Fähigkeit zu konstruktiver Kritik und der Bewältigung von Konflikten.

Nicht zuletzt vertiefen die Studierenden ihre Fähigkeiten, sprachlich sicher zu agieren, um in allen Kontexten des beruflichen Handelns bestehen zu können.

Die rasante Entwicklung digitaler Technologien und die damit einhergehenden, tiefgreifenden Veränderungen in der Wirtschaft, in Arbeitsprozessen und im Kommunikationsverhalten stellen auch neue Anforderungen an Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen. So ist auch der Tätigkeitsbereich der Techniker und Technikerinnen in vielen Bereichen durch zusätzliche Merkmale betroffen:

- Vernetzung der Infrastruktur sowie der gesamten Wertschöpfungskette,
- Erfassung, Transport, Speicherung und Auswertung großer Datenmengen,
- Echtzeitfähigkeit der Systeme,
- cyber-physische Systeme – intelligente, kommunikationsfähige und autonome Maschinen und Systeme,
- Verschmelzung von virtueller und realer Welt,
- Gewährleistung von Datensicherheit und Datenschutz.

Somit muss die klassische Trennung in prozess- und produktorientierte berufsspezifische Handlungsfelder zugunsten einer die Schnittstellen vernetzenden, stärker systemorientierten und unternehmerischen Handlungskontextes aufgelöst werden.<sup>3</sup>

Der Erwerb der dazu benötigten Kompetenzen muss, auch wenn sie in den Lernfeldmatrizen nicht explizit aufgeführt sein sollten, durch die unterrichtliche Umsetzung in den Fachschulen für Technik ermöglicht werden.

## 2 Grundlegung für die Fachrichtung Mechatronik

Viele moderne technische Systeme können nicht mehr nur aus dem Blickwinkel einer einzelnen Disziplin betrachtet werden, sondern sie erfordern eine interdisziplinäre Herangehensweise. Der Verein Deutscher Ingenieure definiert die Mechatronik als das „synergetische Zusammenwirken der Fachdisziplinen Maschinenbau, Elektrotechnik und Informationstechnik beim Entwurf und der Herstellung industrieller Erzeugnisse sowie bei der Prozessgestaltung“<sup>4</sup>.

In der Fachrichtung Mechatronik stehen technische Systeme und Verfahren im Mittelpunkt, die einer oder mehreren klassischen Disziplinen der Technik zuzuordnen und unter verschiedenen, auch die Technikwissenschaften übergreifenden Fragestellungen zu untersuchen sind.

---

<sup>3</sup> Kompetenzorientiertes Qualifikationsprofil zur Integration der Thematik „Industrie 4.0“ in die Ausbildung an Fachschulen für Technik (Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 24.11.2017)

<sup>4</sup> VDI-Richtlinie 2206: Entwicklungsmethodik für mechatronische Systeme (Juni 2004), S. 9



Die staatlich geprüfte Technikerin oder der staatlich geprüfte Techniker der Fachrichtung Mechatronik wird mit vielfältigen technischen, organisatorischen und wirtschaftlichen Aufgaben betraut. Die Einsatzgebiete umfassen wesentliche Teile von Produktions- und Verfahrensprozessen: Entwicklung, Produktion, Planung, Projektierung, Inbetriebnahme, Instandhaltung und Vertrieb von Baugruppen, Anlagen und Systemen.

Im Rahmen der betrieblichen Tätigkeitsbereiche führt die staatlich geprüfte Technikerin / der staatlich geprüfte Techniker der Fachrichtung Mechatronik folgende typische Tätigkeiten unter Beachtung vorgegebener Regeln, Normen und Vorschriften aus:

- Methoden der Ideenfindung und Bewertung anwenden
- Lösungsstrategien entwickeln, Lösungsverfahren auswählen
- Planungs- und Arbeitsschritte dokumentieren
- Arbeitsanweisungen und Betriebsanleitungen erstellen
- ingenieurwissenschaftliche Erkenntnisse und Methoden anwenden
- Lösungen technisch und wirtschaftlich beurteilen
- Technik human-, sozial- und umweltverträglich gestalten
- Baugruppen, Anlagen und Systeme entwerfen, entwickeln, planen, realisieren, in Betrieb nehmen und instand halten
- Kostenrechnungen durchführen
- Qualitäts- und Umweltmanagement anwenden
- beraten und verkaufen
- ausbilden und fortbilden

Die Breite der Verantwortung reicht von der Erledigung definiert vorgegebener Aufträge, der Mitwirkung bei der Abwicklung bis zur selbstständigen Planung und Durchführung von Projekten.

Die unterschiedlichen Einsatzbereiche der staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker der Fachrichtung Mechatronik erfordern eine Differenzierung der Weiterbildung in die Schwerpunkte:

- **Fertigungsautomatisierung und Robotik**
- **Maschinen- und Anlagentechnik**
- **Systemtechnik**
- **Technische Betriebswirtschaft**

Schwerpunktbezogene Zielsetzung der Weiterbildung ist insbesondere die Befähigung zur Bewältigung folgender Aufgaben und Tätigkeiten:

#### **Fertigungsautomatisierung und Robotik**

- Sensoren und Aktoren für den fertigungstechnischen Prozess auswählen und in die Automatisierungssysteme integrieren
- Automatisierte Messsysteme zur Überwachung von Betriebs- und Maschinendaten konzipieren und realisieren
- Auswahl, Programmierung, Inbetriebnahme und Instandhaltung vernetzter Automatisierungssysteme und Roboter
- Produktionsabläufe und Arbeitsprozesse computerintegriert planen, steuern und optimieren
- Produktionsqualität managen und für Arbeitssicherheit verantwortlich sorgen

**Maschinen- und Anlagentechnik**

- Planung, Projektierung, Entwicklung und Konstruktion von mechatronischen Anlagen und Systemen
- Automatisierung von technischen Prozessen unter besonderer Berücksichtigung der Sicherheitstechnik
- Organisation, Überwachung und Ausführung von Projekten im Bereich Montage, Inbetriebnahme und Instandhaltung unter Beachtung von Sicherheit, Wirtschaftlichkeit und Umweltverträglichkeit

**Systemtechnik**

- optische und lasertechnische Baugruppen analysieren
- automatisierte Messdatenerfassungssysteme und Smarte Systeme analysieren, entwickeln und in Betrieb nehmen
- komplexe automatisierte mechatronische Systeme methodisch projektieren, bereitstellen, in Betrieb nehmen und instand halten
- automatisierte mechatronische Produktionsabläufe wirtschaftlich gestalten

**Technische Betriebswirtschaft**

- Planung, Steuerung und Qualitätssicherung von Absatz-, Beschaffungs-, und Leistungserstellungsprozessen
- Mitwirkung bei der Personalplanung und -entwicklung
- Mitarbeit bei der Investitionsplanung und Finanzierung
- Planung und Umsetzung von Unternehmensstrategien
- Wahrnehmung von Aufgaben des betrieblichen Rechnungswesens und Controllings
- Projektierung, Planung, Entwicklung, Produktion, Montage und Inbetriebnahme von Systemen und Anlagen der Mechatronik.

### 3 Theoretische Grundlagen des Lehrplans

Der vorliegende Lehrplan für Fachschulen in Hessen orientiert sich am aktuellen Anspruch beruflicher Bildung, Menschen auf Basis eines umfassenden Verständnisses handlungsfähig zu machen, also ihnen nicht alleine Wissen oder Qualifikationen, sondern Kompetenzen zu vermitteln. Eine im deutschsprachigen Raum anerkannte Grunddefinition von Kompetenz basiert auf dem US-amerikanischen Sprachwissenschaftler NOAM CHOMSKY, der diese als *Disposition zu einem eigenständigen, variablen Handeln* beschreibt (CHOMSKY, 1965). Das Kompetenzmodell von JOHN ERPENBECK und LUTZ VON ROSENSTIEL präzisiert dieses Basiskonzept, indem es sozial-kommunikative, personale und fachlich-methodische Kompetenzen unterscheidet (ERPENBECK, ROSENSTIEL, GROTE, SAUTER, 2017, S. XXI ff).

#### 3.1 Sozial-kommunikative Kompetenzen

Sozial-kommunikative Kompetenzen sind Dispositionen, kommunikativ und kooperativ selbstorganisiert zu handeln, d. h. sich mit anderen kreativ auseinander- und zusammensetzen, sich gruppen- und beziehungsorientiert zu verhalten, und neue Pläne, Aufgaben und Ziele zu entwickeln.

Diese werden im Kontext beruflichen Handelns nach EULER & REEMTSMA-THEIS (1999) konkretisiert und differenziert in einen (a) agentiven Schwerpunkt, einen (b) reflexiven Schwerpunkt und (c) deren Integration:

Zu (a): Fähigkeit zur Artikulation und Interpretation von verbalen und nonverbalen Äußerungen auf der Sach-, Beziehungs-, Selbstkundgabe- und Absichtsebene und Fähigkeit zur Artikulation und Interpretation von verbalen und nonverbalen Äußerungen im Rahmen einer Meta-Kommunikation auf der Sach-, Beziehungs-, Selbstkundgabe- und Absichtsebene.

Zu (b): Fähigkeit zur Klärung der Bedeutung und Ausprägung der situativen Bedingungen, insbesondere von zeitlichen und räumlichen Rahmenbedingungen der Kommunikation, 'Nachwirkungen' aus vorangegangenen Ereignissen, der sozialen Erwartungen an die Gesprächspartner, der Wirkungen aus der Gruppenzusammensetzung (jeweils im Hinblick auf die eigene Person sowie die Kommunikationspartner), Fähigkeit zur Klärung der Bedeutung und Ausprägung der personalen Bedingungen, insbesondere der emotionalen Befindlichkeit (Gefühle) der normativen Ausrichtung (Werte), der Handlungsprioritäten (Ziele), der fachlichen Grundlagen (Wissen), des Selbstkonzepts ('Bild' von der Person), (jeweils im Hinblick auf die eigene Person sowie die Kommunikationspartner), Fähigkeit zur Klärung der Übereinstimmung zwischen den äußeren Erwartungen an ein situationsgerechtes Handeln und den inneren Ansprüchen an ein authentisches Handeln.

Zu (c): Fähigkeit und Sensibilität, Kommunikationsstörungen zu identifizieren, und die Bereitschaft, sich mit ihnen (auch reflexiv) auseinanderzusetzen. Fähigkeit, reflexiv gewonnene Einsichten und Vorhaben in die Kommunikationsgestaltung einbringen und (ggf. unter Zuhilfenahme von Strategien der Handlungskontrolle) umsetzen zu können.

#### 3.2 Personale Kompetenzen

Personale Kompetenzen sind Dispositionen, sich selbst einzuschätzen, produktive Einstellungen, Werthaltungen, Motive und Selbstbilder zu entwickeln, eigene Begabungen, Moti-

vationen, Leistungsvorsätze zu entfalten und sich im Rahmen der Arbeit und außerhalb kreativ zu entwickeln und zu lernen.

LERCH (2013) bezeichnet personale Kompetenzen in Orientierung an aktuellen bildungswissenschaftlichen Konzepten auch als Selbstkompetenzen und unterscheidet dabei motivational-affektive Komponenten wie Selbstmotivation, Lern- und Leistungsbereitschaft, Sorgfalt, Flexibilität, Entscheidungsfähigkeit, Eigeninitiative, Verantwortungsfähigkeit, Zielstrebigkeit, Selbstvertrauen, Selbstständigkeit, Hilfsbereitschaft, Selbstkontrolle und Anstrengungsbereitschaft und strategisch-organisatorische Komponenten wie Selbstmanagement, Selbstorganisation, Zeitmanagement sowie Reflexionsfähigkeit. Hier sind auch sogenannte Lernkompetenzen (MANDL & FRIEDRICH, 2005) als jene personalen Kompetenzen einzuordnen, welche auf die eigenständige Organisation und Regulation des Lernens ausgerichtet sind.

### 3.3 Fachlich-methodische Kompetenzen

Fachlich-methodische Kompetenzen sind Dispositionen einer Person, bei der Lösung von sachlich-gegenständlichen Problemen geistig und physisch selbstorganisiert zu handeln, d. h. mit fachlichen und instrumentellen Kenntnissen, Fertigkeiten und Fähigkeiten kreativ Probleme zu lösen, Wissen sinnorientiert einzuordnen und zu bewerten; das schließt Dispositionen ein, Tätigkeiten, Aufgaben und Lösungen methodisch selbstorganisiert zu gestalten, sowie die Methoden selbst kreativ weiterzuentwickeln.

Fachlich-methodische Kompetenzen sind – im Sinne von ERPENBECK, ROSENSTIEL, GROTE, UND SAUTER (2017, S.XXI ff) – durch die Korrespondenz konkreter Handlungen und spezifischem Wissen beschreibbar. Wenn bekannt ist, was ein Mensch als Folge eines Lernprozesses können soll und auf welcher Wissensbasis dieses Können abgestützt sein soll, um ein eigenständiges und variables Handeln zu ermöglichen, kann sehr gezielt ein Unterricht geplant und gestaltet werden, der solche Kompetenzen integrativ vermittelt und eine Diagnostik entwickelt, mit welcher diese überprüft werden können. Im vorliegenden Lehrplan werden somit fachlich-methodische Kompetenzen als geschlossene Sinneinheiten aus Können und Wissen konkretisiert. Das Können wird dabei in Form einer beruflichen Handlung beschrieben, das Wissen in drei eigenständigen Kategorien auf mittlerem Konkretisierungsniveau spezifiziert: (a) Sachwissen, (b) Prozesswissen und (c) Reflexionswissen (PITTICH, 2013).

Zu (a): Sachwissen umfasst ein *anwendungs- und umsetzungsunabhängiges Wissen* über Dinge, Gegenstände, Geräte, Abläufe, Systeme etc. Es ist Teil fachlicher Systematiken und daher sachlogisch-hierarchisch strukturiert, wird durch assoziierendes Wahrnehmen, Verstehen und Merken erworben und ist damit die *gegenständliche Voraussetzung für ein eigenständiges, selbstreguliertes Handeln*. Beispiele: Aufbau eines Temperatursensors, Bauteile eines Kompaktreglers, Funktion eines Kompaktreglers, Aufbau einer Speicherprogrammierbaren Steuerung, Programmiersprache einer Speicherprogrammierbaren Steuerung, Struktur des Risikomanagement-Prozesses, EFQM-Modell.

Zu (b): Prozesswissen umfasst ein *anwendungs- und umsetzungsabhängiges Wissen* über berufliche Handlungssequenzen. Prozesse können auf drei verschiedenen Ebenen stattfinden, daher hat Prozesswissen entweder eine Produktdimension (Handhabung von Werkzeug, Material etc.), eine Aufgabendimension (Aufgaben-Typus, -Abfolgen etc.) oder eine Organisationsdimension (Geschäftsprozesse, Kreisläufe etc.). Prozesswissen ist immer Teil handlungsbezogener Systematiken und daher prozesslogisch-multizyklisch struk-

turiert, wird durch zielgerichtetes und feedback-gesteuertes Tun erworben und ist damit *funktionale Voraussetzung für ein eigenständiges, selbstreguliertes Handeln*. Beispiele: Kalibrierung eines Temperatursensors, Bedienung eines Kompaktreglers, Umgang mit der Programmierumgebung einer speicherprogrammierbaren Steuerung, Umsetzung des Risikomanagements, Handhabung einer EFQM-Zertifizierung.

Zu (c): Reflexionswissen umfasst ein *anwendungs- und umsetzungsunabhängiges Wissen*, welches hinter dem zugeordneten Sach- und Prozesswissen steht. Als konzeptuelles Wissen bildet es die theoretische Basis für das vorgeordnete Sach- und Prozesswissen und steht damit diesen gegenüber auf einer Meta-Ebene. Mit dem Reflexionswissen steht und fällt der Anspruch einer Kompetenz (und deren Erwerb). Seine Bestimmung erfolgt im Hinblick auf a) das unmittelbare Verständnis des Sach- und Prozesswissens (Erklärungsfunktion), b) die breitere wissenschaftliche Abstützung des Sach- und Prozesswissens (Fundierungsfunktion), c) die Relativierung des Sach- und Prozesswissens im Hinblick auf dessen berufliche Flexibilisierung und Dynamisierung (Transferfunktion). Umfang und Tiefe des Reflexionswissens werden ausschließlich so bestimmt, dass diesen drei Funktionen Rechnung getragen wird.

In der Trias dieser drei Wissenskategorien besteht ein bedeutsamer Zusammenhang: Das Sachwissen muss am Prozesswissen anschließen und umgekehrt, das Reflexionswissen muss sich auf die Hintergründe des Sach- und Prozesswissens eingrenzen. D. h., dass die hier anzuführenden Wissensbestandteile nur dann kompetenzrelevant sind, wenn sie innerhalb des hier eingrenzenden Handlungsrahmens liegen. Eine Teilkompetenz ist somit das Aggregat aus einer beruflichen Handlung und dem damit korrespondierenden Wissen:

Teilkompetenz			
Berufliche Handlung	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen

Innerhalb der einzelnen Lernfelder sind die einbezogenen Teilkompetenzen nicht zufällig angeordnet, gegenteilig folgen sie einem generativen Ansatz. D. h., dass die jeweils nachfolgende Teilkompetenz den Erwerb der vorausgehenden voraussetzt. Somit gelten innerhalb eines Lernfeldes alle Wissensaspekte, die in den vorausgehenden Teilkompetenzen konkretisiert wurden. Damit wird der Tatsache Rechnung getragen, dass Kompetenzen in einer sachlogischen Abfolge aufgebaut werden, dabei aber vermieden, dass innerhalb der Wissenszuordnungen der Teilkompetenzen nach unten zunehmend Redundanzen dargestellt werden.

### 3.4 Zielkategorien

Alle im Lehrplan aufgeführten Ziele lassen sich den folgenden Kategorien zuordnen:

1. Beruflich akzentuierte Zielkategorien: Kommunizieren & Kooperieren, Darstellen & Visualisieren, Informieren & Strukturieren, Planen & Projektieren, Entwerfen & Entwickeln, Realisieren & Betreiben und Evaluieren & Optimieren.
2. Mathematisch akzentuierte Zielkategorien: Operieren, Modellieren und Argumentieren.

Diese Kategorisierung soll in beruflicher Ausrichtung den Lehrplan mit dem Konzept der vollständigen Handlung (VOLPERT, 1980) hinterlegen, in mathematischer Ausrichtung mit dem O-M-A-Konzept (SILLER ET AL. 2014). Damit wird zum einen eine theoretisch abgestützte Differenzierung der vielfältigen Ziele beruflicher Lehrpläne erreicht, zum anderen die strukturelle Basis für eine nachvollziehbare und handhabbare Taxierung hergestellt.

### 3.4.1 Beruflich akzentuierte Zielkategorien

#### Kommunizieren und Kooperieren

Zum Kommunizieren gehören die schriftliche und mündliche Darlegung technischer, gestalterischer und betriebswirtschaftlicher Sachverhalte sowie die Führung einer Diskussion oder eines Diskurses über Problemstellungen unter Nutzung der erforderlichen Fachsprache. Das Spektrum der Zielkategorie reicht von einfachen Erläuterungen über fachlich fundierte Argumentation bis hin zur fachlichen Bewertung und Begründung technischer bzw. gestalterischer Zusammenhänge und Entscheidungen. Dabei sind die Sachverhalte und Problemstellungen inhaltlich klar, logisch strukturiert und anschaulich aufzubereiten. Der sachgemäße Gebrauch von Kommunikationsmedien und Kommunikationsplattformen sowie die Kenntnis der Kommunikationswege ermöglichen effektive Teamarbeit. Nicht zuletzt sind in diesem Zusammenhang der angemessene Umgang mit interkulturellen Aspekten sowie fremdsprachliche Kenntnisse erforderlich.

Kooperation ist eine wesentliche Voraussetzung zur Lösung komplexer Problemstellungen. Notwendig für erfolgreiche Kooperation ist Klarheit über die Gesamtzielsetzung, über die Teilziele, über die Schnittstellen und Randbedingungen sowie über die Arbeitsteilung und die Stärken und Schwächen aller Kooperationspartner. Um erfolgreich zu kooperieren, ist es erforderlich, die eigene Person und Leistung als Teil eines Ganzen zu sehen und einem gemeinsamen Ziel unterzuordnen. Auftretende Konflikte müssen respektvoll und sachbezogen gelöst werden.

#### Darstellen und Visualisieren

Diese Zielkategorie umfasst das Darstellen und Illustrieren technischer, gestalterischer und betriebswirtschaftlicher Sachverhalte, insbesondere das 'Übersetzen' abstrakter Daten und dynamischer Prozesse in fachgerechte Tabellen, Zeichnungen, Skizzen, Diagramme und weitere grafische Formen sowie beschreibende und erläuternde Texte. Dazu gehört es, geeignete Medien zur Visualisierung zu wählen, Sachverhalte, Problemstellungen und Lösungsvarianten in Dokumenten und Präsentationen darzustellen und zu erläutern. Ferner sind bei der Erstellung von Dokumenten die geltenden Normen und Konventionen zu beachten.

#### Informieren und Strukturieren

Das Internet bietet Information in großer Fülle zu vielen technischen, gestalterischen und betriebswirtschaftlichen Sachverhalten. Weitere Informationsquellen sind die wissenschaftliche Literatur und Dokumente aus den Betrieben und der Industrie sowie Experten und Kollegen. Sich umfassend und objektiv zu informieren stellt unter dieser Vielfalt eine grundsätzliche und wichtige Kompetenz dar. Die Studierenden sollen die Fähigkeit erwerben, zu Sachverhalten und Problemstellungen wichtige Informationsquellen zu benennen, sowie die Glaubwürdigkeit und Seriosität dieser Quellen anhand belastbarer Kriterien zu bewerten. Das Spektrum dieser Zielkategorie beinhaltet ferner die korrekte und sachgerechte Verwendung von Zitaten und die Beachtung von Persönlichkeitsrechten. Mit dem Informationserwerb geht die Strukturierung der Informationen durch zielgerechtes Auswählen, Zusammenfassen und Aufbereiten einher.

#### Planen und Projektieren

Diese Zielkategorie beinhaltet die wesentlichen Fertigkeiten und Kenntnisse, um komplexere und umfangreichere Aufgaben- oder Problemstellungen inhaltlich wie auch zeitlich zu

strukturieren, mit Qualitätssicherungsmaßnahmen zu belegen und die Kosten und Ressourcen zu kalkulieren und zu bewerten. Im Detail gehören dazu die Fähigkeiten, überprüfbare Kriterien und Planungsziele zu definieren und deren Umsetzung zu planen und zu kontrollieren. Die zeitliche und inhaltliche Gliederung der Aufgaben ist zu Zwecken der Kontrolle und Steuerung, der Kooperation und Visualisierung durch eine begründete Wahl von Projektmethoden und Werkzeugen sicherzustellen.

### **Entwerfen und Entwickeln**

Das Entwerfen ist die zielgerichtete geistige und kreative Vorbereitung eines später zu realisierenden Produktes. Dieses Produkt kann beispielsweise ein Modell, eine Kollektion, eine Vorrichtung, eine Schaltung, eine Baugruppe, ein Steuerungsprogramm oder auch ein Regelkreis sein. Das Ergebnis dieses Prozesses – der Entwurf – wird in Form von Texten, Zeichnungen, Grafiken, (Näh-) Proben, Schnittmustern, Schaltplänen, Modellen oder Berechnungen dokumentiert.

Entwickeln ist die zielgerichtete Konkretisierung eines Entwurfs oder Verbesserung eines bestehenden Produktes oder technischen Systems. Dabei bilden die Studierenden in Schritten stufenweise Detaillösungen zu den Problemstellungen ab. Die Kenntnis über Kreativitätstechniken, Analyse- und Berechnungsmethoden sowie deren fachspezifischen Anwendungen spielen in diesem Entwicklungsprozess eine zentrale Rolle.

### **Realisieren und Betreiben**

Neben dem eigentlichen Umsetzen des Entwurfs (z. B. Prototyp, Nullserie, Testanlage) geht es hier um die Inbetriebnahme, das Einbinden des Produktes in die Produktumgebung, das Messen und Prüfen der realisierten Komponenten und Modelle, die konkrete Fertigung, auch in Form einer Serie, die Integration einer Software in ein System, die Integration von Software und Hardware oder das Testen einer implementierten Software oder eines Verfahrens möglichst unter Realbedingungen. Dabei können auch geeignete Simulationsverfahren zum Einsatz kommen. Gewonnene Erkenntnisse können auf neue Problemstellungen transferiert werden. Damit ein technisches System dauerhaft funktioniert, sind ggf. Instandhaltungsmaßnahmen rechtzeitig, bedarfsgerecht und geplant unter Berücksichtigung der Wirtschaftlichkeit des gesamten Systems durchzuführen.

### **Evaluieren und Optimieren**

Im Interesse der Qualitätssicherung ist ein stetiges Reflektieren, Evaluieren und Optimieren erforderlich. Sowohl bei überschaubaren Arbeitspaketen als auch bei ganzen Projekten ist hinsichtlich der eingesetzten Methoden, Ressourcen, Kosten und erbrachten Ergebnisse zu klären: Was hat sich bewährt, was sollte bei der nächsten Gelegenheit wie verbessert werden (Lessons Learned)?

Die Kenntnis und Anwendung spezieller Methoden der Reflektion und Evaluation mit der dazugehörigen Datenerfassung und Auswertung sind in dieser Zielkategorie essenziell.

Jeder Prozess oder jede Anlage bedarf eines kontinuierlichen Verbesserungsprozesses (KVP). Dafür sind spezielle Kompetenzen notwendig, die die Datenerfassung, die Datenauswertung zur Identifikation von Verbesserungspotential und die Entscheidung für Maßnahmen unter Berücksichtigung von Effektivität und Effizienz ermöglichen.

Zur Bewältigung zukünftiger Herausforderungen im Privaten wie Beruflichen ist es wichtig, sich selbstbestimmt und selbstverantwortlich neuen Lerninhalten und Lernzielen zu stellen. Die Studierenden sollen deshalb unterschiedliche Lerntechniken kennen und anwen-

den sowie über das Reflektieren des eigenen Lernverhaltens in die Lage versetzt werden, ihren Lernprozess aus der Perspektive des lebenslangen Lernens bewusst und selbstständig zu gestalten und zu fördern.

### 3.4.2 Mathematisch akzentuierte Zielkategorien

Den mathematisch akzentuierten Zielkategorien werden die Handlungsdimensionen „Operieren“, „Modellieren“ und „Argumentieren“ (kurz: O-M-A) zu Grunde gelegt, welche sich nach SILLER ET. AL (2014) zum einen an grundlegenden mathematischen Tätigkeiten und zum anderen an den fundamentalen Ideen der Mathematik orientieren.

Die Dimension *Operieren* bezieht sich auf „die Planung sowie die korrekte, sinnvolle und effiziente Durchführung von Rechen- oder Konstruktionsabläufen und schließt z. B. geometrisches Konstruieren oder (...) das Arbeiten mit bzw. in Tabellen und Grafiken mit ein“ (BIFIE, 2013, S. 21).

Die Dimension *Modellieren* ist darauf ausgerichtet „in einem gegebenen Sachverhalt die relevanten mathematischen Beziehungen zu erkennen (...), allenfalls Annahmen zu treffen, Vereinfachungen bzw. Idealisierungen vorzunehmen und Ähnliches“ (BIFIE, 2013, S. 21).

Die Dimension *Argumentieren* fokussiert „eine korrekte und adäquate Verwendung mathematischer Eigenschaften, Beziehungen und Regeln sowie der mathematischen Fachsprache“ (BIFIE, 2013, S. 22).

### 3.5 Taxierung der Kompetenzen in drei Stufen

Die Qualität einer fachlich-methodischen Kompetenz kann nicht anhand einzelner Wissenskomponenten bemessen werden. Entscheidend ist hier vielmehr der Freiheitsgrad des Handlungsraums, in dem sie eingebettet ist. Nicht diejenigen, die hier in einzelnen Facetten das breiteste Wissen nachweisen können, sind die Kompetentesten, sondern diejenigen, deren Handlungsfähigkeit im einschlägigen Kontext am weitesten reicht. Hier lassen sich theoriebasiert drei Handlungsqualitäten unterscheiden:

Qualität 1 (linear-serielle Struktur):

Start und Ziel eindeutig, Umsetzung durch „reflektiertes Abarbeiten“ (Abfolgen).

Qualität 2 (zyklisch-verzweigte Struktur):

Start und Ziel eindeutig, Umsetzung durch das koordinierte Abarbeiten mehrerer Abfolgen und damit zusammenhängenden Auswahlentscheidungen (Algorithmen).

Qualität 3 (mehrschichtige Struktur):

Ziel und Start müssen definiert werden, Umsetzung durch Antizipieren tragfähiger Algorithmen bzw. deren Erprobung und reflektierter Kombination (Heuristiken).

Es ist erkennbar, dass die jeweils höhere Qualität die der vorausgehenden integriert. Handeln auf Ebene des Algorithmus bedingt die Beherrschung der darin zu vollziehenden Abfolgen, Handeln auf Heuristik-Ebene bedingt die Beherrschung der darin zu vollziehenden Algorithmen. Für die Qualität 1 ist daher Reflexionswissen funktional nicht erforderlich, trotzdem ist es für Lernende bedeutsam, da ein Verständnislernen immer interessanter und motivierender ist als ein rein funktionalistisches Lernen. Für Qualität 2 ist moderates Reflexionswissen erforderlich, da hier schon Entscheidungen eigenständig getroffen werden müssen. Mit dem Anspruchsniveau der erforderlichen Entscheidungen steigt der Bedarf an Reflexionswissen. Qualität 3 kann nur umgesetzt werden, wenn über das Reflexi-



onswissen der Stufe 2 hinaus weiteres Reflexionswissen verfügbar ist, welche neben, hinter oder über diesem steht. Um komplexe Probleme zu lösen, sind kognitive Freiheitsgrade erforderlich, die nur mit einem entsprechend tiefen Verständnis der jeweiligen Zusammenhänge erreicht werden können.

Diese Handlungsqualitäten können für den Lehrplan als Kompetenzstufen genutzt werden, denn sie repräsentieren Kompetenz-Unterschiede, welche nicht auf einem Kontinuum darstellbar sind, sondern sich in diskreten Qualitäten ausdrücken. Um die in den Lernfeldern aufgelisteten Kompetenz-Beschreibungen nicht zu überladen, wird im vorliegenden Lehrplan nicht jede einzelne Kompetenz in den drei Niveaustufen konkretisiert. Vielmehr erfolgt dies entlang der beruflichen und mathematischen Zielkategorien.

ENTWURF

## 3.5.1 Taxonomietabelle für beruflich akzentuierte Zielkategorien

Zielkategorien	Stufe I (Abfolge)	Stufe II (Algorithmus)	Stufe III (Heuristik)
<b>Kommunizieren &amp; Kooperieren</b>	Mitteilen und Annehmen von Informationen, koagierend zusammenarbeiten	an konstruktiven, adaptiven Gesprächen teilnehmen, kooperierend zusammenarbeiten	komplexe bzw. konfliktäre Gespräche führen, Kooperationen gestalten und steuern, Konflikte lösen
<b>Darstellen &amp; Visualisieren</b>	Präsentieren von klaren Gegenständlichkeiten, Fakten, Strukturen, Details	Präsentieren von eindeutigen Zusammenhängen und Funktionen mittels geeignet ausgewählter Darstellungsformen	Präsentieren und Dokumentieren komplexer Zusammenhänge und offener Sachverhalte mittels geeigneter Werkzeuge und Methoden
<b>Informieren &amp; Strukturieren</b>	Handhaben von Informationsmaterialien, Finden und Ordnen von Informationen	Finden einschlägiger Informationsmaterialien, Verifizieren, Selektieren und Ordnen von Informationen	Umsetzen offener Informationsbedarfe, von der Quellensuche bis zur strukturierten Information
<b>Planen &amp; Projektieren</b>	Problemstellungen inhaltlich strukturieren und zeitlich gliedern	routinenahе Projekte inhaltlich strukturieren und zeitlich gliedern	komplexe Projekte inhaltlich strukturieren und zeitlich gliedern unter Beachtung verfügbarer Ressourcen
<b>Entwerfen &amp; Entwickeln</b>	Umsetzen einfacher Ideen in Skizzen, Plänen oder konkreten Lösungen	Abgleichen konkurrierender Ideen, Umsetzen in Skizzen, Plänen oder konkreten Lösungen	Integration einzelner Ideen zu einer Gesamtlösung, Umsetzen in Skizzen, Plänen oder konkreten Lösungen
<b>Realisieren &amp; Betreiben</b>	Aktivieren und Kontrollieren serieller Prozesse	Aktivieren und Regulieren zyklischer Prozesse	Abstimmen, Aktivieren und Modulieren mehrschichtiger Prozesse
<b>Evaluieren &amp; Optimieren</b>	Bewerten entlang eines standardisierten Rasters, Umsetzen unmittelbarer Konsequenzen	Bewerten entlang eines offenen Rasters, Herleiten und Umsetzen von adäquaten Konsequenzen	Bewerten in Anwendung eigenständiger Kategorien, Herleiten und Umsetzen von adäquaten Konsequenzen

## 3.5.2 Taxonomietabelle für mathematisch akzentuierte Zielkategorien

Zielkategorien	Stufe I (Abfolge)	Stufe II (Algorithmus)	Stufe III (Heuristik)
<b>mathematisches Operieren</b>	Anwenden eines gegebenen bzw. vertrauten Verfahrens im Sinne eines Abarbeitens bzw. Ausführens	Abarbeiten und Ausführen mehrschrittiger Verfahren ggf. durch Rechneinsatz und Nutzung von Kontrollmöglichkeiten	Erkennen, ob ein bestimmtes Verfahren auf eine gegebene Situation passt, das Verfahren anpassen und ggf. weiterentwickeln
<b>mathematisches Modellieren</b>	Durchführen eines Darstellungswechsels zwischen Kontext und mathematischer Repräsentation Verwenden vertrauter und direkt erkennbarer Standardmodelle zur Beschreibung einer vorgegebenen (mathematisierter) Situation	Beschreiben vorgegebener (mathematisierter) Situation durch mathematische Standardmodelle bzw. mathematische Zusammenhänge Erkennen und Setzen von Rahmenbedingungen zum Einsatz von mathematischen Standardmodellen Anwenden von Standardmodellen auf neuartige Situationen Finden einer Passung zwischen geeigneten mathematischen Modellen und realen Situationen	komplexe Modellierung einer vorgegebenen Situation Reflektieren der Lösungsvarianten bzw. der Modellwahl Beurteilen der zugrunde gelegten Lösungsverfahren
<b>mathematisches Argumentieren</b>	einfache fachsprachliche Begründungen ausführen; das Zutreffen eines Zusammenhangs oder Verfahrens bzw. die Passung eines Begriffes auf eine gegebene Situation prüfen	mehrschrittige mathematische Standard-Argumentationen durchführen und beschreiben Nachvollziehen und Erläutern von mathematischen Begriffen, Sätzen, Verfahren, Darstellungen, Argumentationsketten und Kontexten fachlich und fachsprachlich korrekte Erklärung von einfachen mathematischen Sachverhalten, Resultaten und Entscheidungen	mathematische Argumentationen prüfen bzw. vervollständigen eigenständige Argumentationsketten aufbauen

### 3.6 Zusammenfassung

Das hier zugrundeliegende Kompetenzmodell schließt drei Kompetenzklassen nach ER-PENBECK, ROSENSTIEL, GROTE, SAUTER (2017, XXI ff.) ein: Sozial-kommunikative Kompetenzen, personale Kompetenzen (bzw. Selbstkompetenzen) und fachlich-methodische Kompetenzen.

Sozial-kommunikative Kompetenzen werden nach EULER & REEMTSMA-THEIS (1999) in einen agentiven Schwerpunkt, einen reflexiven Schwerpunkt und deren Integration unterteilt. Personale Kompetenzen (bzw. Selbstkompetenzen) werden nach LERCH (2013) in motivational-affektive und strategisch-organisatorische Komponenten unterschieden. Für diese beiden Kompetenzklassen sieht der Lehrplan keine weitere Detaillierung vor, da die Entwicklung überfachlicher Kompetenzen – durch deren enge Verschränkung mit der persönlichen Entwicklung des Individuums – deutlich anderen Gesetzmäßigkeiten unterliegt als die Entwicklung fachlich-methodischer Kompetenzen. Eine Anregung und Unterstützung in der Entwicklung überfachlicher Kompetenzen durch den Fachschulunterricht kann daher auch nicht entlang einer jahresplanmäßigen Umsetzung einzelner, thematisch determinierter Lernstrecken erfolgen, sondern muss vielmehr fortlaufend produktiv und dabei aber auch reflexiv in die Vermittlung fachlich-methodischer Kompetenzen eingebettet werden.

Im Zentrum dieses Lehrplankonzepts stehen die fachlich-methodischen Kompetenzen und deren differenzierte und taxiierte curriculare Dokumentation. Teilkompetenzen sind hierbei Aggregate aus spezifischen beruflichen Handlungen und dem diesen jeweils zugeordneten Wissen. Dabei unterscheidet man zwischen Sach-, Prozess- und Reflexionswissen. Als Basis für einen kompetenzorientierten Unterricht konkretisiert dieser Lehrplan zusammenhängende Komplexe aus Handlungskomponenten und Wissenskomponenten auf einem mittleren Konkretisierungsniveau. Der Fachschulunterricht wird dann erstens durch die Explikation und Konkretisierung der Handlungs- und Wissenskomponenten inhaltlich ausgestaltet und zweitens durch die Umsetzung der Taxonomietabellen (Tabellen in Abschnitt 3.5.1 und 3.5.2) in seinem Anspruch dimensioniert. Damit besteht einerseits eine curriculare Rahmung, die dem Anspruch eines Kompetenzstufenmodells gerecht wird, zum anderen liegen die für Fachschulen erforderlichen Freiheitsgrade vor, um der Heterogenität der Adressatengruppen gerecht werden und dem technologischen Wandel folgen zu können.

## 4 Organisation der Kompetenzen und Kenntnisse

### 4.1 Lernfelder

Wie der vorausgehende Lehrplan ist auch dieser in Lernfelder segmentiert. Als Novität ist hier nun zwischen berufsbezogenen Lernfeldern und Querschnitt-Lernfeldern zu unterscheiden (Abbildung 1).

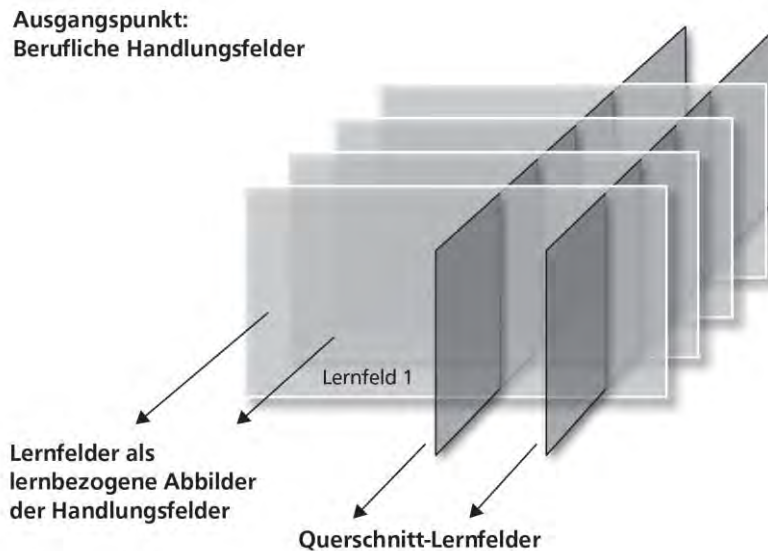


Abbildung 1: Beziehung von berufsbezogenen Lernfeldern als lernbezogene Abbilder beruflicher Handlungsfelder und Querschnitt-Lernfeldern.

**Berufsbezogene Lernfelder** sind curriculare Teilsegmente, welche sich aus einer spezifischen didaktischen Transformation beruflicher Handlungsfelder ergeben (BADER, 2004, S. 1). Wesentlich ist hierbei, dass die für das jeweilige Berufssegment wesentlichen Tätigkeitsbereiche adressiert werden. Relevante berufliche Handlungsfelder haben Gegenwarts- und Zukunftsbedeutung, ihre didaktische Reduktion in das Format eines Lernfeldes folgt dem Prinzip der Exemplarität (KLAFKI, 1964). Somit steht jedes einzelne Lernfeld des Lehrplans für einen gegenwarts- und zukunftsrelevanten Ausschnitt des dazugehörigen Berufssegments, als Gesamtheit repräsentieren sie dieses als exemplarisches Gesamtgefüge.

**Querschnitt-Lernfelder** integrieren übergreifende Aspekte der berufsbezogenen Lernfelder und adressieren entsprechend primär Grundlagenthemen, welche innerhalb der berufsbezogenen Lernfelder bedeutsam sind, jedoch diesbezüglich vorbereitend oder ergänzend vermittelt werden müssen. Insbesondere handelt es sich hier um mathematische, naturwissenschaftliche, informatische, volks- und betriebswirtschaftliche, gestalterische und ästhetische Kenntnisse bzw. Fertigkeiten, welche sich im Hinblick auf die Berufskompetenzen als Basis- oder Bezugskategorien darstellen. Zu den Querschnitt-Lernfeldern gehört die fachrichtungsbezogene Mathematik.

Innerhalb jeden Lernfeldes werden dessen Nummer, Bezeichnung sowie Zeit-Horizont dargestellt und insbesondere die darin adressierten Lernziele. Die Abfolge der Lernfelder im Lehrplan ist nicht beliebig, impliziert jedoch keine Reihenfolge der Vermittlung. In den *berufsbezogenen* Lernfeldern werden die Lernziele durch (weitgehend fachlich-methodische) Kompetenzen beschrieben (TENBERG, 2011, S. 61 ff). Dies erfolgt in Aggre-

gaten aus beruflichen Handlungen und zugeordnetem Wissen. Diese Lehrplaninhalte sind angesichts der Streuung und Unschärfe beruflicher Tätigkeitsspektren in den jeweiligen Segmenten sowie der Dynamik des technisch-produktiven Wandels auf einem mittleren Konkretisierungsniveau angelegt. Zur Taxierung dieser Lernziele liegt eine eigenständige Tabelle (siehe Abschnitt 3.5.1) vor, welche geordnet nach Zielkategorien die jeweils erforderlichen Handlungsqualitäten für die Stufen 1 (Minimalanspruch), 2 (Regelanspruch) und 3 (hoher Anspruch) konkretisiert. Zur Taxierung der Lernziele in der Mathematik (beruflicher Lernbereich) liegt eine gesonderte Tabelle (siehe Abschnitt 3.5.2) mit gleichem Aufbau vor. In den übrigen *Querschnitt*-Lernfeldern werden die Lernziele entweder durch Kenntnisse oder durch Fertigkeiten beschrieben. Sie werden dabei weder taxiert noch zeitlich näher präzisiert, da dieses nur im Rahmen der schulspezifischen Umsetzung möglich und sinnvoll erscheint. Als Orientierung dient hier jeweils der in den berufsbezogenen Lernfeldern konkret feststellbare Anspruch an übergreifende Aspekte.

## 4.2 Stundentafel

Für jedes Lernfeld und die Projektarbeit dürfen die Unterrichtsstunden innerhalb der angegebenen Grenzen variieren, wobei im beruflichen Lernbereich insgesamt 2000 Stunden erteilt werden müssen. Die Lernfelder 5 bis 7 können durch die einzelnen Schulen frei auf die beiden Ausbildungsabschnitte verteilt werden. Für alle Studierenden eines Jahrgangs im Schwerpunkt Technische Betriebswirtschaft muss der Stundenumfang für die individuelle Projektarbeit gleich sein.

Beruflicher Lernbereich		Unterrichtsstunden	
		1. Ausbildungsabschnitt 200	2. Ausbildungsabschnitt
Mathematik			
Projektarbeit			120
<b>Lernfelder</b>			
LF 1	Projekte mittels systematischem Projektmanagement zum Erfolg führen	80 - 120	
LF 2	Mechanische Baugruppen und Funktionseinheiten analysieren, planen und prüfen	160 - 240	
LF 3	Elektrische, elektromechanische, elektronische und optische Baugruppen analysieren, planen	160 - 240	
LF 4	Anwendungen programmieren, Daten auswerten und dokumentieren	80 - 120	
LF 5	Informationstechnische Systeme und Netzwerke einrichten, anpassen und nutzen	120 - 160	
LF 6	Steuerungen und Regelungen für fertigungstechnische Prozesse planen, bereitstellen, in Betrieb nehmen und optimieren	160 - 240	
LF 7	Komplexe mechatronische Systeme methodisch projektieren und bereitstellen	160 - 240	
LF TB1	Absatzprozesse planen, steuern und kontrollieren		60 - 100
LF TB2	Beschaffungsprozesse planen, steuern und kontrollieren		80 - 120
LF TB3	Unternehmenskultur entwickeln und organisatorisch sowie personalwirtschaftlich umsetzen		100 - 140
LF TB4	Für den Leistungserstellungsprozess Investitionen tätigen und deren Finanzierung sicherstellen		80-120
LF TB5	Den Jahresabschluss erstellen und auswerten sowie zur Kostenkontrolle und Preisgestaltung nutzen		100-140

4.3 Beruflicher Lernbereich

4.3.1 Mathematik (Querschnitt-Lernfeld) [200h]

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	MATHEMATIK		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... handhaben algebraische Verfahren, beispielsweise zur Auslegung elektrischer Netze und ebener Trag- und Fachwerke.	Zahlenmengen <ul style="list-style-type: none"> <li>• natürliche Zahlen</li> <li>• ganze Zahlen</li> <li>• rationale Zahlen</li> <li>• irrationale Zahlen</li> <li>• reelle Zahlen</li> </ul> algebraische Gleichungen <ul style="list-style-type: none"> <li>• linear</li> <li>• quadratisch</li> <li>• exponentiell</li> <li>• gemischt</li> </ul> lineare Gleichungssysteme Potenz- und Logarithmusregeln	Anwendung von Standardlösungsverfahren <ul style="list-style-type: none"> <li>• Äquivalenzumformung</li> <li>• pq-Formel</li> <li>• Gleichsetzungsverfahren</li> <li>• Einsetzverfahren</li> <li>• Additionsverfahren</li> <li>• Gaußalgorithmus</li> </ul> Methoden der Abschätzung Ergebniskontrolle Umgang mit einem wissenschaftlichen Taschenrechner (WTR)	Axiome des mathematischen Körpers Operatoren Rechengesetze <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kommutativgesetz</li> <li>• Assoziativgesetz</li> <li>• Distributivgesetz</li> </ul>
... nutzen geometrische und trigonometrische Verfahren zur Lösung geometrischer Problemstellungen u. a. im Rahmen konstruktiver, steuerungs- und fertigungstechnischer Aufgabenstellungen.	Satz des Pythagoras trigonometrische Seitenverhältnisse Einheitskreis Sinus- und Kosinussatz Flächen und Volumina von geometrischen Formen und Körpern	Berechnung von Längen, Abständen und Winkeln Berechnung realer Flächen und Körper	Ähnlichkeits- und Kongruenzsätze für Dreiecke Strahlensatz euklidische Axiome



Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	MATHEMATIK		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
<p>... <b>handhaben</b> mathematische Funktionen zur Modellierung und Lösung u. a. im Rahmen technischer und wirtschaftlicher Problemstellungen, auch mittels Software, wie Kennlinien von Bauelementen, Ladekurve eines Kondensators, Schnittgrößen und Biegelinien von Trägern.</p>	<p>Darstellungsformen und Funktionsvorschriften</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ganzrationale Funktionen, insbesondere lineare und quadratische</li> <li>• trigonometrische Funktionen</li> <li>• Exponentialfunktionen</li> </ul> <p>Charakteristika</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Steigung</li> <li>• Nullstellen, Abszissenabstand</li> <li>• Schnittpunkt</li> <li>• Scheitelpunkt</li> <li>• Periodizität</li> </ul> <p>Wertebereich, Definitionsbereich</p>	<p>Berechnung der Charakteristika Wechsel der Darstellungsformen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Normal-, Scheitelpunktform, Linearfaktordarstellung</li> <li>• implizite, explizite Funktionsvorschrift</li> <li>• Graph und Wertetabelle</li> </ul> <p>Funktionsermittlung Differenzenquotient Funktionsdarstellung mittels Software Konstruktion trigonometrischer Funktionen mit Hilfe des Einheitskreises</p>	<p>trigonometrische Grundlagen Relationen und Abbildungen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• kartesisches Produkt</li> <li>• Surjektivität, Injektivität, Bijektivität</li> </ul> <p>Funktionsbegriff</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• mathematisches Modell vs. Realbezug</li> </ul>
<p>... <b>verwenden</b> Verfahren der analytischen Geometrie und linearen Algebra, beispielsweise zur Darstellung von Kräften als Vektoren.</p>	<p>Vektoren</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vektorkomponenten</li> <li>• Schreibweisen</li> </ul> <p>Vektoroperationen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Skalierung</li> <li>• Vektoraddition</li> <li>• Skalarprodukt</li> </ul> <p>orthogonale, parallele und linear unabhängige Vektoren</p>	<p>Addition und Subtraktion von Vektoren Beschreibung geometrischer Körper im Raum mittels Vektoren Winkelberechnung mit Skalarprodukt</p>	<p>Vektor als Parallelverschiebung bzw. Translation im Raum trigonometrische Grundlagen</p>
<p>... <b>setzen statistische Methoden</b>, beispielsweise im Rahmen der Qualitätssicherung, ein.</p>	<p>Statistische Kenngrößen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• arithmetisches Mittel</li> <li>• Median</li> <li>• Varianz</li> </ul>	<p>Datenerfassung und -darstellung Berechnung statistischer Kenngrößen (auch mit Hilfe von Software) Berechnung von Fehlern indirekt gemessener</p>	<p>deskriptive Statistik empirische Verfahren</p>

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	MATHEMATIK		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Standardabweichung</li> <li>Fehlerfortpflanzung</li> </ul>	Größen	
HINWEISE:	Wo immer möglich, sollten Anwendungsbeispiele aus dem Kontext der anderen Lernfelder der Fachrichtung / des Schwerpunktes gewählt werden.		

4.3.2 Projektarbeit [120h]

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	Vorbemerkung	Organisatorische Hinweise
<p>... analysieren und strukturieren eine Problemstellung und lösen sie praxisgerecht.                      ... bewerten und präsentieren das Handlungsprodukt und den Arbeitsprozess.                      ... berücksichtigen Aspekte wie z. B. Wirtschaftlichkeit, Energie- und Rohstoffeinsatz, Fragen der Arbeitsergonomie und Arbeitssicherheit, Haftung und Gewährleistung, Qualitätssicherung, Auswirkungen auf Mensch und Umwelt sowie Entsorgung und Recycling.                      ... legen besonderen Wert auf die Förderung von Kommunikation und Kooperation.</p>	<p>Für die Projektarbeit werden fachrichtungsbezogene und lernfeldübergreifende Aufgaben bearbeitet, die sich aus den betrieblichen Einsatzbereichen von Technikerinnen und Technikern ergeben. Die Aufgabenstellung ist so offen zu formulieren, dass sie die Aktivität der Studierenden in der Gruppe herausfordert und unterschiedliche Lösungsvarianten zulässt. Durch den lernfeldübergreifenden Ansatz können Beziehungen und Zusammenhänge der einzelnen Fächer und Lernfelder hergestellt werden. Die Projektarbeit findet interdisziplinär statt. In allen Fächern und Lernfeldern soll über eine entsprechende Problem- und Aufgabenorientierung die methodische Vorbereitung für die Durchführung der Projekte geleistet werden.</p>	<p>Mit den Studierenden werden die Zielvorstellungen, die inhaltlichen Anforderungen sowie die Durchführungsmodalitäten besprochen. Die Studierenden sollen in der Regel Projekte aus der betrieblichen Praxis in Kooperation mit Betrieben bearbeiten. Die Vorschläge für Projektaufgaben sind durch einen Anforderungskatalog möglichst genau zu beschreiben.                      Alle eingebrachten Projektvorschläge werden durch die zuständige Konferenz geprüft, z. B. auf Realisierbarkeit, Finanzierbarkeit, ausgewählt und beschlossen. Jede Projektarbeit wird von einem Lehrerinnen/Lehrerteam betreut. <b>Die im LF1 „Projekte mittels systematischem Projektmanagements zum Erfolg führen“ erworbenen Kenntnisse und Fertigkeiten müssen angewendet werden.</b>                      Es empfiehlt sich während der Projektphase Projekttage einzuführen, an denen nach Rücksprache die am Projekt beteiligten Lehrerinnen und Lehrer beratend zur Verfügung stehen. Während dieser Zeit können die Studierenden die Projektarbeit beim Auftraggeber im Betrieb und in den Räumlichkeiten der Schule durchführen. Da es sich um eine Schulveranstaltung handelt, besteht für die Studierenden während dieser Tätigkeit ein Versicherungsschutz gegen Unfall- und Haftpflichtschäden.</p>
<p>HINWEISE:</p>	<p>Die Bewertung der Projektarbeit erfolgt auf der Grundlage bestehender Rechtsmittel. In die Bewertung gehen Projektverlauf, Dokumentation, Präsentation und Kolloquium ein.</p>	

**4.3.3 Lernfeld 1: Projekte mittels systematischen Projektmanagements zum Erfolg führen [80h-120h]**

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF1: PROJEKTE MITTELS SYSTEMATISCHEN PROJEKTMANAGEMENTS ZUM ERFOLG FÜHREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... kommunizieren effizient und organisieren sich selbst im Projektgeschehen.	Präsentationstechniken Kommunikationssituationen Führung Motivation Konflikte und Krisen Zeitmanagement Arbeitsteilung Klassische und agile Vorgangsmodelle im Projektmanagement	Vorbereitung und Durchführung einer Präsentation Vorbereitung und Durchführen eines Projektmeetings Analyse eines Konfliktes Durchführung und Dokumentation eines Problemlösungsverfahrens Planung und Einteilung der eigenen Arbeitszeit	Kommunikationsmodelle Effektivität als Prinzip Prinzip der systematischen Kommunikation Bedeutung von Selbst- und Fremdwahrnehmung für Konfliktmanagement und Führung Hybrides Projektmanagement
... initialisieren und definieren ein Vorhaben als Projekt.	Inhalt und Bedeutung der Projektphasen Projekttypen Projekt- und Projektmanagementdefinition Kreativitätstechniken Projektziele <ul style="list-style-type: none"> <li>• Qualität</li> <li>• Kosten und Termine</li> <li>• Leistungsziele etc.</li> </ul>	Moderation kreativer Prozesse Zielfindung, –formulierung und Abgrenzung Strukturierung der Projektziele	Prinzip der Zielorientierung
... planen eine Projektdurchführung.	Meilensteine Projektaufwand und -budget sachliche und soziale Projektumfeldfaktoren Risiko, Chance, Maßnahmen zur Risikoverminderung Unternehmens- und Projektorganisationsformen, Rollen im Projekt Lasten- und Pflichtenheft, Projektauftrag,	Phasenplanung Beurteilung des Projektes auf Machbarkeit Projektumfeldanalyse Risikoanalyse Aufstellung einer Projektorganisation Erstellung des Projektauftrages Erstellung des Projektstrukturplans	Prinzip der Ergebnisorientierung Prinzip der personalisierten Verantwortungen

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF1: PROJEKTE MITTELS SYSTEMATISCHEN PROJEKTMANAGEMENTS ZUM ERFOLG FÜHREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
	Projekthandbuch Projektstrukturplan, Arbeitspakete Ablauf- und Terminplan Einsatzmittelplan, Kapazitätsplan, Kostenplan	Durchführung Ablauf- und Terminplanung Erstellung einer Einsatzmittel- und Kostenplanung	
... realisieren das Projekt.	Kosten- und Termentrendanalyse Berichtswesen Projektsteuerung	Stakeholder Management Risikomanagement Überwachung und Steuerung der Projektrealisierung Erstellung, Pflege, und Kommunikation der Projektdokumentation	PM-Regelkreis Prinzip des rechtzeitigen Handelns
... schließen ein Projekt ab.	Übergabeprotokoll Endabnahme	Abschluss der Projektdokumentation Projektübergabe und Abschlusspräsentation Projektreflexion Lessons Learned	
HINWEISE:	Die Kompetenzen in diesem Lernfeld orientieren sich an der ICB (International Competence Baseline, siehe auch <a href="https://www.gpm-ipma.de/know_how/pm_normen_und_standards/standard_icb_4.html">https://www.gpm-ipma.de/know_how/pm_normen_und_standards/standard_icb_4.html</a> ).		

#### 4.3.4 Lernfeld 2: Mechanische Baugruppen und Funktionseinheiten analysieren, planen und prüfen [160h-240h]

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF2: MECHANISCHE BAUGRUPPEN UND FUNKTIONSEINHEITEN ANALYSIEREN, PLANEN UND PRÜFEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... analysieren und bestimmen Kräfte und Momente an technischen Systemen.	allgemeines und zentrales Kräftesystem Kräfte und Momente an rotierenden Bauteilen Lager- und Gelenkanordnung	Freimachen von Bauteilen Auflagerberechnung Berechnung von Kraft- und Momentverläufen	Newton'sche Axiome
... analysieren und bestimmen Spannungen an Maschinenelementen und Bauteilen.	Beanspruchungsarten Lastfälle Spannungen und Verformungen an Bauteilen Reibungskräfte zulässige Spannungen für statische und dynamische Belastungen Widerstandsmomente für Standardformen	Berechnung auftretender Spannungen und Verformungen Dimensionierung von Maschinenelementen und Bauteilen Abstraktion/Idealisierung der Wirklichkeit	Reibung Widerstandsmomente <ul style="list-style-type: none"> <li>• Flächenträgheitsmoment</li> <li>• Torsionsmoment</li> </ul>
... wählen begründet geeignete Werkstoffe für Bauteile und Baugruppen aus.	technologische Einteilung von Werkstoffen Eigenschaften und Kenngrößen von Werkstoffen Kennzeichnung von Werkstoffen	Auswahl von Werkstoffen nach physikalischen, technologischen, ökonomischen und ökologischen Kriterien	physikalischer Aufbau von Werkstoffen
... erstellen Handskizzen und konstruieren Bauteile und Baugruppen normgerecht mit Hilfe von CAD-Systemen.	einschlägige Normen und Regelwerke für die Darstellung und Bemaßung von Bauteilen Toleranzen und Passungen Stücklisten für Baugruppen CAD-Systeme	Konstruktion von Einzelteilen und Baugruppen fachgerechte Auswahl anhand von Regelwerken und Katalogen Darstellung von Baugruppen mit Stücklisten Anwendung eines CAD-Systems	Kraft-/Spannungsverläufe in Bauteilen
HINWEISE:			

### 4.3.5 Lernfeld 3: Elektrische, elektronische und elektromechanische Systeme analysieren, planen und in Betrieb nehmen [160h–240h]

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF3: ELEKTRISCHE, ELEKTRONISCHE UND ELEKTROMECHANISCHE SYSTEME ANALYSIEREN, PLANEN UND IN BETRIEB NEHMEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... beachten die für den Umgang mit elektrischer Energie einschlägigen Vorschriften zum Schutz von Menschen und technischen Anlagen.	Schutzmaßnahmen, Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (DGUV) DIN VDE 0100 – 510/600 VDE 1000 Sicherheitsvorschriften Hilfsmaßnahmen bei Unfällen	Durchführung von Schutzmaßnahmen Überprüfung von Schutzmaßnahmen	physiologische Auswirkungen des elektrischen Stroms auf den menschlichen Körper
... analysieren die Funktionsweise elektrischer, elektronischer und elektromechanischer Bauelemente, Baugruppen, Geräte und Systeme anhand der Schaltpläne und entwickeln Schaltungen.	elektrische und mechanische Grundgesetze und Grundgrößen elektrische und elektronische Bauelemente Schaltzeichen und deren Zusammenhänge elektrotechnische Elementarschaltungen für Gleich- sowie ein- und mehrphasige Wechselgrößen symmetrische/unsymmetrische Belastung, Kompensation Schaltpläne Unterschied verschiedener Schaltungsunterlagen	Berechnung von Parametern Arbeit mit Tabellenwerken Umrechnung von Grundgrößen Berechnung von Kenngrößen und Darstellung der Ergebnisse Dimensionierung elektrischer Komponenten	elektrisches und magnetisches Feld Wirkprinzipien der Bauelemente pn-Übergang

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF3: ELEKTRISCHE, ELEKTRONISCHE UND ELEKTROMECHANISCHE SYSTEME ANALYSIEREN, PLANEN UND IN BETRIEB NEHMEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... überprüfen messtechnisch die Funktion und Betriebswerte elektrischer, elektronischer und elektromechanischer Bauelemente und werten die Ergebnisse aus.	elektrische Messgeräte und Messinstrumente elektrische Messverfahren und Messschaltungen für Gleich- sowie ein- und mehrphasige Wechselgrößen, z. B. Brücken für die Sensortechnik Regeln zum Aufbau von Messschaltungen Arten von Messfehlern Typische Fehlerarten Erscheinungsbilder unterschiedlicher Fehlerarten	Handhabung von Messgeräten Aufbau von Messschaltungen Durchführung von Messungen Systematische Fehlersuche	
...wählen elektrische Maschinen für verschiedene Antriebsaufgaben der Mechatronik aus, begründen ihre Wahl, zeigen Alternativlösungen auf und nehmen die gewählten Antriebe in Betrieb.	elektrische Maschinen Frequenzumrichter Motorschutzschalter Dreiphasennetz Umwandlungsprozesse Energieverlust in Anlagen	Dimensionierung der Maschinen Darstellung der Auswahl-Ergebnisse Berechnung von Parametern Inbetriebnahme der Antriebe	Kraftübertragung Bewegung Moment Reibung Schlupf
HINWEISE:			



#### 4.3.6 Lernfeld 4: (Querschnitt-Lernfeld) Anwendungen programmieren, Daten auswerten und dokumentieren [80h–120h]

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF4: ANWENDUNGEN PROGRAMMIEREN, DATEN AUSWERTEN UND DOKUMENTIEREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... <b>nutzen Textverarbeitungs-</b> , Präsentations- und Tabellenkalkulations-Software zur Auswertung von Daten sowie zur Dokumentation und Präsentation von Ergebnissen.	Textverarbeitungsprogramm Tabellekalkulationsprogramm Präsentationsprogramm	Umgang mit dem Textverarbeitungsprogramm Umgang mit dem Tabellenkalkulationsprogramm Umgang mit dem Präsentationsprogramm	
... <b>nutzen passende Typen und Strukturen</b> zur Speicherung von Daten.	elementare Datentypen zusammengesetzte Datentypen globale – lokale Daten statische – dynamische Daten	Deklaration von Variablen Umgang mit dem Programmeditor	Repräsentation von Daten im Speicher
... <b>berechnen Werte.</b>	Operatoren und Operanden Ausdrücke Zuweisungen Typkonvertierungen	Formulierung algebraischer oder logischer Ausdrücke	Rechenregeln für Grundrechenarten Regeln der Boole'schen Algebra
... <b>analysieren bestehende Algorithmen.</b>	Abfolge Kontrollstrukturen	Erkennung und Beschreibung von Strukturelementen und zusammengesetzten Strukturen	Terminierung von Schleifen
... <b>dokumentieren analysierte oder selbst entworfene Algorithmen</b> mit Hilfe von grafischen Darstellungsformen.	grafische Darstellungsformen für Algorithmen (z. B. Programmablaufpläne, Struktogramme, Aktivitätsdiagramme)	Umgang mit geeignetem Zeichentool	

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF4: ANWENDUNGEN PROGRAMMIEREN, DATEN AUSWERTEN UND DOKUMENTIEREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... entwickeln, testen und dokumentieren eigene Programme.	Grundlagen des Programmaufbaus Funktionen/Unterprogramme Parameterübergabe Rückgabewert Syntax und Semantik wichtiger Bibliotheksfunktionen (z. B. Ein- u. Ausgabe, Dateioperationen, Kommunikationsroutinen) Debugging-Funktionen Kommentare im Programmcode	Umgang mit Modulen oder mehreren Quelldateien in einem Programmierprojekt Einbindung von Bibliotheken Umgang mit der Programmierumgebung Debugging Vorgehensweise zur Dokumentation	Prinzipien zur Verbesserung der Änderbarkeit
HINWEISE:			

**4.3.7 Lernfeld 5: Informationstechnische Systeme und Netzwerke einrichten, anpassen und nutzen [120h–160h]**

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF5: INFORMATIONSTECHNISCHE SYSTEME UND NETZWERKE EINRICHTEN, ANPASSEN UND NUTZEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
...wählen Computersysteme bedarfsgerecht aus und passen diese an.	Aufbau und Funktionsweise von Computern (PC, Tablet, Smartphone, ...) Schnittstellen, Peripheriegeräte, ...	Auswahl geeigneter Komponenten	informationstechnische Grundlagen (Zahlsysteme, Codierungen, Binärpräfixe)
... richten Computersysteme anforderungsgerecht ein.	Auswahl von Betriebssystemen Installation von Treibern und Updates, Dateisysteme, Datensicherung	Betriebssysteminstallation und -konfiguration Installation und Konfiguration von Anwendungssoftware	Berechtigungen, Partitionierungen
... nutzen informationstechnische Netzwerke und Systeme anlagenspezifisch und passen diese an.	passive und aktive Netzwerkkomponenten Zugriffsverfahren von Netzwerken Drahtlose Netzwerke IP-Adressierung, Routing Netzwerkdienste (DHCP, DNS etc.)	Anbindung informationstechnischer Systeme an bestehende Netzwerke Einrichtung und Betrieb passiver sowie aktiver Netzwerkkomponenten Konfiguration von Kommunikationsprotokollen Beheben von Fehlern in Netzwerken	OSI-Modell Protokollanalysen
... gewährleisten Datensicherheit und Datenschutz in digitalen Netzwerkstrukturen.	Datenschutzbestimmungen Firewalling virtuelle private Netze Zugriffsschutz Cloud	Kopplung von Netzwerken über öffentliche Netzwerke Bereitstellung von Daten über Clouds	Kryptographie symmetrische und asymmetrische Verschlüsselung
HINWEISE:			

#### 4.3.8 Lernfeld 6: Steuerungen und Regelungen für fertigungstechnische Prozesse planen, bereitstellen, in Betrieb nehmen und optimieren [160h–240h]

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF6: STEUERUNGEN UND REGELUNGEN FÜR FERTIGUNGSTECHNISCHE PROZESSE PLANEN, BEREITSTELLEN, IN BETRIEB NEHMEN UND OPTIMIEREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... realisieren Anlagen und Steuerungen gerätetechnisch mit unterschiedlichen Technologien und berücksichtigen dabei technische, wirtschaftliche und ökologische Gesichtspunkte.	<p>normgerechte</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pneumatikschaltpläne</li> <li>• Stromlaufpläne</li> <li>• Hydraulikschaltpläne</li> </ul>	<p>Auslegung von Aktoren</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kolbenkräfte</li> <li>• Vakuumsauger</li> </ul> <p>Dimensionierung der anlagespezifischen Systemparameter</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Luftverbrauch</li> <li>• Leitungsquerschnitte</li> <li>• Pumpenleistung</li> </ul> <p>Auslegung der hydraulischen Anlage</p> <p>Entwicklung von normgerechten Schaltplänen für Hydraulik, Pneumatik und Elektropneumatik</p>	<p>Strömungstechnik</p> <p>Bernoulli-Gleichung</p>
... überprüfen die Funktionsabläufe durch Simulation bzw. Aufbau der Steuerungen.	<p>Simulationssoftware</p> <p>Komponenten der Steuerungstechnik</p> <p>Anschlusskennzeichnung von Komponenten</p>	<p>Umgang mit der Simulationssoftware</p> <p>strukturierte Fehlersuche</p>	
...dimensionieren die Druckluftbereitstellung, -aufbereitung und -versorgung.	<p>Druckluftherzeuger</p> <p>Druckluftaufbereiter</p> <p>Druckluftspeicher</p> <p>Druckluftleitung und -verteilung</p>	<p>Auswahl der Druckluftherzeuger und -aufbereiter</p> <p>Dimensionierung der Druckluftleitungen</p> <p>Planen von Hallenlayouts zur Druckluftversorgung</p>	<p>Grundlagen der Thermodynamik</p>

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF6: STEUERUNGEN UND REGULUNGEN FÜR FERTIGUNGSTECHNISCHE PROZESSE PLANEN, BEREITSTELLEN, IN BETRIEB NEHMEN UND OPTIMIEREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... <b>lesen Lastenhefte</b> für Regelungen und extrahieren die Anforderungen zielgerichtet.	Symbolik in Wirkungsplänen Unterschied Steuern - Regeln Grundbegriffe: Regel-, Stör-, Stellgröße, Regel-, Stell-, Messbereich usw. Gütekriterien einer Regelung	Interpretation von Wirkungsplänen Identifizierung von Größen im Regelkreis Anforderungsanalyse	Prinzip der Gegenkopplung
... <b>bestimmen statische Betriebsdaten</b> für Regelungen.	einschleifiger Regelkreis Strecken Kennlinienfeld Reglergerade	Bestimmung des Beharrungszustandes	(grafische) Lösung von Gleichungssystemen
... <b>identifizieren Regelstrecken</b> .	proportionale und integrierende Strecken Totzeiten, Verzögerungen Regelbarkeit	Aufnahme Streckensprungantwort Auswertung Streckensprungantwort	Linearität Linearisierung
... <b>wählen geeignete</b> Reglertypen für identifizierte Regelstrecken aus.	Funktionsweise, Eigenschaften und Zusammenspiel von P-, I- und D-Regleranteil	Reglerauswahl abhängig von Streckentyp und Randbedingungen	Ableitung, Integration
... <b>parametrieren Regler</b> für identifizierte Regelstrecken.	Eignung anerkannter Verfahren zur Reglerparametrierung für bestimmte Streckentypen und Randbedingungen	Ablauf anerkannter Verfahren zur Reglerparametrierung	Stabilität Zielkonflikte
... <b>erproben Regelungen mit realen Reglern</b> und realen Regelstrecken oder Simulationssoftware.	Funktionen der Regler Funktionen der Simulationssoftware Definition von Gütemaßen Unterschiede zwischen realer Strecke und linearem Modell	Bedienung der Regler Bedienung der Simulationssoftware Aufnahme des Regelverhaltens Bestimmung von Gütemaßen	
... <b>optimieren Regelungen</b> .	Regeln zur Optimierung	Vorgehensweisen zur Optimierung	
HINWEISE:			

#### 4.3.9 Lernfeld 7: Komplexe mechatronische Systeme methodisch projektieren und bereitstellen [160h–240h]

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF7: KOMPLEXE MECHATRONISCHE SYSTEME METHODISCH PROJEKTIEREN UND BEREITSTELLEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... entwickeln mit anerkannten Methoden Lösungen für mechatronische Systeme.	Kreativitätstechniken Bewertungsverfahren (technische und wirtschaftliche Bewertung) Lastenheft, Pflichtenheft Anforderungslisten Konstruktionssystematik nach VDI 2222	Ermittlung von Anforderungen aus den einschlägigen Informationsquellen und unter Beachtung von Normen und gesetzlichen Regeln Nutzung von Kreativitätstechniken, einschlägigen Methoden und Bewertungsverfahren zur Lösungsfindung Überprüfung der eigenen Arbeitsergebnisse anhand der Anforderungen	Nutzen und Grenzen von systematischen und intuitiven Lösungsverfahren
... erfassen und lösen Probleme an den mechanischen Schnittstellen von mechatronischen Systemen.	Belastung und Beanspruchung von Bauteilen Werkstoffkennwerte Berechnungsverfahren für mechanische Beanspruchung	Auswahl geeigneter Werkstoffe für die mechanischen Komponenten Dimensionierung kritischer Bauteile belastungs- und beanspruchungsgerechte Gestaltung mechanischer Bauteile werkstoffgerechte Gestaltung von mechanischen Bauteilen	

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF7: KOMPLEXE MECHATRONISCHE SYSTEME METHODISCH PROJEKTIEREN UND BEREITSTELLEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... analysieren die Antriebsaufgabe des Kunden unter Berücksichtigung verschiedener Last- und Prozesssituationen.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lastarten</li> <li>• Hubvorrichtungen</li> <li>• Rührwerke</li> <li>• Lüfter</li> </ul> mechanische und energetische Grundlagen <ul style="list-style-type: none"> <li>• Drehbewegung</li> <li>• Längsbewegung</li> <li>• Drehmomentbedarf</li> <li>• Leistungsbedarf</li> </ul> drehzahl- und positionsvariable Anforderungen	Ermittlung der Antriebsanforderung des Auftraggebers unter Beachtung der mechanischen und energetischen Grundlagen Ermittlung der Lastkennlinie Beschreibung des geforderten Antriebsprozesses	
... planen und dimensionieren einen Antrieb.	Komponenten eines Antriebssystems Antriebsarten <ul style="list-style-type: none"> <li>• Drehantriebe mit GM, ASM</li> <li>• Positions-/Servoantriebe</li> </ul> Kenndaten elektrischer Antriebe Arbeitspunktbestimmung	Sichtung eines geeigneten Antriebs unter Beachtung der Anforderungen Bestimmung des Arbeitspunktes auf Grundlage der Last- und Motorkennlinie Überprüfung der Arbeitsergebnisse Prozessoptimierung	Energieeffizienz Wirtschaftlichkeit
... steuern oder regeln Antriebssysteme unter Berücksichtigung der aktuellen Technologiestandards.	Antriebs-Ansteuermethoden Frequenzumrichter- und Servotechnik Regelungs- und Steuerungsarten Kosteneinsparpotentiale	Sichtung, Auslegung und Integration einer geeigneten Ansteuertechnik unter Beachtung der Anforderungen	Energieeffizienz Wirtschaftlichkeit

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF7: KOMPLEXE MECHATRONISCHE SYSTEME METHODISCH PROJEKTIEREN UND BEREITSTELLEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
<p>... analysieren eine wägetechnische Aufgabenstellung des Kunden unter Berücksichtigung des Betriebsumfeldes.</p>	<p>Umgebungsbedingungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Schutzarten</li> <li>• Explosionsschutz</li> <li>• Blitzschutz</li> <li>• EMV</li> </ul> <p>Kriterien für die Anpassung des Wägesystems auf das Betriebsumfeld</p> <p>wägetechnische Anwendungsapplikationen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verwiegen</li> <li>• Abfüllen</li> <li>• Dosieren</li> <li>• Rezeptieren</li> </ul> <p>wägetechnische Begrifflichkeiten</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wägebereich</li> <li>• Lastbereiche des Lastaufnehmers</li> <li>• Teilung</li> <li>• Ablesbarkeit</li> <li>• Kalibrieren</li> <li>• Eichen</li> <li>• Justieren</li> </ul>	<p>Ermittlung der wägetechnischen Anforderungen des Auftraggebers und des Betriebsumfeldes</p> <p>Beschreibung des Anwendungsprozesses und der Dokumentation des Wiegeergebnisses</p>	



Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF7: KOMPLEXE MECHATRONISCHE SYSTEME METHODISCH PROJEKTIEREN UND BEREITSTELLEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... projektieren ein Wägesystem.	<p>Bauformen und Aufbau von Wägezellen und deren Einbauhilfen als Lastaufnehmersysteme</p> <p>Funktionalität und Kenndaten des Wägeterminals mit Anwendungsapplikation als Auswerteelektronik</p> <p>Kriterien zur Messgenauigkeit</p> <p>Berechnungsgrundlagen zur Bestimmung der Signalauflösung und Ablesbarkeit</p>	<p>Zusammenstellung eines geeigneten Wägesystems, bestehend aus Lastaufnehmer, Auswerteelektronik inklusive der Anwendungsapplikationen und Schnittstellen</p> <p>Bestimmung der eichfähigen und nicht eichfähigen Ablesbarkeit des Wägesystems und deren Dokumentation</p>	<p>Wirtschaftlichkeit</p>
HINWEISE:			

**4.3.10 Lernfeld TB1: Absatzprozesse planen, steuern und kontrollieren [60h–100h]**

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF TB1: ABSATZPROZESSE PLANEN, STEUERN UND KONTROLLIEREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... werten die Positionierung eines Unternehmens im Markt aus.	strategische Geschäftsfelder Marktkennzahlen (z. B. Marktvolumen, Marktpotenzial, Marktanteil, Absatzkennzahlen)	Analysetechniken • Durchführung einer Portfolioanalyse • Identifizierung von Stärken/Schwächen • Abwägung von Chancen/Risiken	Product-Lifecycle-Management
... legen die strategische Ausrichtung fest.	Marktbearbeitungsstrategien • Wachstumsstrategien • Wettbewerbsstrategien • Segmentierungsstrategien	Entwicklung strategischer Marketingkonzeptionen	operatives vs. strategisches Management
... erkunden den Absatzmarkt und wenden Instrumente der Marktforschung an.	Erhebung von Marktdaten • Formen • Methoden • Marktfaktoren	Analyse der Konkurrenz Durchführung einer Primärerhebung Aufbereitung und Auswertung von Marktdaten	Investitionsgüter- vs. Konsumgütermarkt Märkte im In- und Ausland ökoskopische und demoskopische Marktforschung
... erstellen einen zielgruppenorientierten Marketingplan.	Marketing-Mix • Produkt- und Sortimentspolitik • Preis- und Konditionenpolitik • Kommunikationspolitik • Distributionspolitik	Analyse und Erarbeitung von Vertriebs- und Marketingkonzepten	Markformen Customer-Relationship-Management (CRM)

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF TB1: ABSATZPROZESSE PLANEN, STEUERN UND KONTROLLIEREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... beurteilen die getroffenen Marketingmaßnahmen hinsichtlich ihrer Wirksamkeit.	Marketing-Controlling Grundsätze der Werbewirksamkeit	Erhebung von Marktdaten Ermittlung von Kennzahlen	Kosten-/Nutzevaluierung
HINWEISE:	Absatzprozesse unterliegen aufgrund der Digitalisierung einem ständigen Wandel hin zur Industrie 4.0, z. B. können umfassende Datenmengen gesammelt und ausgewertet werden, die neue Möglichkeiten zur treffsicheren Zielgruppenidentifizierung und deren Kontakt eröffnen (eCommerce, Social Media etc.). Die Technikerinnen und Techniker nutzen moderne Medien zur Informationsbeschaffung und zur Ausgestaltung des Marketing-Mixes.		

**4.3.11 Lernfeld TB2: Beschaffungsprozesse planen, steuern und kontrollieren [80h–120h]**

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF TB2: BESCHAFFUNGSPROZESSE PLANEN, STEuern UND KONTROLLIEREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... ermitteln den Bedarf.	Dispositionsverfahren <ul style="list-style-type: none"> <li>• deterministische Bedarfsermittlung</li> <li>• stochastische Bedarfsermittlung</li> <li>• heuristische Bedarfsermittlung</li> </ul>	Stücklistenauswertung Prognose- und Trenderstellung	Lieferfähigkeit vs. Kostenminimierung
... wählen Lieferanten aus.	Beurteilungskriterien für Lieferanten <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bezugsquellenermittlung</li> <li>• Konditionenpolitik</li> </ul>	Analyse von Beschaffungsmärkten Angebotsvergleich	öffentliche versus privatwirtschaftliche Ausschreibungen Total Cost of Ownership (TCO)
... legen die Beschaffungsstrategien fest.	Bestellverfahren <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einzelbeschaffung</li> <li>• Vorratsbeschaffung</li> <li>• fertigungssynchrone Beschaffung</li> <li>• optimale Bestellmenge</li> </ul>	Identifizierung und Anwendung von Bestellverfahren	ABC/XYZ-Analyse
... führen vertragsrechtlich abgesicherte Bestellvorgänge durch und überwachen und evaluieren diese.	Vertragsrecht <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kaufvertragsstörungen</li> <li>• Produkthaftung</li> <li>• Liefer- und Zahlungsbedingungen inklusive Incoterms</li> </ul>	Erstellen von Anfragen und Angeboten Abschluss von Kaufverträgen Reklamieren und Umgang mit Reklamationen	Fernabsatzgesetz

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...		LF TB2: BESCHAFFUNGSPROZESSE PLANEN, STEUERN UND KONTROLLIEREN		
		Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... optimieren die Güterströme im Unternehmen.		Lagerwirtschaft <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lagerhaltung</li> <li>• Lagerorganisation</li> <li>• Lagerkosten</li> </ul>	Ermittlung und Auswertung von Lagerkennzahlen situationsgerechte Auswahl einer Lagerorganisation	betrieblicher Informations-, Material- und Wertefluss Outsourcing
HINWEISE:	Die Beziehung zu den Lieferanten ist ein wichtiger Faktor des Unternehmenserfolgs. Die Optimierung des innerbetrieblichen Materialflusses wird durch neue Konzepte (Internet der Dinge, Industrie 4.0 etc.) maßgeblich und nachhaltig beeinflusst. Die Technikerinnen und Techniker optimieren Beschaffungsprozesse unter Einbezug moderner Medien.			

#### 4.3.12 Lernfeld TB3: Unternehmenskultur entwickeln und organisatorisch sowie personalwirtschaftlich umsetzen [100h–140h]

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF TB3: UNTERNEHMENSKULTUR ENTWICKELN UND ORGANISATORISCH SOWIE PERSONALWIRTSCHAFTLICH UMSETZEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... wirken an der Gestaltung der Unternehmenskultur mit.	Unternehmensziele, -strategie, -leitbild	Anwendung von Moderations-, Präsentations- und Kommunikationstechniken Erstellen von Unternehmensführungskonzepten	Kommunikationsmodelle Stakeholder/Shareholder-Value-Ansatz
... agieren als Teil der Unternehmensorganisation und gestalten diese mit.	Aufbauorganisation Ablauforganisation/Geschäftsprozesse Handelsrecht	Modellierung/Optimierung von Geschäftsprozessen (z. B. ereignisgesteuerte Prozessketten (EPK)) Erarbeitung von Organigrammen Auswahl der Unternehmensrechtsform	Prozessmanagement und -controlling
... nehmen die Personalplanung vor.	Personalbedarfsentwicklung Personalbeschaffung Personaleinsatz	Durchführung geeigneter Verfahren (z. B. eines Bewerbungsverfahrens)	demographischer Wandel soziographische Entwicklung
... nehmen personalwirtschaftliche Aufgaben wahr.	Personalverwaltung/-entlohnung Personalbeurteilung Personalentwicklung	Anwendung geeigneter Methoden zur Personalführung (z. B. von Gesprächen mit Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern)	Führungskultur

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...		LF TB3: UNTERNEHMENSKULTUR ENTWICKELN UND ORGANISATORISCH SOWIE PERSONALWIRTSCHAFTLICH UMSETZEN		
		Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... setzen arbeits- und sozialrechtliche Vorgaben um.		Arbeitsrecht Sozialrecht Tarifrecht	rechtliche Prüfung von beruflichen Handlungen	
HINWEISE:	Eine positive Unternehmenskultur schafft eine hohe Identifikation mit dem Unternehmen. Die Digitalisierung trägt dazu bei, diese Identifikation zu stärken (social networks, homeoffice etc.). Die Technikerinnen und Techniker verstehen diese und nutzen sie im Sinne einer positiven Weiterentwicklung der Unternehmenskultur.			

**4.3.13 Lernfeld TB4: Für den Leistungserstellungsprozess Investitionen tätigen und deren Finanzierung sicherstellen [80h–120h]**

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...		LF TB4: FÜR DEN LEISTUNGSERSTELLUNGSPROZESS INVESTITIONEN TÄTIGEN UND DEREN FINANZIERUNG SICHERSTELLEN		
		Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... planen, steuern und optimieren den Leistungserstellungsprozess und stellen den Investitionsbedarf fest.		Produktionsplanung und -steuerung <ul style="list-style-type: none"> <li>• Arbeits- und Zeitstudien</li> <li>• optimale Losgröße</li> <li>• Fertigungsverfahren</li> </ul> Qualitätsmanagementsysteme	Anwendung von Strategien zur Kapazitäts-, Materialsteuerung und Terminierung Anwendung von Verfahren der Arbeitsplanung und Zeitermittlung Aufbau eines Prozessmodells zur Qualitätssicherung	Qualität als Leitmaxime
... führen Investitionsrechnungen durch.		statische Verfahren dynamische Verfahren	Vorbereitung von Investitionsentscheidungen Ermittlung des optimalen Ersatzzeitpunktes	Nutzwertanalyse Szenario-Technik
... ermitteln den Kapitalbedarf und den zu erwartenden Gewinn.		Kapitalbedarfsplanung Gewinnplanung	Erstellung einer Rentabilitätsvorschau Ermittlung der Kapitalbindungsdauer	
... stellen die Zahlungsfähigkeit des Unternehmens sicher.		Einzahlungen/Auszahlungen Einnahmen/Ausgaben Erträge/Aufwendungen	Erstellung eines Liquiditätsplanes	Insolvenzrecht
... stellen Finanzierungskonzepte für Investitionen auf.		Möglichkeiten der Kapitalbeschaffung <ul style="list-style-type: none"> <li>• Eigen-, Fremdfinanzierung</li> <li>• Außen-, Innenfinanzierung</li> <li>• Sonderformen der Finanzierung (z. B. Leasing, Factoring)</li> </ul>	Erstellung eines Finanzierungsplans Auswahl von Kreditsicherungen	Leverage-Effekt Unternehmensformen steuerliche Betrachtung „Goldene Bilanzregel“
HINWEISE:	Der Leistungserstellungsprozess ist der Kernprozess eines Unternehmens. Durch die Digitalisierung der Informationen und der digitalen Identifizierung selbst kleinster Bauelemente erreicht die Produktionsplanung und -steuerung eine ungekannte Präzision (Industrie 4.0). Damit werden auch Investitions- und Finanzierungsüberlegungen genauer. Die Technikerinnen und Techniker nutzen diese neuen Möglichkeiten bei der Entscheidungsfindung.			



**4.3.14 Lernfeld TB5: Den Jahresabschluss erstellen und auswerten sowie zur Kostenkontrolle und Preisgestaltung nutzen[100h–140h]**

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF TB5: DEN JAHRESABSCHLUSS ERSTELLEN UND AUSWERTEN SOWIE ZUR KOSTENKONTROLLE UND PREISGESTALTUNG NUTZEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... erstellen den Jahresabschluss.	Bewertungsgrundsätze Inventur und Inventar Gewinn- und Verlustrechnung Bilanz	Buchung von Geschäftsfällen Ermittlung des Jahresergebnisses Erstellung der Bilanz	deutsche vs. internationale Rechnungslegung
... werten den Jahresabschluss aus.	Bilanzanalyse Ergebnisanalyse	Aufbereitung der Bilanz sowie der Gewinn- und Verlustrechnung und deren Auswertung mittels Kennzahlen	Controlling
... analysieren die betriebliche Leistungserstellung.	Kostenarten- und -stellenrechnung Vor- und Nachkalkulation Teilkostenbetrachtung Plan- und Prozesskosten	Ermittlung von Zuschlagssätzen (BAB) Berechnung von Maschinenstundensätzen Anwendung von Kalkulationsverfahren Durchführung von Verfahrensvergleichen	kalkulatorische vs. effektive Kosten
... berücksichtigen unternehmensrelevante Steuern bei betrieblichen Entscheidungen.	unternehmensbezogene Steuerarten	Bedeutung und Wirkung von Steuern	
HINWEISE:	Den Technikerinnen und Technikern stehen für die Erstellung und Auswertung des Jahresabschlusses im Rahmen von Industrie 4.0 präzise Daten zur Verfügung, so dass die Kostenkontrolle und Preisgestaltung schneller und wirtschaftlicher vorgenommen werden kann. Sie nutzen diese Möglichkeiten.		

## 5 Handhabung des Lehrplans

Die in Kapitel 3 theoretisch begründete strukturell-curriculare Rahmung impliziert einen anspruchsvollen kompetenzorientierten Unterricht. Um die darin gesetzten Vorgaben unterrichtswirksam zu machen, gilt es folgende Prämissen zu berücksichtigen:

- Moderner Fachschulunterricht ist *lernerorientiert*, d. h., dass alle zu planenden Unterrichtsprozesse sich primär an Lernprozessen ausrichten sollen, nicht an Lehrprozessen. Lernprozesse sollen einer kasuistisch-operativen Umsetzungslogik (handlungssystematisch) folgen, die von einer theoretisch-abstrakten Objektivierungslogik (fachsystematisch) ergänzt wird.
- Die Zielbildung in den Querschnitt-Lernfeldern erfolgt als Explikation der Lehrplan-Inhalte durch die *Beschreibung von Wissens- und Fertigungszielen*. Ihr Umfang und Anspruch bemisst sich aus deren jeweiliger Bedeutung für die korrespondierenden fachlich-methodischen Kompetenzen.
- Im Rahmen der beruflichen Lernfelder ist die Explikation von *beruflichen Handlungen* der curriculare Ausgangspunkt der Unterrichtsplanung. Damit wird von Anfang an geklärt, welches Wissen in welchen Handlungszusammenhängen von den Studierenden erworben werden soll. Die im Lehrplan vollzogene Beschreibung der Kompetenzen auf einem mittleren Niveau gilt es dabei in der konkreten Unterrichtskonzeption adäquat zu den jeweils vorliegenden Rahmenbedingungen und im jeweils aktuellen technisch-produktiven, gestalterischen oder betriebswirtschaftlichen Kontext zu konkretisieren.
- Die genaue Zusammenstellung eines unterrichtsrelevanten Gebildes aus Kompetenzen erfolgt über einen einschlägigen *Berufskontext*, welcher dann auch als übergreifende Lernsituation den Gesamtrahmen der jeweiligen Unterrichtseinheit bildet.
- Kompetenzerwerb setzt *Verständnisprozesse* voraus, welche durch eine *Problemorientierung* des Unterrichts ausgelöst werden. Je anspruchsvoller die Problemstellungen, desto höher das zu erreichende Kompetenz-Niveau.
- Kompetenzen im Sinne eines verstandenen Handelns erfordern einschlägiges Sach- und Prozesswissen mit entsprechendem Reflexionswissen mit unmittelbarem Bezug zu dessen *berufsspezifischer Nutzung*, daher soll sich der Kompetenzerwerb in *sinnvollen* Abschnitten zwischen kasuistisch-operativen Phasen (handlungssystematisch) und theoretisch-abstrakten Phasen (fachsystematisch) *wechselseitig ergänzen*.
- *Fachsystematische Lernprozesse* gehen von den Fachwissenschaften aus, beinhalten deren Systematiken und bilden damit ein anwendungsübergreifendes Gerüst für das berufliche Handeln. Sie sind zudem der Raum für die Auseinandersetzung mit den mathematisch-naturwissenschaftlichen bzw. gestalterischen Hintergründen. Lern-Reflexionen beziehen sich hier auf die Kategorien „Wissen“ (kognitive Reproduktion) und „Verstehen“ (kognitive Anwendung).
- *Handlungssystematische Lernprozesse* gehen von beruflichen Prozessen aus, beinhalten deren Eigenlogik und bilden damit anwendungsbezogene Ankerpunkte für das berufliche Handeln. Lernreflexionen beziehen sich hier auf die Kategorie „Können“ (operative Anwendung).
- *Lernerfolgsmessung* kann sich im Einzelnen auf „Wissen“, „Verständnis“ oder „Können“ beziehen, der Anspruch einer Kompetenzdiagnostik kann aber nur dann erfüllt werden, wenn alle drei oben genannten Komponenten *integrativ erhoben* werden, und mit den Zielkategorien *taxiert* werden.
- Der Erwerb sozial-kommunikativer Kompetenzen erfordert *kollektive Lernformen*, wird aber nicht allein durch diese gewährleistet. Entscheidend ist hier ein bewusster und re-

flektierter Kompetenzerwerb, daher sind sozial-kommunikative Kompetenz-Ziele den Studierenden zu kommunizieren, deren Erwerb zu thematisieren und zu reflektieren.

- Der Erwerb von Personalkompetenzen (bzw. Selbstkompetenzen) erfordert die Akzentuierung motivationaler, affektiver und strategisch-organisationaler Auseinandersetzungen der Studierenden mit sich und ihrem Lernen. Fachschulunterricht sollte daher das *Lernen als eigenständigen Lerngegenstand* begreifen und dies pädagogisch und methodisch angemessen umsetzen.

ENTWURF

## 6 Literaturverzeichnis

- Bader, R. (2004): Strategien zur Umsetzung des Lernfeld-Konzepts. In: bwp@ spezial 1
- BIFIE (Hrsg.). (2013). Standardisierte kompetenzorientierte Reifeprüfung. Reife- und Diplomprüfung. Grundlagen – Entwicklung – Implementierung. Unter Mitarbeit von H. Cesnik, S. Dahm, C. Dorninger, E. Dousset-Ortner, K. Eberharter, R. Fless-Klinger, M. Frebort, G. Friedl-Lucyshyn, D. Frötscher, R. Gleeson, A. Pinter, F. J., Punter, S. Reif-Breitwieser, E. Sattlberger, F. Schaffenrath, G. Sigott, H.-S. Siller, P. Simon, C. Spöttl, J. Steinfeld, E. Süß-Stepancik, I. Thelen-Schaefer & B. Zisser. Wien: Herausgeber.
- Chomsky, N. (1965). Aspects of the theory of syntax. Cambridge, Mass: M.I.T. Press.
- Erpenbeck, J. / Rosenstiel, L. / Grote S. / Sauter W. (2017): Handbuch Kompetenzmessung: Erkennen, verstehen und bewerten von Kompetenzen in der betrieblichen, pädagogischen und psychologischen Praxis. Stuttgart, Schäfer & Pöschel
- Euler, D. / Reemtsma-Theis, M. (1999): Sozialkompetenzen? Über die Klärung einer didaktischen Zielkategorie. In: Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik, Heft 2, S. 168 - 198.
- Klafki, W. (1964): Didaktische Analyse als Kern der Unterrichtsvorbereitung in: Roth, H. / Blumenthal, A. (Hrsg.): Grundlegende Aufsätze aus der Zeitschrift Die Deutsche Schule, Hannover 1964, S. 5 - 34.
- Lerch, S. (2013): Selbstkompetenz – eine neue Kategorie zur eigens gesollten Optimierung? Theoretische Analyse und empirische Befunde. In: REPORT 1/2013 (36. Jg.) S. 25 - 34.
- Mandl, H. / Friedrich H.F. (Hrsg.) (2005): Handbuch Lernstrategien. Göttingen, Hogrefe.
- Pittich, D. (2013). Diagnostik fachlich-methodischer Kompetenzen. Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag
- Siller, H.-S., Bruder, R., Hascher, T., Linnemann, T., Steinfeld, J., & Sattlberger, E. (2014). Stufung mathematischer Kompetenzen am Ende der Sekundarstufe II – eine Konkretisierung. In J. Roth & J. Ames (Hrsg.), Beiträge zum Mathematikunterricht 2014, Münster: WTM, S. 1135 - 1138.
- Tenberg, R. (2011): Vermittlung fachlicher und überfachlicher Kompetenzen in technischen Berufen. Theorie und Praxis der Technikdidaktik. Stuttgart: Steiner
- Volpert, W. (1980): Beiträge zur psychologischen Handlungstheorie. Bern: Huber.



# Lehrplan

## Zweijährige Fachschule für Gestaltung

### FACHRICHTUNG PRODUKTDESIGN

### SCHWERPUNKT SCHMUCK, GERÄT UND ACCESSOIRE

ENTWURF

Impressum

Hessisches Kultusministerium  
Luisenplatz 10, 65185 Wiesbaden  
Tel.: 0611 368-0  
Fax: 0611 368-2096

E-Mail: [poststelle@hkm.hessen.de](mailto:poststelle@hkm.hessen.de)  
Internet: [www.kultusministerium.hessen.de](http://www.kultusministerium.hessen.de)

**Inhaltsverzeichnis**

1	Bedeutung der Fachschule für Gestaltung in der Bildungslandschaft .....	4
2	Grundlegung für die Fachrichtung Produktdesign .....	5
3	Theoretische Grundlagen des Lehrplans .....	6
3.1	Sozial-kommunikative Kompetenzen .....	6
3.2	Personale Kompetenzen .....	6
3.3	Fachlich-methodische Kompetenzen .....	7
3.4	Zielkategorien.....	8
3.4.1	Beruflich akzentuierte Zielkategorien.....	9
3.4.2	Mathematisch akzentuierte Zielkategorien .....	11
3.5	Taxierung der Kompetenzen in drei Stufen .....	11
3.5.1	Taxonomietabelle für beruflich akzentuierte Zielkategorien.....	13
3.5.2	Taxonomietabelle für mathematisch akzentuierte Zielkategorien .....	14
3.6	Zusammenfassung.....	15
4	Organisation der Kompetenzen und Kenntnisse .....	16
4.1	Lernfelder .....	16
4.2	Studentafel .....	18
4.3	Beruflicher Lernbereich .....	19
4.3.1	Projektarbeit .....	19
4.3.2	Lernfeld 1: Projekte mittels systematischen Projektmanagements zum Erfolg führen .....	20
4.3.3	Lernfeld 2: Kunst- und Kultur- und Designgeschichte erkennen, bewerten und nutzen.....	23
4.3.4	Lernfeld 3: Systeme von Gestaltungsprinzipien erkennen und anwenden .....	25
4.3.5	Lernfeld 4: Berufsbezogene Materialien und Technologien analysieren und anwenden.....	29
4.3.6	Lernfeld 5: Entwürfe, Darstellungen und Präsentationen entwickeln .....	32
4.3.7	Lernfeld 6: Produkte entwerfen und gestalten .....	35
4.3.8	Lernfeld 7: Methoden der Betriebswirtschaftslehre anwenden .....	38
4.3.9	Lernfeld 8: Zielgruppenorientierung in der Produktgestaltung umsetzen..	39
4.3.10	Lernfeld 9: Produkte mit besonderen handwerklich-technischen Anforderungen umsetzen .....	41
5	Handhabung des Lehrplans .....	43
6	Literaturverzeichnis .....	45

## 1 Bedeutung der Fachschule für Gestaltung in der Bildungslandschaft

Die Fachschulen sind Einrichtungen der beruflichen Weiterbildung und schließen an eine einschlägige berufliche Ausbildung an. Sie bieten die Möglichkeit zu beruflicher Weiterqualifizierung aus der Praxis für die Praxis und ermöglichen dabei das Erreichen der höchsten Qualifizierungsebene in der beruflichen Bildung.<sup>1</sup>

In der Rahmenvereinbarung der Kultusministerkonferenz zu Fachschulen wird zu Ausbildungsziel, Tätigkeitsbereichen und Qualifikationsprofil das Folgende festgestellt:

„Ziel der Ausbildung im Fachbereich Gestaltung ist es, Fachkräfte mit geeigneter Berufsausbildung und Berufserfahrung zu produkt- bzw. handwerksgerechter Gestaltung, für Aufgaben im mittleren Führungsbereich von Unternehmen und zur unternehmerischen Selbstständigkeit zu befähigen.

Die Absolventen/Absolventinnen müssen in der Lage sein, Entwurfs- und Fertigungsaufgaben produkt- und marktbezogen selbstständig zu bearbeiten und unter Berücksichtigung wirtschaftlicher Gesichtspunkte zu lösen. Die Fähigkeiten der künstlerischen, modischen Gestaltung und der handwerklich, technischen Realisierung bedingen einander und sind in vielfältiger Weise miteinander verbunden und aufeinander bezogen.

Der Fachbereich Gestaltung hat einen hohen Differenzierungsgrad; je nach Tätigkeitsbereich steht das Entwerfen, das Gestalten oder die werktechnische Realisierung im Vordergrund.

Die Ausbildung berücksichtigt künstlerische sowie fertigungstechnische und (gegebenenfalls) modische Aspekte.“<sup>2</sup>

Die Studierenden sollen in der beruflichen Aufstiegsfortbildung zum staatlich geprüften Designer/zur staatlich geprüften Designerin befähigt werden, betriebswirtschaftliche, gestalterische sowie künstlerische Aufgaben zu bewältigen.

Die Studierenden erlernen und vertiefen in der Weiterbildung das selbständige Erkennen, Strukturieren, Analysieren und Beurteilen von Problemen des Berufsbereiches und deren Lösung.

Dabei liegt ein besonderes Augenmerk auf der Förderung des wirtschaftlichen Denkens und verantwortlichen Handelns in Führungspositionen und der damit verbundenen Fähigkeit zu konstruktiver Kritik und der Bewältigung von Konflikten.

Nicht zuletzt vertiefen die Studierenden ihre Fähigkeiten sprachlich sicher zu agieren, um in allen Kontexten des beruflichen Handelns bestehen zu können.

Der beschriebene Bildungsauftrag der Fachschule erfordert ein didaktisches Verständnis, nach dem individuelles und kooperatives Lernen über Gestaltungsprozesse organisiert und gefördert wird.

---

<sup>1</sup> DQR 6

<sup>2</sup> Rahmenvereinbarung über Fachschulen; Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 7.11.2002 i.d.F. vom 02.06.2016 S.16



## 2 Grundlegung für die Fachrichtung Produktdesign

Staatlich geprüfte Gestalterinnen und Gestalter der Fachrichtung Produktdesign verfügen über ein breites Spektrum beruflicher Qualifikationen, die ihnen die Wege zu vielfältigen, verantwortungsvollen Tätigkeiten öffnen.

Eigeninitiative, Kreativität und das Gefühl für Ästhetik, konzeptionelles Denken, die Fähigkeit, gestalterische und handwerkliche Problemlösungen zu entwickeln, Personal zu führen, Durchsetzungsvermögen, berufspädagogische Kenntnisse, Flexibilität, kulturelle Offenheit, fundierte handwerkliche Fertigkeiten und Kenntnisse sowie kaufmännischer Sachverstand zeichnen eine umfassend gebildete Persönlichkeit aus, die dem Anforderungsprofil einer Gestalterin und Gestalters der Fachrichtung Produktdesign entsprechen.

Im Rahmen der Produkt- und Projektentwicklung müssen Gestalterinnen und Gestalter Trends aufspüren und analysieren, Produkte zielgruppenorientiert weiterentwickeln und umsetzen. Zu ihren Tätigkeiten gehören der Modellentwurf, die Konstruktion von Erstmodellen sowie die Erstellung von Material- und Verarbeitungsvorgaben, die weitere Produktentwicklung bis zur Produktionsbegleitung inklusive Qualitätsmanagement und Consulting. Die beruflichen Einsatzmöglichkeiten für die Gestalterinnen und Gestalter im Schwerpunkt Schmuck, Gerät und Accessoire liegen in Designagenturen, Handwerks- bzw. Industrieunternehmen im mittleren Management, z. B. in den Modell- und Entwicklungsabteilungen von Herstellern von Schmuck, Gerät und Accessoire und in Design-Teams für Schmuck, Gerät und Accessoire sowie in freiberuflicher Tätigkeit oder in der beruflichen Selbständigkeit, z. B. im eigenen Designbüro, Atelier, Galerie oder als Juwelier.

Gestalterinnen und Gestalter konzipieren und realisieren Kollektionen, Kleinserien und Unikate in den unterschiedlichen Produktparten der Schmuck und Silberwarenindustrie.

### 3 Theoretische Grundlagen des Lehrplans

Der vorliegende Lehrplan für Fachschulen in Hessen orientiert sich am aktuellen Anspruch beruflicher Bildung, Menschen auf Basis eines umfassenden Verständnisses handlungsfähig zu machen, also ihnen nicht alleine Wissen oder Qualifikationen, sondern Kompetenzen zu vermitteln. Eine im deutschsprachigen Raum anerkannte Grunddefinition von Kompetenz basiert auf dem US-amerikanischen Sprachwissenschaftler NOAM CHOMSKY, der diese als *Disposition zu einem eigenständigen, variablen Handeln* beschreibt (CHOMSKY, 1965). Das Kompetenzmodell von JOHN ERPENBECK und LUTZ VON ROSENSTIEL präzisiert dieses Basiskonzept, indem es sozial-kommunikative, personale und fachlich-methodische Kompetenzen unterscheidet (ERPENBECK, ROSENSTIEL, GROTE, SAUTER, 2017, S. XXI ff).

#### 3.1 Sozial-kommunikative Kompetenzen

Sozial-kommunikative Kompetenzen sind Dispositionen, kommunikativ und kooperativ selbstorganisiert zu handeln, d. h. sich mit anderen kreativ auseinander- und zusammensetzen, sich gruppen- und beziehungsorientiert zu verhalten, und neue Pläne, Aufgaben und Ziele zu entwickeln.

Diese werden im Kontext beruflichen Handelns nach EULER & REEMTSMA-THEIS (1999) konkretisiert und differenziert in einen (a) agentiven Schwerpunkt, einen (b) reflexiven Schwerpunkt und (c) deren Integration:

Zu (a): Fähigkeit zur Artikulation und Interpretation von verbalen und nonverbalen Äußerungen auf der Sach-, Beziehungs-, Selbstkundgabe- und Absichtsebene und Fähigkeit zur Artikulation und Interpretation von verbalen und nonverbalen Äußerungen im Rahmen einer Meta-Kommunikation auf der Sach-, Beziehungs-, Selbstkundgabe- und Absichtsebene.

Zu (b): Fähigkeit zur Klärung der Bedeutung und Ausprägung der situativen Bedingungen, insbesondere von zeitlichen und räumlichen Rahmenbedingungen der Kommunikation, 'Nachwirkungen' aus vorangegangenen Ereignissen, der sozialen Erwartungen an die Gesprächspartner, der Wirkungen aus der Gruppenzusammensetzung (jeweils im Hinblick auf die eigene Person sowie die Kommunikationspartner), Fähigkeit zur Klärung der Bedeutung und Ausprägung der personalen Bedingungen, insbesondere der emotionalen Befindlichkeit (Gefühle) der normativen Ausrichtung (Werte), der Handlungsprioritäten (Ziele), der fachlichen Grundlagen (Wissen), des Selbstkonzepts ('Bild' von der Person), (jeweils im Hinblick auf die eigene Person sowie die Kommunikationspartner), Fähigkeit zur Klärung der Übereinstimmung zwischen den äußeren Erwartungen an ein situationsgerechtes Handeln und den inneren Ansprüchen an ein authentisches Handeln.

Zu (c): Fähigkeit und Sensibilität, Kommunikationsstörungen zu identifizieren, und die Bereitschaft, sich mit ihnen (auch reflexiv) auseinanderzusetzen. Fähigkeit, reflexiv gewonnene Einsichten und Vorhaben in die Kommunikationsgestaltung einbringen und (ggf. unter Zuhilfenahme von Strategien der Handlungskontrolle) umsetzen zu können.

#### 3.2 Personale Kompetenzen

Personale Kompetenzen sind Dispositionen, sich selbst einzuschätzen, produktive Einstellungen, Werthaltungen, Motive und Selbstbilder zu entwickeln, eigene Begabungen, Moti-

vationen, Leistungsvorsätze zu entfalten und sich im Rahmen der Arbeit und außerhalb kreativ zu entwickeln und zu lernen.

LERCH (2013) bezeichnet personale Kompetenzen in Orientierung an aktuellen bildungswissenschaftlichen Konzepten auch als Selbstkompetenzen und unterscheidet dabei motivational-affektive Komponenten wie Selbstmotivation, Lern- und Leistungsbereitschaft, Sorgfalt, Flexibilität, Entscheidungsfähigkeit, Eigeninitiative, Verantwortungsfähigkeit, Zielstrebigkeit, Selbstvertrauen, Selbstständigkeit, Hilfsbereitschaft, Selbstkontrolle und Anstrengungsbereitschaft und strategisch-organisatorische Komponenten wie Selbstmanagement, Selbstorganisation, Zeitmanagement sowie Reflexionsfähigkeit. Hier sind auch sogenannte Lernkompetenzen (MANDL & FRIEDRICH, 2005) als jene personalen Kompetenzen einzuordnen, welche auf die eigenständige Organisation und Regulation des Lernens ausgerichtet sind.

### 3.3 Fachlich-methodische Kompetenzen

Fachlich-methodische Kompetenzen sind Dispositionen einer Person, bei der Lösung von sachlich-gegenständlichen Problemen geistig und physisch selbstorganisiert zu handeln, d. h. mit fachlichen und instrumentellen Kenntnissen, Fertigkeiten und Fähigkeiten kreativ Probleme zu lösen, Wissen sinnorientiert einzuordnen und zu bewerten; das schließt Dispositionen ein, Tätigkeiten, Aufgaben und Lösungen methodisch selbstorganisiert zu gestalten, sowie die Methoden selbst kreativ weiterzuentwickeln.

Fachlich-methodische Kompetenzen sind – im Sinne von ERPENBECK, ROSENSTIEL, GROTE, UND SAUTER (2017, S.XXI ff) – durch die Korrespondenz konkreter Handlungen und spezifischem Wissen beschreibbar. Wenn bekannt ist, was ein Mensch als Folge eines Lernprozesses können soll und auf welcher Wissensbasis dieses Können abgestützt sein soll, um ein eigenständiges und variables Handeln zu ermöglichen, kann sehr gezielt ein Unterricht geplant und gestaltet werden, der solche Kompetenzen integrativ vermittelt und eine Diagnostik entwickelt, mit welcher diese überprüft werden können. Im vorliegenden Lehrplan werden somit fachlich-methodische Kompetenzen als geschlossene Sinneinheiten aus Können und Wissen konkretisiert. Das Können wird dabei in Form einer beruflichen Handlung beschrieben, das Wissen in drei eigenständigen Kategorien auf mittlerem Konkretisierungsniveau spezifiziert: (a) Sachwissen, (b) Prozesswissen und (c) Reflexionswissen (PITTICH, 2013).

Zu (a): Sachwissen umfasst ein *anwendungs- und umsetzungsunabhängiges Wissen* über Dinge, Gegenstände, Geräte, Abläufe, Systeme etc. Es ist Teil fachlicher Systematiken und daher sachlogisch-hierarchisch strukturiert, wird durch assoziierendes Wahrnehmen, Verstehen und Merken erworben und ist damit die *gegenständliche Voraussetzung für ein eigenständiges, selbstreguliertes Handeln*. Beispiele: Aufbau eines Temperatursensors, Bauteile eines Kompaktreglers, Funktion eines Kompaktreglers, Aufbau einer Speicherprogrammierbaren Steuerung, Programmiersprache einer Speicherprogrammierbaren Steuerung, Struktur des Risikomanagement-Prozesses, EFQM-Modell.

Zu (b): Prozesswissen umfasst ein *anwendungs- und umsetzungsabhängiges Wissen* über berufliche Handlungssequenzen. Prozesse können auf drei verschiedenen Ebenen stattfinden, daher hat Prozesswissen entweder eine Produktdimension (Handhabung von Werkzeug, Material etc.), eine Aufgabendimension (Aufgaben-Typus, -Abfolgen etc.) oder eine Organisationsdimension (Geschäftsprozesse, Kreisläufe etc.). Prozesswissen ist immer Teil handlungsbezogener Systematiken und daher prozesslogisch-multizyklisch struk-

turiert, wird durch zielgerichtetes und feedback-gesteuertes Tun erworben und ist damit *funktionale Voraussetzung für ein eigenständiges, selbstreguliertes Handeln*. Beispiele: Kalibrierung eines Temperatursensors, Bedienung eines Kompaktreglers, Umgang mit der Programmierumgebung einer speicherprogrammierbaren Steuerung, Umsetzung des Risikomanagements, Handhabung einer EFQM-Zertifizierung.

Zu (c): Reflexionswissen umfasst ein *anwendungs- und umsetzungsunabhängiges Wissen*, welches hinter dem zugeordneten Sach- und Prozesswissen steht. Als konzeptuelles Wissen bildet es die theoretische Basis für das vorgeordnete Sach- und Prozesswissen und steht damit diesen gegenüber auf einer Meta-Ebene. Mit dem Reflexionswissen steht und fällt der Anspruch einer Kompetenz (und deren Erwerb). Seine Bestimmung erfolgt im Hinblick auf a) das unmittelbare Verständnis des Sach- und Prozesswissens (Erklärungsfunktion), b) die breitere wissenschaftliche Abstützung des Sach- und Prozesswissens (Fundierungsfunktion), c) die Relativierung des Sach- und Prozesswissens im Hinblick auf dessen berufliche Flexibilisierung und Dynamisierung (Transferfunktion). Umfang und Tiefe des Reflexionswissens werden ausschließlich so bestimmt, dass diesen drei Funktionen Rechnung getragen wird.

In der Trias dieser drei Wissenskategorien besteht ein bedeutsamer Zusammenhang: Das Sachwissen muss am Prozesswissen anschließen und umgekehrt, das Reflexionswissen muss sich auf die Hintergründe des Sach- und Prozesswissens eingrenzen. D. h., dass die hier anzuführenden Wissensbestandteile nur dann kompetenzrelevant sind, wenn sie innerhalb des hier eingrenzenden Handlungsrahmens liegen. Eine Teilkompetenz ist somit das Aggregat aus einer beruflichen Handlung und dem damit korrespondierenden Wissen:

Teilkompetenz			
Berufliche Handlung	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen

Innerhalb der einzelnen Lernfelder sind die einbezogenen Teilkompetenzen nicht zufällig angeordnet, gegenteilig folgen sie einem generativen Ansatz. D. h., dass die jeweils nachfolgende Teilkompetenz den Erwerb der vorausgehenden voraussetzt. Somit gelten innerhalb eines Lernfeldes alle Wissensaspekte, die in den vorausgehenden Teilkompetenzen konkretisiert wurden. Damit wird der Tatsache Rechnung getragen, dass Kompetenzen in einer sachlogischen Abfolge aufgebaut werden, dabei aber vermieden, dass innerhalb der Wissenszuordnungen der Teilkompetenzen nach unten zunehmend Redundanzen dargestellt werden.

### 3.4 Zielkategorien

Alle im Lehrplan aufgeführten Ziele lassen sich den folgenden Kategorien zuordnen:

1. Beruflich akzentuierte Zielkategorien: Kommunizieren & Kooperieren, Darstellen & Visualisieren, Informieren & Strukturieren, Planen & Projektieren, Entwerfen & Entwickeln, Realisieren & Betreiben und Evaluieren & Optimieren.
2. Mathematisch akzentuierte Zielkategorien: Operieren, Modellieren und Argumentieren.

Diese Kategorisierung soll in beruflicher Ausrichtung den Lehrplan mit dem Konzept der vollständigen Handlung (VOLPERT, 1980) hinterlegen, in mathematischer Ausrichtung mit dem O-M-A-Konzept (SILLER ET AL. 2014). Damit wird zum einen eine theoretisch abgestützte Differenzierung der vielfältigen Ziele beruflicher Lehrpläne erreicht, zum anderen die strukturelle Basis für eine nachvollziehbare und handhabbare Taxierung hergestellt.

### 3.4.1 Beruflich akzentuierte Zielkategorien

#### **Kommunizieren und Kooperieren**

Zum Kommunizieren gehören die schriftliche und mündliche Darlegung technischer, gestalterischer und betriebswirtschaftlicher Sachverhalte sowie die Führung einer Diskussion oder eines Diskurses über Problemstellungen unter Nutzung der erforderlichen Fachsprache. Das Spektrum der Zielkategorie reicht von einfachen Erläuterungen über fachlich fundierte Argumentation bis hin zur fachlichen Bewertung und Begründung technischer bzw. gestalterischer Zusammenhänge und Entscheidungen. Dabei sind die Sachverhalte und Problemstellungen inhaltlich klar, logisch strukturiert und anschaulich aufzubereiten. Der sachgemäße Gebrauch von Kommunikationsmedien und Kommunikationsplattformen sowie die Kenntnis der Kommunikationswege ermöglichen effektive Teamarbeit. Nicht zuletzt sind in diesem Zusammenhang der angemessene Umgang mit interkulturellen Aspekten sowie fremdsprachliche Kenntnisse erforderlich.

Kooperation ist eine wesentliche Voraussetzung zur Lösung komplexer Problemstellungen. Notwendig für erfolgreiche Kooperation ist Klarheit über die Gesamtzielsetzung, über die Teilziele, über die Schnittstellen und Randbedingungen sowie über die Arbeitsteilung und die Stärken und Schwächen aller Kooperationspartner. Um erfolgreich zu kooperieren, ist es erforderlich, die eigene Person und Leistung als Teil eines Ganzen zu sehen und einem gemeinsamen Ziel unterzuordnen. Auftretende Konflikte müssen respektvoll und sachbezogen gelöst werden.

#### **Darstellen und Visualisieren**

Diese Zielkategorie umfasst das Darstellen und Illustrieren technischer, gestalterischer und betriebswirtschaftlicher Sachverhalte, insbesondere das 'Übersetzen' abstrakter Daten und dynamischer Prozesse in fachgerechte Tabellen, Zeichnungen, Skizzen, Diagramme und weitere grafische Formen sowie beschreibende und erläuternde Texte. Dazu gehört es, geeignete Medien zur Visualisierung zu wählen, Sachverhalte, Problemstellungen und Lösungsvarianten in Dokumenten und Präsentationen darzustellen und zu erläutern. Ferner sind bei der Erstellung von Dokumenten die geltenden Normen und Konventionen zu beachten.

#### **Informieren und Strukturieren**

Das Internet bietet Information in großer Fülle zu vielen technischen, gestalterischen und betriebswirtschaftlichen Sachverhalten. Weitere Informationsquellen sind die wissenschaftliche Literatur und Dokumente aus den Betrieben und der Industrie sowie Experten und Kollegen. Sich umfassend und objektiv zu informieren stellt unter dieser Vielfalt eine grundsätzliche und wichtige Kompetenz dar. Die Studierenden sollen die Fähigkeit erwerben, zu Sachverhalten und Problemstellungen wichtige Informationsquellen zu benennen, sowie die Glaubwürdigkeit und Seriosität dieser Quellen anhand belastbarer Kriterien zu bewerten. Das Spektrum dieser Zielkategorie beinhaltet ferner die korrekte und sachgerechte Verwendung von Zitaten und die Beachtung von Persönlichkeitsrechten. Mit dem Informationserwerb geht die Strukturierung der Informationen durch zielgerechtes Auswählen, Zusammenfassen und Aufbereiten einher.

#### **Planen und Projektieren**

Diese Zielkategorie beinhaltet die wesentlichen Fertigkeiten und Kenntnisse, um komplexere und umfangreichere Aufgaben- oder Problemstellungen inhaltlich wie auch zeitlich zu

strukturieren, mit Qualitätssicherungsmaßnahmen zu belegen und die Kosten und Ressourcen zu kalkulieren und zu bewerten. Im Detail gehören dazu die Fähigkeiten, überprüfbare Kriterien und Planungsziele zu definieren und deren Umsetzung zu planen und zu kontrollieren. Die zeitliche und inhaltliche Gliederung der Aufgaben ist zu Zwecken der Kontrolle und Steuerung, der Kooperation und Visualisierung durch eine begründete Wahl von Projektmethoden und Werkzeugen sicherzustellen.

### **Entwerfen und Entwickeln**

Das Entwerfen ist die zielgerichtete geistige und kreative Vorbereitung eines später zu realisierenden Produktes. Dieses Produkt kann beispielsweise ein Modell, eine Kollektion, eine Vorrichtung, eine Schaltung, eine Baugruppe, ein Steuerungsprogramm oder auch ein Regelkreis sein. Das Ergebnis dieses Prozesses – der Entwurf – wird in Form von Texten, Zeichnungen, Grafiken, (Näh-) Proben, Schnittmustern, Schaltplänen, Modellen oder Berechnungen dokumentiert.

Entwickeln ist die zielgerichtete Konkretisierung eines Entwurfs oder Verbesserung eines bestehenden Produktes oder technischen Systems. Dabei bilden die Studierenden in Schritten stufenweise Detaillösungen zu den Problemstellungen ab. Die Kenntnis über Kreativitätstechniken, Analyse- und Berechnungsmethoden sowie deren fachspezifischen Anwendungen spielen in diesem Entwicklungsprozess eine zentrale Rolle.

### **Realisieren und Betreiben**

Neben dem eigentlichen Umsetzen des Entwurfs (z. B. Prototyp, Nullserie, Testanlage) geht es hier um die Inbetriebnahme, das Einbinden des Produktes in die Produktumgebung, das Messen und Prüfen der realisierten Komponenten und Modelle, die konkrete Fertigung, auch in Form einer Serie, die Integration einer Software in ein System, die Integration von Software und Hardware oder das Testen einer implementierten Software oder eines Verfahrens möglichst unter Realbedingungen. Dabei können auch geeignete Simulationsverfahren zum Einsatz kommen. Gewonnene Erkenntnisse können auf neue Problemstellungen transferiert werden. Damit ein technisches System dauerhaft funktioniert, sind ggf. Instandhaltungsmaßnahmen rechtzeitig, bedarfsgerecht und geplant unter Berücksichtigung der Wirtschaftlichkeit des gesamten Systems durchzuführen.

### **Evaluieren und Optimieren**

Im Interesse der Qualitätssicherung ist ein stetiges Reflektieren, Evaluieren und Optimieren erforderlich. Sowohl bei überschaubaren Arbeitspaketen als auch bei ganzen Projekten ist hinsichtlich der eingesetzten Methoden, Ressourcen, Kosten und erbrachten Ergebnisse zu klären: Was hat sich bewährt, was sollte bei der nächsten Gelegenheit wie verbessert werden (Lessons Learned)?

Die Kenntnis und Anwendung spezieller Methoden der Reflektion und Evaluation mit der dazugehörigen Datenerfassung und Auswertung sind in dieser Zielkategorie essenziell.

Jeder Prozess oder jede Anlage bedarf eines kontinuierlichen Verbesserungsprozesses (KVP). Dafür sind spezielle Kompetenzen notwendig, die die Datenerfassung, die Datenauswertung zur Identifikation von Verbesserungspotential und die Entscheidung für Maßnahmen unter Berücksichtigung von Effektivität und Effizienz ermöglichen.

Zur Bewältigung zukünftiger Herausforderungen im Privaten wie Beruflichen ist es wichtig, sich selbstbestimmt und selbstverantwortlich neuen Lerninhalten und Lernzielen zu stellen. Die Studierenden sollen deshalb unterschiedliche Lerntechniken kennen und anwen-

den sowie über das Reflektieren des eigenen Lernverhaltens in die Lage versetzt werden, ihren Lernprozess aus der Perspektive des lebenslangen Lernens bewusst und selbstständig zu gestalten und zu fördern.

### 3.4.2 Mathematisch akzentuierte Zielkategorien

Den mathematisch akzentuierten Zielkategorien werden die Handlungsdimensionen „Operieren“, „Modellieren“ und „Argumentieren“ (kurz: O-M-A) zu Grunde gelegt, welche sich nach SILLER ET. AL (2014) zum einen an grundlegenden mathematischen Tätigkeiten und zum anderen an den fundamentalen Ideen der Mathematik orientieren.

Die Dimension *Operieren* bezieht sich auf „die Planung sowie die korrekte, sinnvolle und effiziente Durchführung von Rechen- oder Konstruktionsabläufen und schließt z. B. geometrisches Konstruieren oder (...) das Arbeiten mit bzw. in Tabellen und Grafiken mit ein“ (BIFIE, 2013, S. 21).

Die Dimension *Modellieren* ist darauf ausgerichtet „in einem gegebenen Sachverhalt die relevanten mathematischen Beziehungen zu erkennen (...), allenfalls Annahmen zu treffen, Vereinfachungen bzw. Idealisierungen vorzunehmen und Ähnliches“ (BIFIE, 2013, S. 21).

Die Dimension *Argumentieren* fokussiert „eine korrekte und adäquate Verwendung mathematischer Eigenschaften, Beziehungen und Regeln sowie der mathematischen Fachsprache“ (BIFIE, 2013, S. 22).

### 3.5 Taxierung der Kompetenzen in drei Stufen

Die Qualität einer fachlich-methodischen Kompetenz kann nicht anhand einzelner Wissenskomponenten bemessen werden. Entscheidend ist hier vielmehr der Freiheitsgrad des Handlungsraums, in dem sie eingebettet ist. Nicht diejenigen, die hier in einzelnen Facetten das breiteste Wissen nachweisen können, sind die Kompetentesten, sondern diejenigen, deren Handlungsfähigkeit im einschlägigen Kontext am weitesten reicht. Hier lassen sich theoriebasiert drei Handlungsqualitäten unterscheiden:

Qualität 1 (linear-serielle Struktur):

Start und Ziel eindeutig, Umsetzung durch „reflektiertes Abarbeiten“ (Abfolgen).

Qualität 2 (zyklisch-verzweigte Struktur):

Start und Ziel eindeutig, Umsetzung durch das koordinierte Abarbeiten mehrerer Abfolgen und damit zusammenhängenden Auswahlentscheidungen (Algorithmen).

Qualität 3 (mehrschichtige Struktur):

Ziel und Start müssen definiert werden, Umsetzung durch Antizipieren tragfähiger Algorithmen bzw. deren Erprobung und reflektierter Kombination (Heuristiken).

Es ist erkennbar, dass die jeweils höhere Qualität die der vorausgehenden integriert. Handeln auf Ebene des Algorithmus bedingt die Beherrschung der darin zu vollziehenden Abfolgen, Handeln auf Heuristik-Ebene bedingt die Beherrschung der darin zu vollziehenden Algorithmen. Für die Qualität 1 ist daher Reflexionswissen funktional nicht erforderlich, trotzdem ist es für Lernende bedeutsam, da ein Verständnislernen immer interessanter und motivierender ist als ein rein funktionalistisches Lernen. Für Qualität 2 ist moderates Reflexionswissen erforderlich, da hier schon Entscheidungen eigenständig getroffen werden müssen. Mit dem Anspruchsniveau der erforderlichen Entscheidungen steigt der Bedarf an Reflexionswissen. Qualität 3 kann nur umgesetzt werden, wenn über das Reflexi-

onswissen der Stufe 2 hinaus weiteres Reflexionswissen verfügbar ist, welche neben, hinter oder über diesem steht. Um komplexe Probleme zu lösen, sind kognitive Freiheitsgrade erforderlich, die nur mit einem entsprechend tiefen Verständnis der jeweiligen Zusammenhänge erreicht werden können.

Diese Handlungsqualitäten können für den Lehrplan als Kompetenzstufen genutzt werden, denn sie repräsentieren Kompetenz-Unterschiede, welche nicht auf einem Kontinuum darstellbar sind, sondern sich in diskreten Qualitäten ausdrücken. Um die in den Lernfeldern aufgelisteten Kompetenz-Beschreibungen nicht zu überladen, wird im vorliegenden Lehrplan nicht jede einzelne Kompetenz in den drei Niveaustufen konkretisiert. Vielmehr erfolgt dies entlang der beruflichen und mathematischen Zielkategorien.

ENTWURF



## 3.5.1 Taxonomietabelle für beruflich akzentuierte Zielkategorien

Zielkategorien	Stufe I (Abfolge)	Stufe II (Algorithmus)	Stufe III (Heuristik)
<b>Kommunizieren &amp; Kooperieren</b>	Mitteilen und Annehmen von Informationen, koagierend zusammenarbeiten	an konstruktiven, adaptiven Gesprächen teilnehmen, kooperierend zusammenarbeiten	komplexe bzw. konfliktäre Gespräche führen, Kooperationen gestalten und steuern, Konflikte lösen
<b>Darstellen &amp; Visualisieren</b>	Präsentieren von klaren Gegenständlichkeiten, Fakten, Strukturen, Details	Präsentieren von eindeutigen Zusammenhängen und Funktionen mittels geeignet ausgewählter Darstellungsformen	Präsentieren und Dokumentieren komplexer Zusammenhänge und offener Sachverhalte mittels geeigneter Werkzeuge und Methoden
<b>Informieren &amp; Strukturieren</b>	Handhaben von Informationsmaterialien, Finden und Ordnen von Informationen	Finden einschlägiger Informationsmaterialien, Verifizieren, Selektieren und Ordnen von Informationen	Umsetzen offener Informationsbedarfe, von der Quellensuche bis zur strukturierten Information
<b>Planen &amp; Projektieren</b>	Problemstellungen inhaltlich strukturieren und zeitlich gliedern	routinenaher Projekte inhaltlich strukturieren und zeitlich gliedern	komplexe Projekte inhaltlich strukturieren und zeitlich gliedern unter Beachtung verfügbarer Ressourcen
<b>Entwerfen &amp; Entwickeln</b>	Umsetzen einfacher Ideen in Skizzen, Plänen oder konkreten Lösungen	Abgleichen konkurrierender Ideen, Umsetzen in Skizzen, Plänen oder konkreten Lösungen	Integration einzelner Ideen zu einer Gesamtlösung, Umsetzen in Skizzen, Plänen oder konkreten Lösungen
<b>Realisieren &amp; Betreiben</b>	Aktivieren und Kontrollieren serieller Prozesse	Aktivieren und Regulieren zyklischer Prozesse	Abstimmen, Aktivieren und Modulieren mehrschichtiger Prozesse
<b>Evaluieren &amp; Optimieren</b>	Bewerten entlang eines standardisierten Rasters, Umsetzen unmittelbarer Konsequenzen	Bewerten entlang eines offenen Rasters, Herleiten und Umsetzen von adäquaten Konsequenzen	Bewerten in Anwendung eigenständiger Kategorien, Herleiten und Umsetzen von adäquaten Konsequenzen

## 3.5.2 Taxonomietabelle für mathematisch akzentuierte Zielkategorien

Zielkategorien	Stufe I (Abfolge)	Stufe II (Algorithmus)	Stufe III (Heuristik)
<b>mathematisches Operieren</b>	Anwenden eines gegebenen bzw. vertrauten Verfahrens im Sinne eines Abarbeitens bzw. Ausführens	Abarbeiten und Ausführen mehrschrittiger Verfahren ggf. durch Rechneinsatz und Nutzung von Kontrollmöglichkeiten	Erkennen, ob ein bestimmtes Verfahren auf eine gegebene Situation passt, das Verfahren anpassen und ggf. weiterentwickeln
<b>mathematisches Modellieren</b>	Durchführen eines Darstellungswechsels zwischen Kontext und mathematischer Repräsentation Verwenden vertrauter und direkt erkennbarer Standardmodelle zur Beschreibung einer vorgegebenen (mathematisierter) Situation	Beschreiben vorgegebener (mathematisierter) Situation durch mathematische Standardmodelle bzw. mathematische Zusammenhänge Erkennen und Setzen von Rahmenbedingungen zum Einsatz von mathematischen Standardmodellen Anwenden von Standardmodellen auf neuartige Situationen Finden einer Passung zwischen geeigneten mathematischen Modellen und realen Situationen	komplexe Modellierung einer vorgegebenen Situation Reflektieren der Lösungsvarianten bzw. der Modellwahl Beurteilen der zugrunde gelegten Lösungsverfahren
<b>mathematisches Argumentieren</b>	einfache fachsprachliche Begründungen ausführen; das Zutreffen eines Zusammenhangs oder Verfahrens bzw. die Passung eines Begriffes auf eine gegebene Situation prüfen	mehrschrittige mathematische Standard-Argumentationen durchführen und beschreiben Nachvollziehen und Erläutern von mathematischen Begriffen, Sätzen, Verfahren, Darstellungen, Argumentationsketten und Kontexten fachlich und fachsprachlich korrekte Erklärung von einfachen mathematischen Sachverhalten, Resultaten und Entscheidungen	mathematische Argumentationen prüfen bzw. vervollständigen eigenständige Argumentationsketten aufbauen

### 3.6 Zusammenfassung

Das hier zugrundeliegende Kompetenzmodell schließt drei Kompetenzklassen nach ER-PENBECK, ROSENSTIEL, GROTE, SAUTER (2017, XXI ff.) ein: Sozial-kommunikative Kompetenzen, personale Kompetenzen (bzw. Selbstkompetenzen) und fachlich-methodische Kompetenzen.

Sozial-kommunikative Kompetenzen werden nach EULER & REEMTSMA-THEIS (1999) in einen agentiven Schwerpunkt, einen reflexiven Schwerpunkt und deren Integration unterteilt. Personale Kompetenzen (bzw. Selbstkompetenzen) werden nach LERCH (2013) in motivational-affektive und strategisch-organisatorische Komponenten unterschieden. Für diese beiden Kompetenzklassen sieht der Lehrplan keine weitere Detaillierung vor, da die Entwicklung überfachlicher Kompetenzen – durch deren enge Verschränkung mit der persönlichen Entwicklung des Individuums – deutlich anderen Gesetzmäßigkeiten unterliegt als die Entwicklung fachlich-methodischer Kompetenzen. Eine Anregung und Unterstützung in der Entwicklung überfachlicher Kompetenzen durch den Fachschulunterricht kann daher auch nicht entlang einer jahresplanmäßigen Umsetzung einzelner, thematisch determinierter Lernstrecken erfolgen, sondern muss vielmehr fortlaufend produktiv und dabei aber auch reflexiv in die Vermittlung fachlich-methodischer Kompetenzen eingebettet werden.

Im Zentrum dieses Lehrplankonzepts stehen die fachlich-methodischen Kompetenzen und deren differenzierte und taxiierte curriculare Dokumentation. Teilkompetenzen sind hierbei Aggregate aus spezifischen beruflichen Handlungen und dem diesen jeweils zugeordneten Wissen. Dabei unterscheidet man zwischen Sach-, Prozess- und Reflexionswissen. Als Basis für einen kompetenzorientierten Unterricht konkretisiert dieser Lehrplan zusammenhängende Komplexe aus Handlungskomponenten und Wissenskomponenten auf einem mittleren Konkretisierungsniveau. Der Fachschulunterricht wird dann erstens durch die Explikation und Konkretisierung der Handlungs- und Wissenskomponenten inhaltlich ausgestaltet und zweitens durch die Umsetzung der Taxonomietabellen (Tabellen in Abschnitt 3.5.1 und 3.5.2) in seinem Anspruch dimensioniert. Damit besteht einerseits eine curriculare Rahmung, die dem Anspruch eines Kompetenzstufenmodells gerecht wird, zum anderen liegen die für Fachschulen erforderlichen Freiheitsgrade vor, um der Heterogenität der Adressatengruppen gerecht werden und dem technologischen Wandel folgen zu können.

## 4 Organisation der Kompetenzen und Kenntnisse

### 4.1 Lernfelder

Wie der vorausgehende Lehrplan ist auch dieser in Lernfelder segmentiert. Als Novität ist hier nun zwischen berufsbezogenen Lernfeldern und Querschnitt-Lernfeldern zu unterscheiden (Abbildung 1).

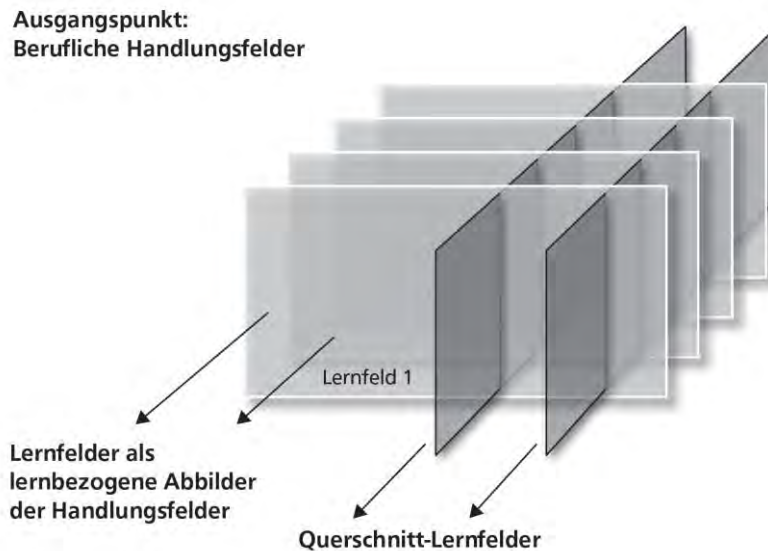


Abbildung 1: Beziehung von berufsbezogenen Lernfeldern als lernbezogene Abbilder beruflicher Handlungsfelder und Querschnitt-Lernfeldern.

**Berufsbezogene Lernfelder** sind curriculare Teilsegmente, welche sich aus einer spezifischen didaktischen Transformation beruflicher Handlungsfelder ergeben (BADER, 2004, S. 1). Wesentlich ist hierbei, dass die für das jeweilige Berufssegment wesentlichen Tätigkeitsbereiche adressiert werden. Relevante berufliche Handlungsfelder haben Gegenwarts- und Zukunftsbedeutung, ihre didaktische Reduktion in das Format eines Lernfeldes folgt dem Prinzip der Exemplarität (KLAFKI, 1964). Somit steht jedes einzelne Lernfeld des Lehrplans für einen gegenwarts- und zukunftsrelevanten Ausschnitt des dazugehörigen Berufssegments, als Gesamtheit repräsentieren sie dieses als exemplarisches Gesamtgefüge.

**Querschnitt-Lernfelder** integrieren übergreifende Aspekte der berufsbezogenen Lernfelder und adressieren entsprechend primär Grundlagenthemen, welche innerhalb der berufsbezogenen Lernfelder bedeutsam sind, jedoch diesbezüglich vorbereitend oder ergänzend vermittelt werden müssen. Insbesondere handelt es sich hier um mathematische, naturwissenschaftliche, informatische, volks- und betriebswirtschaftliche, gestalterische und ästhetische Kenntnisse bzw. Fertigkeiten, welche sich im Hinblick auf die Berufskompetenzen als Basis- oder Bezugskategorien darstellen. Zu den Querschnitt-Lernfeldern gehört die fachrichtungsbezogene Mathematik.

Innerhalb jeden Lernfeldes werden dessen Nummer, Bezeichnung sowie Zeit-Horizont dargestellt und insbesondere die darin adressierten Lernziele. Die Abfolge der Lernfelder im Lehrplan ist nicht beliebig, impliziert jedoch keine Reihenfolge der Vermittlung. In den *berufsbezogenen* Lernfeldern werden die Lernziele durch (weitgehend fachlich-methodische) Kompetenzen beschrieben (TENBERG, 2011, S. 61 ff). Dies erfolgt in Aggre-

gaten aus beruflichen Handlungen und zugeordnetem Wissen. Diese Lehrplaninhalte sind angesichts der Streuung und Unschärfe beruflicher Tätigkeitsspektren in den jeweiligen Segmenten sowie der Dynamik des technisch-produktiven Wandels auf einem mittleren Konkretisierungsniveau angelegt. Zur Taxierung dieser Lernziele liegt eine eigenständige Tabelle (siehe Abschnitt 3.5.1) vor, welche geordnet nach Zielkategorien die jeweils erforderlichen Handlungsqualitäten für die Stufen 1 (Minimalanspruch), 2 (Regelanspruch) und 3 (hoher Anspruch) konkretisiert. Zur Taxierung der Lernziele in der Mathematik (beruflicher Lernbereich) liegt eine gesonderte Tabelle (siehe Abschnitt 3.5.2) mit gleichem Aufbau vor. In den übrigen *Querschnitt*-Lernfeldern werden die Lernziele entweder durch Kenntnisse oder durch Fertigkeiten beschrieben. Sie werden dabei weder taxiert noch zeitlich näher präzisiert, da dieses nur im Rahmen der schulspezifischen Umsetzung möglich und sinnvoll erscheint. Als Orientierung dient hier jeweils der in den berufsbezogenen Lernfeldern konkret feststellbare Anspruch an übergreifende Aspekte.

## 4.2 Stundentafel

Beruflicher Lernbereich		Unterrichtsstunden	
		1. Ausbildungsabschnitt	2. Ausbildungsabschnitt
Projektarbeit			200
<b>Lernfelder</b>			
LF 1	Projekte mittels systematischen Projektmanagements zum Erfolg führen		40
LF 2	Kunst- und Kultur- und Designgeschichte erkennen, bewerten und nutzen		160
LF 3	Systeme von Gestaltungsprinzipien erkennen und anwenden		280
LF 4	Berufsbezogene Materialien und Technologien analysieren und anwenden		200
LF 5	Entwürfe, Darstellungen und Präsentationen entwickeln		180
LF 6	Produkte entwerfen und gestalten		320
LF 7	Methoden der Betriebswirtschaftslehre anwenden		60
LF 8	Zielgruppenorientierung in der Produktgestaltung umsetzen		320
LF 9	Produkte mit besonderen handwerklich-technischen Anforderungen umsetzen		240

### 4.3 Beruflicher Lernbereich

#### 4.3.1 Projektarbeit (200h)

Die Studierenden erarbeiten experimentelle Konzepte für die Entwicklung, die Herstellung und/oder für das Marketing von Produkten im Schwerpunktbereich. Sie wenden kompetent die Methoden des Projektmanagements (aus dem Lernfeld „Projekte mittels systematischen Projektmanagements zum Erfolg führen“) bei der Projektplanung, -durchführung, -bewertung und -präsentation an.

Bei der Umsetzung von praxisgerechten Lösungen berücksichtigen sie Fach- und Projektbezüge bzw. fachübergreifende Zusammenhänge. Sie planen, erstellen und präsentieren Produkte als eigene gestalterische Positionsbestimmung.

**4.3.2 Lernfeld 1: Projekte mittels systematischen Projektmanagements zum Erfolg führen (40h)**

Die staatlich geprüften Gestalterinnen und Gestalter ...	PROJEKTE MITTELS SYSTEMATISCHEN PROJEKTMANAGEMENTS ZUM ERFOLG FÜHREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... kommunizieren effizient und organisieren sich selbst im Projektgeschehen.	Präsentationstechniken Kommunikationssituationen <i>Beispielhaft:</i> Projektmeetings, Präsentationen, Kick-Off-Sitzung Führung Motivation Konflikte und Krisen <i>Beispielhaft:</i> Maslow'sche Bedürfnispyramide Zeitmanagement Beispielhaft: Eisenhower-Prinzip, Pareto-Prinzip Arbeitsteilung <i>Beispielhaft:</i> Stärken- und Schwächenanalyse	Vorbereitung und Durchführung einer Präsentation Vorbereitung und Durchführen eines Projektmeetings Analyse eines Konfliktes Durchführung und Dokumentation eines Problemlösungsverfahrens Planung und Einteilung der eigenen Arbeitszeit	Kommunikationsmodelle Effektivität als Prinzip Prinzip der systematischen Kommunikation Bedeutung von Selbst- und Fremdwahrnehmung für Konfliktmanagement und Führung
... initialisieren und definieren ein Vorhaben als Projekt.	Inhalt und Bedeutung der Projektphasen <ul style="list-style-type: none"> <li>• Initialisierungsphase</li> <li>• Definitionsphase</li> <li>• Planungsphase</li> <li>• Steuerungsphase</li> <li>• Abschlussphase</li> </ul> Projekttypen Projekt- und Projektmanagementdefinition Kreativitätstechniken Projektziele Qualität	Moderation kreativer Prozesse Zielfindung und -formulierung Strukturierung der Projektziele	Prinzip der Zielorientierung



Die staatlich geprüften Gestalterinnen und Gestalter ...	PROJEKTE MITTELS SYSTEMATISCHEN PROJEKTMANAGEMENTS ZUM ERFOLG FÜHREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... planen eine Projektdurchführung.	Meilensteine Projektaufwand und -budget sachliche und soziale Projektumfeldfaktoren Risiko, Chance, Maßnahmen zur Risikoverminderung Unternehmens- und Projektorganisationsformen, Rollen im Projekt Lasten- und Pflichtenheft, Projektauftrag, Projekthandbuch Projektstrukturplan, Arbeitspakete Ablauf- und Terminplan <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorgänge,</li> <li>• Anordnungsbeziehungen</li> <li>• Kritischer Pfad</li> <li>• Softwarewerkzeuge</li> </ul> Einsatzmittelplan, Kapazitätsplan, Kostenplan	Phasenplanung Beurteilung des Projektes auf Machbarkeit Projektumfeldanalyse Risikoanalyse Aufstellung einer Projektorganisation Erstellung des Projektauftrages Erstellung des Projektstrukturplans Ablauf- und Terminplanung Einsatzmittel- und Kostenplanung	Prinzip der Ergebnisorientierung Prinzip der personifizierten Verantwortungen
... realisieren das Projekt.	Kosten- und Termentrendanalyse Berichtswesen Projektsteuerung	Stakeholder Management Risikomanagement Überwachung und Steuerung der Projektrealisierung Erstellung, Pflege, und Kommunikation der Projektdokumentation	PM-Regelkreis Prinzip des rechtzeitigen Handelns
... schließen ein Projekt ab.	Übergabeprotokoll Lessons Learned	Abschluss der Projektdokumentation Projektübergabe und Abschlusspräsentation Projektreflexion	

Die staatlich geprüften Gestalterinnen und Gestalter ...	PROJEKTE MITTELS SYSTEMATISCHEN PROJEKTMANAGEMENTS ZUM ERFOLG FÜHREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
HINWEISE:	Die Kompetenzen in diesem Lernfeld orientieren sich an der ICB (International Competence Baseline, siehe auch <a href="https://www.gpm-ipma.de/know_how/pm_normen_und_standards/standard_icb_4.html">https://www.gpm-ipma.de/know_how/pm_normen_und_standards/standard_icb_4.html</a> ).		

## 4.3.3 Lernfeld 2: Kunst- und Kultur- und Designgeschichte erkennen, bewerten und nutzen (160h)

Die staatlich geprüften Gestalterinnen und Gestalter ...	KUNST- UND KULTUR- UND DESIGNGESCHICHTE ERKENNEN, BEWERTEN UND NUTZEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... <b>nutzen</b> Kultur- und Designgeschichte zur Analyse von Kunstwerken.	Plastik, Architektur, Malerei, Kunsthandwerk von der Antike bis zur Gegenwart Zeitgeschichtliche Werkstattorganisation Epochenbezogene Sozialgeschichte Epochenbezogene Technikgeschichte Menschenbilder im Kontext Künstler Designgeschichte	Objekteinordnung Fremdkunst Objekteinordnung eigene Kunst Interpretationen historischer Bezüge	Normative Ethik Kunsttheorien
... <b>analysieren</b> Objekte auf Grundlage ästhetischer Regeln.	Formensprache Semantik Proportion/Perspektive	Objektbeschreibung Objektbeurteilung Objektvergleich	
... <b>schlüsseln</b> zeittypische Symbole auf.	Grundlage gattungsspezifischer Objekte (Denkmalkennntnis) Ikonografie/Ikonologie Symbolik	Objekterfassung	
... <b>analysieren</b> materialbezogene Spezifika künstlerischer Objekte.	Materialien: Stein, Metall, Farben	rezeptionsgeschichtliche Interpretation	zeitgenössische Kunst mit dem Schwerpunkt Metall
... <b>analysieren</b> technikbezogene Spezifika künstlerischer Objekte.	Architektur Skulptur/Plastik Malerei Schmuck und Gerät	Erfassung von handwerklich-künstlerische Techniken	

Die staatlich geprüften Gestalterinnen und Gestalter ...		KUNST- UND KULTUR- UND DESIGNGESCHICHTE ERKENNEN, BEWERTEN UND NUTZEN		
		Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... erstellen Firmenprofile .		Designrezeption Berufsbilder: Künstler-/Designer-/Architekten-/Gold- u. Silberschmiede-/ Metallbildner	Aufbau eines Firmenprofils	
... erstellen Trendprognosen.		Wirtschaftliche Situation Gesellschaftliche Situation	Beurteilung der jeweiligen kulturellen Entwicklung und des Zeitgeschmacks	
HINWEISE:	Mit diesem Lernfeld sollen die angehenden Gestalterinnen und Gestalter mit Kunst- Kultur und Designgeschichte vertraut gemacht und die Bedeutung für Ihre Arbeit herausgestellt werden.			

## 4.3.4 Lernfeld 3: Systeme von Gestaltungsprinzipien erkennen und anwenden (280h)

Die staatlich geprüften Gestalterinnen und Gestalter ...	SYSTEME VON GESTALTUNGSPRINZIPIEN ERKENNEN UND ANWENDEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
...nutzen geometrische Grundformen zur Entwicklung von Produktideen.	Topologie der Form Formcharakter (statisch – dynamisch, ...)	Formaufbau Formkonstruktion	Bezugssystem Geometrie
...selektieren und abstrahieren Formen aus der Realität zur Entwicklung eines Gestaltungsansatzes.	Formaufbau als gesetzmäßiger Prozess Wahrnehmungsanalyse (Wahrnehmungspunkt) Strukturanalyse Formanalyse Farbauszug	Abstraktion/Konkretion, Reduktion, Stilisierung	Signifikanz
...fügen Einzelelemente zu einem (bild-) logischen Ganzen zusammen.	Funktionsprinzipien Strukturprinzipien (Reihung, Rhythmus, ...) Proportionslehre Kompositionsparameter (Ähnlichkeit/ <b>Kontrast, Positiv/Negativ, ...</b> )	Konzepterarbeitung, (Bild-) Komposition	Systematik statt Beliebigkeit
...entwickeln und konkretisieren Gestaltungsideen zeichnerisch.	zeichnerische Grundtechniken (abreibende/auslaufende Zeichenmittel Linearzeichnung, Schraffurarten, Lavée) Skizzenformen (Scribble, Konzeptskizze, Kompositionsskizze)	Skizzierendes Zeichnen, entwerfendes Zeichnen (Analyse, Konzeption, Entwurf), Storyboard-/Moodboarderstellung	Innovation, Individualität

Schmuck, Gerät und Accessoire

Fachschule für Gestaltung

Die staatlich geprüften Gestalterinnen und Gestalter ...	SYSTEME VON GESTALTUNGSPRINZIPIEN ERKENNEN UND ANWENDEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... entwickeln und konkretisieren Gestaltungsideen dreidimensional.	Entwurfsprozesse (Sammeln, Ordnen, Planen, Gestalten) <b>Materialkunde (Papier, Gips, Plastilin, ...)</b> Formsprache (Formaufbau additiv – subtraktiv) Formbezug (additiv - integrativ) Formkategorien (Figur, Gestalt, Form, Element, Zeichen)	Konzeptentwicklung, 3D-Skizze ,3D -Studie	Innovation, Individualität
... visualisieren/illusionieren geplante Produkte zeichnerisch.	zeichnerische Grundmethoden (Perspektivlehre (2-Fluchtpunkt- Perspektive) Licht-Schatten-Lehre (Plastizität) Oberflächendarstellung (Materialität) farbige Zeichentechniken Farbenlehre	naturalistisches Zeichnen, 2D - 3D - Transformation	Illusionsgrad

Schmuck, Gerät und Accessoire

Fachschule für Gestaltung

Die staatlich geprüften Gestalterinnen und Gestalter ...	SYSTEME VON GESTALTUNGSPRINZIPIEN ERKENNEN UND ANWENDEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... visualisieren Objekte/Projekte dreidimensional.	Materialkunde (Holz, Gips, Stein, Metall, <b>Kunststoff, Polymer Clay,...</b> ) Werkzeugkunde Werkstoffbezogene Bearbeitungs- Methoden- und Verfahren Gestaltungsfaktoren (formal-ästhetisch, konstruktiv-funktional, material-haptisch) Wechselwirkung Körper – Raum, Positiv- Negativform Styling Bezug von bildnerischer Produktion und Bildrezeption Körper- und Raumdarstellung Künstlerische Prozesse Klärung von Fachbegriffen experimentelle Neugier und Beweglichkeit Ästhetische Entscheidungsfähigkeit aufgrund selbstgewählter und begründbarer Kriterien Anwendung bei der Restaurierung historischer Modelle	Modellbau, Prozessplanung, Materialorganisation Nutzung von Werkzeugen zur Modellierung Anwendung von additiven und subtraktiven Verfahren Anwendung von Methoden und Verfahren plastischen Gestaltens in Materialien wie Stein, Gips, Metall und Kunststoff etc..	Wirklichkeitsnähe, Tauglichkeit
... nutzen unterschiedliche Materialien zur Erzeugung verschiedenartiger Wirkungen.	Materialausdruck/-wirkung Materialsymbolik	Modifikationen Variationen	Wertigkeit, Produkt-Emotionalität

Schmuck, Gerät und Accessoires

Fachschule für Gestaltung

Die staatlich geprüften Gestalterinnen und Gestalter ...	SYSTEME VON GESTALTUNGSPRINZIPIEN ERKENNEN UND ANWENDEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... bewerten Wirkungen unterschiedlicher Visualisierungen/Produkte.	Zeichentheorie Semantik, Syntaktik, Pragmatik Form-Inhalt-Bezug Produktsprache Formalästhetik, Anzeigefunktion, Symbolfunktion Proportionslehre Kompositionslehre	Vergleichende Analyse	Wertigkeit, Kunst-/Kulturgeschichtsbezug, Gesetzmäßigkeit des Ästhetischen
... präsentieren Gestaltungsergebnisse.	Visuelle Kommunikation Ausstellungs-, Präsentations-, Vortragstechnik Dokumentationsformen	Präsentationsaufbau	Gesellschaftlich-kultureller Kontext
HINWEISE:	Zentrales Thema in der Gestaltung ist die Form. Dieses Lernfeld ist so aufgebaut, dass zunächst Kompetenzen, die sich auf das Form (er-) finden beziehen, benannt werden. Darauf aufbauend sind Kompetenzen beschrieben, die das Ausführen und die Reflektion von Formen betreffen		



**4.3.5 Lernfeld 4: Berufsbezogene Materialien und Technologien analysieren und anwenden (200h)**

Die staatlich geprüften Gestalterinnen und Gestalter ...	BERUFSBEZOGENE MATERIALIEN UND TECHNOLOGIEN ANALYSIEREN UND ANWENDEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
...analysieren und beurteilen relevante Werk- und Hilfsstoffe.	berufsbezogene Werkstoffe Metall (Edel- und Unedelmetalle), Glas, Kunststoff, Holz, Papier, Edelsteine-/Schmucksteine, Mineralien  Einsatzmöglichkeiten von gestaltungs- und fertigungsbezogenen Materialien	gestaltungs- und fertigungsbezogener Umgang mit Roh- und Hilfsstoffen	
...wenden Materialien gemäß den AVO sowie der GefStoffV an.	AVO GefStoffV Aufbau, Struktur, Bindungsarten von Werk- und Hilfsstoffen Festkörperstruktur, kristalline/amorphe Strukturen, Isotropie/Anisotropie, thermodynamische Gleichgewichte, Lösungs- und Verbindungsphasen Verhaltensweisen der Werkstoffe im Rahmen der Fertigungsverfahren analysieren, Lösungsmöglichkeiten für technische Anforderungen aufzeigen	Auswahl von Werkstoffen und Fertigungsverfahren bezüglich des strukturalen Aufbaus. Einsatz von Material gemäß spezifischer Eigenarten	Ökologische Verantwortung Gesundheitsschutz Fürsorgepflicht
... arbeiten gemäß der einschlägigen Techniken gemäß DIN 8580.	Fertigungsverfahren in Produktions- und Wartungsprozessen nach DIN 8580 bezogen auf das jeweilige Berufsfeld <ul style="list-style-type: none"> <li>• Schmelz- und Gießtechniken</li> <li>• Trennverfahren</li> <li>• schmelzmetallurgische, mechanische und chemische Füge-techniken</li> </ul>		Sicherheitstechnik Ökonomie Ökologie Qualität

Die staatlich geprüften Gestalterinnen und Gestalter ...	BERUFSBEZOGENE MATERIALIEN UND TECHNOLOGIEN ANALYSIEREN UND ANWENDEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Beschichtungsverfahren</li> <li>Stoffeigenschaftsänderungsverfahren</li> </ul>		
... bearbeiten Oberflächen .	Chemische Oberflächenbeschichtungen: Email Lacke Kleber Finish-Arbeiten Grundlagen galvanischer Prozesse elektrochemische Oberflächenbeschichtungsverfahren gemäß technischer Vorschriften und gestalterischer Vorgaben. Galvanoplastik Vervielfältigungs- und elektrochemische Abformtechniken	Beurteilung veredelter Oberflächen	Rechtsvorschriften AVO Gefahrstoffverordnung Grundlagen der Elektrochemie Gesundheitliche Gefahren in galvanischen Prozessen
... wenden betriebsspezifische Recyclingverfahren an.	Rohstoffvorkommen, Lagerstätten, Abbau-/Raffinations-/Recyclingmethoden Bezugsquellen nachhaltig geförderter Rohstoffe Werkstattbezogene Recyclingverfahren	Wiederverwendung von Metallen und Hilfsstoffen	Ökologie und Nachhaltigkeit
...untersuchen und bestimmen Edelsteine und Synthesen.	RAL-Vorschriften Bezeichnungsvorschriften CIBJO-Nomenklatur Lichtbrechung, Doppelbrechung, Pleochroismus, Absorption	Umgang mit Refraktometer, Mikroskop, Polariskop, Spektroskop, Dichroskop, Hydrostatischer Waage Identifikation von Einschlussbildern Ermittlung des Karatgewicht	Grundlagen der Optik Strahlengang des Lichts

Die staatlich geprüften Gestalterinnen und Gestalter ...	BERUFSBEZOGENE MATERIALIEN UND TECHNOLOGIEN ANALYSIEREN UND ANWENDEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
	Refraktometer, Mikroskop, Polariskop, Spektroskop, Dichroskop hydrostatische Waage Scharffenbergische Formel Proportionen des Brillantschliffes	Dichtebestimmung	
...informieren über die Entstehung und Herkunft von Edelsteinen.	organische Produkte (Perlen, Korallen, Bernstein, Elfenbein) Vorkommen von Edelsteinen Gleichfarbige Edelsteine, Synthesen, künstliche Produkte, Dublekken und Triplekten Qualitätskriterien	Einschätzung von Preisen Entwicklung von Qualitätskriterien	Kimberly-Abkommen ethische Grundsätze im Edelsteinhandel

**4.3.6 Lernfeld 5: Entwürfe, Darstellungen und Präsentationen entwickeln (180h)**

Die staatlich geprüften Gestalterinnen und Gestalter ...	ENTWÜRFE, DARSTELLUNGEN UND PRÄSENTATIONEN ENTWICKELN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... <b>nutzen</b> Kreativitätstechniken in der Entwurfsarbeit.	Kreativitätstechniken <ul style="list-style-type: none"> <li>• Brainstorming</li> <li>• ABC Methode</li> </ul> Mindmapping	entwerfendes Skizzieren Gestaltungsexperiment	
... <b>wenden Entwurfsmethoden in der</b> Gestaltungsfindung an.	Entwurfsmethodik Gestaltungsmatrix <ul style="list-style-type: none"> <li>• Morphologischer Kasten</li> <li>• Skizzenbuch, kollektives</li> </ul> werkstofforientierte Gestaltfindung (verformend, subtraktiv, additiv)	Erstellung von: Collagen, Ideenskizzen, Ideenmodellen, Entwurfsskizzen, Entwurfsmodellen, Präsentationszeichnungen Rendering technische Skizze Werkzeichnung (Abmessungen, Funktionen)	
... <b>übertragen Formideen ins CAD.</b>	CAD-Software virtueller Raum des CAD Transformationsbefehle 2D Geometrien	Transformation von 2D Geometrien Kurvenkonstruktion mit CAD	digitale Ethik
... <b>bearbeiten die</b> Entwurfsphasen der Produktgestaltung	Entwurfsphasen <ul style="list-style-type: none"> <li>• Problemdefinition</li> <li>• Themenrecherche</li> <li>• Entwurfsprozess</li> <li>• Ausarbeitungsphase</li> </ul>	Entwurfsorganisation Erstellung von Proportionsskizzen Übersetzung von 2D Formteilen ins 3D Erstellung von dreidimensionalen Modellen	

Die staatlich geprüften Gestalterinnen und Gestalter ...	ENTWÜRFE, DARSTELLUNGEN UND PRÄSENTATIONEN ENTWICKELN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... modellieren Entwurfsmodelle im CAD.	Flächenkonstruktion Volumenkonstruktion Datenimport und -export 3D Geometrien	Transformation von 3D Geometrien 3D Modellierung	Formvarianten
... überprüfen Entwurfsergebnisse.	struktureller Aufbau von Formen (Reihung, Rhythmus) geordnete, ungeordnete Gruppierungen Symmetrie, Asymmetrie Kontrast Akzent Positiv/Negativ in Fläche und Raum Formkomposition Farbkomposition Materialkomposition Formexperiment, -variation (Deformation, Permutation, Progression) plastische Entwurfsprobleme Raumbegrenzung Zwischenraum Transparenz	Proportionsvergleich Entwurfskontrolle	Entwurfsphasenkorrelation Eigenständigkeit und Originalität im Entwurfsprozess Gestaltungsprinzipien
... dokumentieren Entwurfsprozess fotografisch.	Grundbegriffe der Fotografie Bildbearbeitungssoftware das digitale Bild, Datenformate und Auflösung Weißabgleich und Beleuchtung	Elektronische Bildverarbeitung Bildarchivierung Fotografie	

Die staatlich geprüften Gestalterinnen und Gestalter ...	ENTWÜRFE, DARSTELLUNGEN UND PRÄSENTATIONEN ENTWICKELN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
	Retusche Farb- und Belichtungskorrektur Metadaten		
... <b>entwickeln</b> eine Dokumentationsbroschüre.	Layout-Software Layout von Bild, Text & Grafik Typografie Absatz-, Zeichen- und Objektformate Grafikrahmen, Textrahmen Musterseiten und Dokumentraster Satzspiegel Gestaltungsraster	Anwendung von DTP Layout Druck Dokumentationsbroschüre	
... <b>präsentieren und diskutieren</b> Entwurfsergebnisse.	Präsentationssoftware Präsentationstechniken	Entwurfspräsentation	

## 4.3.7 Lernfeld 6: Produkte entwerfen und gestalten (320h)

Die staatlich geprüften Gestalterinnen und Gestalter ...	PRODUKTE ENTWERFEN UND GESTALTEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... entwickeln ein Entwurfskonzept nach Themenvorgabe für ein Unikat und ein Serienprodukt.	Designprozess Recherche Produkt in seiner Anwendung Ergonomie harmonische, disharmonische Nutzungsfaktoren Produkt-Mensch-Beziehung Produkt-Raum-Mensch Beziehung profane – sakrale Produkte Symbolbedeutung Sakralgerät	Themenrecherche Produktentwurf Konzepterarbeitung	Qualitätsprinzipien
... planen die zu durchlaufenden Entwurfsphasen.	Vgl. LF5	Erstellung von: Entwurfsskizzen Entwurfsmodelle	
... entwerfen ein Unikat und bearbeiten die Entwurfsphasen eines Serienproduktes.	Erlebnisfaktoren Produktsemantik Symbolik Unikat vs. Kleinserie Kleinserie vs. Serie Produktionsmittel der Unikatproduktion Produktionsmittel der Serienfertigung (RP, <b>Pressungen, Prägungen, Guss, ...</b> ) Rapid Prototyping 2 und 3dimensionale Hilfsmittel	3D Entwurfsprozesse, analog, digital Erstellung von Anschauungs- und Prinzipiumustern Nutzung 2 und 3dimensionaler Hilfsmittel Arbeitszeitkalkulation Materialwahl Materialkombinationen und -einsatz Oberflächengestaltung Produktionsprozesse planen und steuern technische und ergonomische Funktionslö-	Prinzipien ästhetischer Qualitätsbewertung Machbarkeit Funktionalität Prinzipien ästhetischer Qualitätsbewertung Designidentität Originalität Aktualität Innovation

Schmuck, Gerät und Accessoire

Fachschule für Gestaltung

Die staatlich geprüften Gestalterinnen und Gestalter ...	PRODUKTE ENTWERFEN UND GESTALTEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
	Materialeigenschaften (Farb- und Formbestimmend) Oberflächenstrukturen (verformend, Additiv, subtraktiv) nichtmetallische Werkstoffe	sungen produktionsorientierte Entwurfsdifferenzierung	
... überprüfen Entwürfe für ein Unikat und ein Serienprodukt.	Vgl. LF 5	Sichtmodell Funktionsmodell	
...präsentieren den Entwurf für ein Unikat und ein serielles Produkt.	Gesprächsführung Vgl. LF 5	Fotografie Vorbereitung und Durchführung eines Kundenmeetings Präsentationsgestaltung	Verkaufpsychologie
...planen die Umsetzung eines Unikates und die Produktionsphasen der seriellen Produktgestaltung.	Produktionsmittel Unikat Produktionsmittel Serienfertigung (RP, Pressungen, Prägungen, Guss, ...) Materialeinsatz Vgl. LF Methoden der Betriebswirtschaft anwenden	Zeitplanung Fertigungskostenermittlung	Eigen- oder Fremdproduktion handwerkliche Qualität
...produzieren ein Unikat und fertigen den Prototypen eines Serienproduktes.	Materialeigenschaften (Farb- und Formbestimmend) Oberflächenstrukturen (verformend, Additiv, subtraktiv) Oberflächenveredlung nichtmetallische Werkstoffe 2 und 3 dimensionale Hilfsmittel	Materialwahl Materialkombinationen und -einsatz Oberflächengestaltung Produktion und Montage Nutzung 2 und 3dimensionale Hilfsmittel technische und ergonomische Funktionslösungen	Designidentität Originalität Aktualität Innovation



Schmuck, Gerät und Accessoire

Fachschule für Gestaltung

Die staatlich geprüften Gestalterinnen und Gestalter ...	PRODUKTE ENTWERFEN UND GESTALTEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
	Produktions- und Montagearbeiten		
... dokumentieren und präsentieren den Entwurfs- und Gestaltungsprozess eines Unikates und eines seriellen Produktes.	Texten Fotografie Layout Vgl. LF5	Erstellung von Dokumentationsbroschüren Präsentation kundenorientierte Darstellung (Präsentation)	Individualität Adaptibilität Transfer handwerkliche Qualitätskriterien
HINWEISE:	Dieses Lernfeld soll die Studierenden insbesondere befähigen, Produkte nach Themenvorgabe als Unikat und als Serienprodukt zu konzipieren und herzustellen. Unter-richtlich hat es sich in diesem Zusammenhang bewährt ausgehend vom Unikat alle Prozessschritte zu durchlaufen und diese im Anschluss auf die geänderten Anfor-derungen einer Serie anzuwenden und umzusetzen.		

## 4.3.8 Lernfeld 7: Methoden der Betriebswirtschaftslehre anwenden (60h)

Die staatlich geprüften Gestalterinnen und Gestalter ...	METHODEN DER BETRIEBSWIRTSCHAFTSLEHRE ANWENDEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... <b>kalkulieren Preise</b> von selbsterzeugten Produkten.	Kalkulationsschemata für hergestellte Produkte Kalkulationsschemata für Handelsware Materialbedarfe Preise alternativer Materialien	Auftragskalkulation	Gleichungssysteme mit mehreren Variablen
... <b>lösen Aufgaben</b> des betrieblichen Rechnungswesens.	Betriebsabrechnungsbogen Zuschlagssätze Deckungsbeitragsrechnung	Erstellung des BAB I	lineare Gleichungen Kostenfunktionen
... <b>wenden Instrumente des Controlling</b> auf handwerkliche Betriebe an.	Bilanzkennzahlen	Interpretation und Bewertung von Bilanzkennzahlen	algebraische Verfahren
... <b>führen Angebotervergleiche</b> durch.	Bezugskalkulation	Angebotsanalyse Angebotsvergleich	
... <b>decken Kapitalbedarfe</b> in handwerklichen Betrieben.	Kreditarten Leasing Zinsberechnung Effektivzins	Finanzierungsentscheidungen	

**4.3.9 Lernfeld 8: Zielgruppenorientierung in der Produktgestaltung umsetzen (320h)**

Die staatlich geprüften Gestalterinnen und Gestalter ...	ZIELGRUPPENORIENTIERUNG IN DER PRODUKTGESTALTUNG UMSETZEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... erfassen und benennen Zielgruppen.	Zielgruppen Sinus-Milieus soziale, kulturelle, demoskopische Aspekte von Zielgruppen Trend & Zeitströmung	produktionsorientierte Entwurfsdifferenzierung	ästhetische Qualitätsbewertung Designidentität
... formulieren Anforderungen für eine Produktentwicklung.	Designprozess Projektziel Kostenplan Pflichtenheft Leistungsverzeichnis Präsentationskonzept	funktionsgerechte und/ oder kundenorientierte Gestaltung Zieldefinition Briefing	
... entwickeln und überprüfen Produktentwürfe.	Entwurfs- und Designprozess Vermarktung Vgl. LF 5	Anwendung von 3D Entwurfsmethoden Nutzung 2 und 3dimensionaler Hilfsmittel Erstellung eines Entwurfskonzeptes Anschauungs- und Prinzipmustererstellung Werbemittelerstellung	Originalität Aktualität Produktsprache Designidentität
... planen die Herstellung von Prototypen.	Vgl. LF 4	Planung und Steuerung von Produktionsprozessen Erstellung von: Arbeitszeitkalkulation Ausführungskonzept Kostenkalkulation Produktionsmitteleinsatz	

Die staatlich geprüften Gestalterinnen und Gestalter ...	ZIELGRUPPENORIENTIERUNG IN DER PRODUKTGESTALTUNG UMSETZEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... erstellen Prototypen des Produktentwurfes.	CAD Rapid Prototyping Materialeigenschaften (Farb- und Formbestimmend) Oberflächenstrukturen (verformend, additiv, subtraktiv) Oberflächenveredlung nichtmetallische Werkstoffe	Planung und Steuerung von Produktionsprozessen Nutzung 2 und 3dimensionaler Hilfsmittel Materialwahl Materialeinsatz Produktions- und Montagearbeiten ergonomische Funktionslösungen	
... entwickeln die Produktpräsentation für ein Produkt.	Verpackungsmittel Präsentationsmittel POS produktspezifische Präsentationsorte	Produktpräsentation	Nachhaltigkeit
...dokumentieren und präsentieren den Gestaltungs- und Produktionsprozess.	Kundenorientierung Vgl. LF 6	Erstellung der Dokumentationsbroschüre Kundenpräsentation	Empathie

**4.3.10 Lernfeld 9: Produkte mit besonderen handwerklich-technischen Anforderungen umsetzen (240h)**

Die staatlich geprüften Designerinnen und Designer ...	PRODUKTE MIT BESONDEREN HANDWERKLICH-TECHNISCHEN ANFORDERUNGEN UMSETZEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... identifizieren Vorgaben für die Produktgestaltung.	Pflichtenheft		
... entwickeln und überprüfen Produktentwürfe entsprechend der Vorgaben.	Vgl. LF 6 Besondere technische Lösungen Unterscheidung Eigen- und Fremdfertigung Kriterien zur Entwurfsbeurteilung	Entwurfskonzept	Originalität Aktualität
... planen die Realisation/Ausführung des Produktes.	Ressourcenplanung (Arbeitszeit, Material) Bezugsquellen Vgl. LF 1	Erstellung eines Ausführungskonzeptes (Material- und Ressourcenplanung) Ermittlung von Bezugsquellen	Rationalität, Effizienz
... kalkulieren das entworfene Produkt.	Rohstoff- und Materialpreis Materialmengenermittlung Materialgemeinkosten Betriebsgemeinkosten Sonderkosten der Fertigung Handelsware	Kostenkalkulation	
... präsentieren den Produktentwurf.	Vgl. LF 5	Erstellung von: Technischen Skizzen Produktrendering Kundenzeichnungen Präsentationsmappe	

## Schmuck, Gerät und Accessoire

## Fachschule für Gestaltung

Die staatlich geprüften Designerinnen und Designer ...	PRODUKTE MIT BESONDEREN HANDWERKLICH-TECHNISCHEN ANFORDERUNGEN UMSETZEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... realisieren das komplexe Produkt.	Fertigungsprozesse (nach DIN 8580) Maßhaltigkeit Arbeitsbericht Vgl. LF 6	Einsatz von Funktionslösungen Oberflächengestaltung Oberflächenvergütung Realkostenermittlung Nachkalkulation	technische Qualität Praxisorientierung Produktsprache technische Innovation
... schließen das Projekt ab.	Vgl. LF 5 und 7	Produktpräsentation Erstellung der Dokumentationsbroschüre Realkostenermittlung Nachkalkulation	

## 5 Handhabung des Lehrplans

Die in Kapitel 3 theoretisch begründete strukturell-curriculare Rahmung impliziert einen anspruchsvollen kompetenzorientierten Unterricht. Um die darin gesetzten Vorgaben unterrichtswirksam zu machen, gilt es folgende Prämissen zu berücksichtigen:

- Moderner Fachschulunterricht ist *lernerorientiert*, d. h., dass alle zu planenden Unterrichtsprozesse sich primär an Lernprozessen ausrichten sollen, nicht an Lehrprozessen. Lernprozesse sollen einer kasuistisch-operativen Umsetzungslogik (handlungssystematisch) folgen, die von einer theoretisch-abstrakten Objektivierungslogik (fachsystematisch) ergänzt wird.
- Die Zielbildung in den Querschnitt-Lernfeldern erfolgt als Explikation der Lehrplan-Inhalte durch die *Beschreibung von Wissens- und Fertigungszielen*. Ihr Umfang und Anspruch bemisst sich aus deren jeweiliger Bedeutung für die korrespondierenden fachlich-methodischen Kompetenzen.
- Im Rahmen der beruflichen Lernfelder ist die Explikation von *beruflichen Handlungen* der curriculare Ausgangspunkt der Unterrichtsplanung. Damit wird von Anfang an geklärt, welches Wissen in welchen Handlungszusammenhängen von den Studierenden erworben werden soll. Die im Lehrplan vollzogene Beschreibung der Kompetenzen auf einem mittleren Niveau gilt es dabei in der konkreten Unterrichtskonzeption adäquat zu den jeweils vorliegenden Rahmenbedingungen und im jeweils aktuellen technisch-produktiven, gestalterischen oder betriebswirtschaftlichen Kontext zu konkretisieren.
- Die genaue Zusammenstellung eines unterrichtsrelevanten Gebildes aus Kompetenzen erfolgt über einen einschlägigen *Berufskontext*, welcher dann auch als übergreifende Lernsituation den Gesamtrahmen der jeweiligen Unterrichtseinheit bildet.
- Kompetenzerwerb setzt *Verständnisprozesse* voraus, welche durch eine *Problemorientierung* des Unterrichts ausgelöst werden. Je anspruchsvoller die Problemstellungen, desto höher das zu erreichende Kompetenz-Niveau.
- Kompetenzen im Sinne eines verstandenen Handelns erfordern einschlägiges Sach- und Prozesswissen mit entsprechendem Reflexionswissen mit unmittelbarem Bezug zu dessen *berufsspezifischer Nutzung*, daher soll sich der Kompetenzerwerb in *sinnvollen* Abschnitten zwischen kasuistisch-operativen Phasen (handlungssystematisch) und theoretisch-abstrakten Phasen (fachsystematisch) *wechselseitig ergänzen*.
- *Fachsystematische Lernprozesse* gehen von den Fachwissenschaften aus, beinhalten deren Systematiken und bilden damit ein anwendungsübergreifendes Gerüst für das berufliche Handeln. Sie sind zudem der Raum für die Auseinandersetzung mit den mathematisch-naturwissenschaftlichen bzw. gestalterischen Hintergründen. Lern-Reflexionen beziehen sich hier auf die Kategorien „Wissen“ (kognitive Reproduktion) und „Verstehen“ (kognitive Anwendung).
- *Handlungssystematische Lernprozesse* gehen von beruflichen Prozessen aus, beinhalten deren Eigenlogik und bilden damit anwendungsbezogene Ankerpunkte für das berufliche Handeln. Lernreflexionen beziehen sich hier auf die Kategorie „Können“ (operative Anwendung).
- *Lernerfolgsmessung* kann sich im Einzelnen auf „Wissen“, „Verständnis“ oder „Können“ beziehen, der Anspruch einer Kompetenzdiagnostik kann aber nur dann erfüllt werden, wenn alle drei oben genannten Komponenten *integrativ erhoben* werden, und mit den Zielkategorien *taxiert* werden.
- Der Erwerb sozial-kommunikativer Kompetenzen erfordert *kollektive Lernformen*, wird aber nicht allein durch diese gewährleistet. Entscheidend ist hier ein bewusster und re-

flektierter Kompetenzerwerb, daher sind sozial-kommunikative Kompetenz-Ziele den Studierenden zu kommunizieren, deren Erwerb zu thematisieren und zu reflektieren.

- Der Erwerb von Personalkompetenzen (bzw. Selbstkompetenzen) erfordert die Akzentuierung motivationaler, affektiver und strategisch-organisationaler Auseinandersetzungen der Studierenden mit sich und ihrem Lernen. Fachschulunterricht sollte daher das *Lernen als eigenständigen Lerngegenstand* begreifen und dies pädagogisch und methodisch angemessen umsetzen.

ENTWURF



## 6 Literaturverzeichnis

- Bader, R. (2004): Strategien zur Umsetzung des Lernfeld-Konzepts. In: bwp@ spezial 1
- BIFIE (Hrsg.). (2013). Standardisierte kompetenzorientierte Reifeprüfung. Reife- und Diplomprüfung. Grundlagen – Entwicklung – Implementierung. Unter Mitarbeit von H. Cesnik, S. Dahm, C. Dorninger, E. Dousset-Ortner, K. Eberharter, R. Fless-Klinger, M. Frebort, G. Friedl-Lucyshyn, D. Frötscher, R. Gleeson, A. Pinter, F. J., Punter, S. Reif-Breitwieser, E. Sattlberger, F. Schaffenrath, G. Sigott, H.-S. Siller, P. Simon, C. Spöttl, J. Steinfeld, E. Süß-Stepancik, I. Thelen-Schaefer & B. Zisser. Wien: Herausgeber.
- Chomsky, N. (1965). Aspects of the theory of syntax. Cambridge, Mass: M.I.T. Press.
- Erpenbeck, J. / Rosenstiel, L. / Grote S. / Sauter W. (2017): Handbuch Kompetenzmessung: Erkennen, verstehen und bewerten von Kompetenzen in der betrieblichen, pädagogischen und psychologischen Praxis. Stuttgart, Schäfer & Pöschel
- Euler, D. / Reemtsma-Theis, M. (1999): Sozialkompetenzen? Über die Klärung einer didaktischen Zielkategorie. In: Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik, Heft 2, S. 168 - 198.
- Klafki, W. (1964): Didaktische Analyse als Kern der Unterrichtsvorbereitung in: Roth, H. / Blumenthal, A. (Hrsg.): Grundlegende Aufsätze aus der Zeitschrift Die Deutsche Schule, Hannover 1964, S. 5 - 34.
- Lerch, S. (2013): Selbstkompetenz – eine neue Kategorie zur eigens gesollten Optimierung? Theoretische Analyse und empirische Befunde. In: REPORT 1/2013 (36. Jg.) S. 25 - 34.
- Mandl, H. / Friedrich H.F. (Hrsg.) (2005): Handbuch Lernstrategien. Göttingen, Hogrefe.
- Pittich, D. (2013). Diagnostik fachlich-methodischer Kompetenzen. Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag
- Siller, H.-S., Bruder, R., Hascher, T., Linnemann, T., Steinfeld, J., & Sattlberger, E. (2014). Stufung mathematischer Kompetenzen am Ende der Sekundarstufe II – eine Konkretisierung. In J. Roth & J. Ames (Hrsg.), Beiträge zum Mathematikunterricht 2014, Münster: WTM, S. 1135 - 1138.
- Tenberg, R. (2011): Vermittlung fachlicher und überfachlicher Kompetenzen in technischen Berufen. Theorie und Praxis der Technikdidaktik. Stuttgart: Steiner
- Volpert, W. (1980): Beiträge zur psychologischen Handlungstheorie. Bern: Huber.



# Lehrplan

## Zweijährige Fachschule für Gestaltung

### FACHRICHTUNG WERBE- UND MEDIENDESIGN

BILDUNGSLAND  
Hessen 

Version C

Februar 2019

ENTWURF

Impressum

Hessisches Kultusministerium  
Luisenplatz 10, 65185 Wiesbaden  
Tel.: 0611 368-0  
Fax: 0611 368-2096

E-Mail: [poststelle@hkm.hessen.de](mailto:poststelle@hkm.hessen.de)  
Internet: [www.kultusministerium.hessen.de](http://www.kultusministerium.hessen.de)

**Inhaltsverzeichnis**

1	Bedeutung der Fachschule für Gestaltung in der Bildungslandschaft .....	4
2	Grundlegung für die Fachrichtung Werbe- und Mediendesign .....	5
3	Theoretische Grundlagen des Lehrplans .....	6
3.1	Sozial-kommunikative Kompetenzen .....	6
3.2	Personale Kompetenzen .....	6
3.3	Fachlich-methodische Kompetenzen .....	7
3.4	Zielkategorien.....	8
3.4.1	Beruflich akzentuierte Zielkategorien.....	9
3.4.2	Mathematisch akzentuierte Zielkategorien .....	11
3.5	Taxierung der Kompetenzen in drei Stufen .....	11
3.5.1	Taxonomietabelle für beruflich akzentuierte Zielkategorien.....	13
3.5.2	Taxonomietabelle für mathematisch akzentuierte Zielkategorien .....	14
3.6	Zusammenfassung.....	15
4	Organisation der Kompetenzen und Kenntnisse .....	16
4.1	Lernfelder .....	16
4.2	Studentafel .....	18
4.3	Beruflicher Lernbereich .....	19
4.3.1	Mathematik – Querschnitt-Lernfeld.....	19
4.3.2	Projektarbeit .....	21
4.3.3	Lernfeld 1: Methoden des Projektmanagements anwenden.....	22
4.3.4	Lernfeld 2: Vernetzte Computer konfigurieren und als Werkzeug für Arbeitsabläufe einsetzen .....	25
4.3.5	Lernfeld 3: Methoden der Betriebswirtschaft anwenden .....	27
4.3.6	Lernfeld 4: Layout, Typografie und Farbgestaltung im Vorstufenprozess anwenden.....	29
4.3.7	Lernfeld 5: Gestaltungskonzepte präsentieren .....	31
4.3.8	Lernfeld 6: Foto- und Produktgestaltung einsetzen .....	33
4.3.9	Lernfeld 7: Grafiken erzeugen, Bilder und Texte für die Print- und Nonprintproduktion aufbereiten .....	35
4.3.10	Lernfeld 8: Printmedien unter Berücksichtigung von Verfahrenstechniken und Werkstoffwahl konzipieren.....	37
4.4	Lernfeld 9: Websites und New Media-Produkte konzipieren und erstellen .....	40
5	Handhabung des Lehrplans .....	42
6	Literaturverzeichnis .....	44

## 1 Bedeutung der Fachschule für Gestaltung in der Bildungslandschaft

Die Fachschulen sind Einrichtungen der beruflichen Weiterbildung und schließen an eine einschlägige berufliche Ausbildung an. Sie bieten die Möglichkeit zu beruflicher Weiterqualifizierung aus der Praxis für die Praxis und ermöglichen dabei das Erreichen der höchsten Qualifizierungsebene in der beruflichen Bildung.<sup>1</sup>

In der Rahmenvereinbarung der Kultusministerkonferenz zu Fachschulen wird zu Ausbildungsziel, Tätigkeitsbereichen und Qualifikationsprofil das Folgende festgestellt:

„Ziel der Ausbildung im Fachbereich Gestaltung ist es, Fachkräfte mit geeigneter Berufsausbildung und Berufserfahrung zu produkt- bzw. handwerksgerechter Gestaltung, für Aufgaben im mittleren Führungsbereich von Unternehmen und zur unternehmerischen Selbstständigkeit zu befähigen.

Die Absolventen/Absolventinnen müssen in der Lage sein, Entwurfs- und Fertigungsaufgaben produkt- und marktbezogen selbstständig zu bearbeiten und unter Berücksichtigung wirtschaftlicher Gesichtspunkte zu lösen. Die Fähigkeiten der künstlerischen, modischen Gestaltung und der handwerklich, technischen Realisierung bedingen einander und sind in vielfältiger Weise miteinander verbunden und aufeinander bezogen.

Der Fachbereich Gestaltung hat einen hohen Differenzierungsgrad; je nach Tätigkeitsbereich steht das Entwerfen, das Gestalten oder die werktechnische Realisierung im Vordergrund.

Die Ausbildung berücksichtigt künstlerische sowie fertigungstechnische und (gegebenenfalls) modische Aspekte.“<sup>2</sup>

Die Studierenden sollen in der beruflichen Aufstiegsfortbildung zum staatlich geprüften Designer/zur staatlich geprüften Designerin befähigt werden, betriebswirtschaftliche, gestalterische sowie künstlerische Aufgaben zu bewältigen.

Die Studierenden erlernen und vertiefen in der Weiterbildung das selbständige Erkennen, Strukturieren, Analysieren und Beurteilen von Problemen des Berufsbereiches und deren Lösung.

Dabei liegt ein besonderes Augenmerk auf der Förderung des wirtschaftlichen Denkens und verantwortlichen Handelns in Führungspositionen und der damit verbundenen Fähigkeit zu konstruktiver Kritik und der Bewältigung von Konflikten.

Nicht zuletzt vertiefen die Studierenden ihre Fähigkeiten sprachlich sicher zu agieren, um in allen Kontexten des beruflichen Handelns bestehen zu können.

Der beschriebene Bildungsauftrag der Fachschule erfordert ein didaktisches Verständnis, nach dem individuelles und kooperatives Lernen über Gestaltungsprozesse organisiert und gefördert wird.

---

<sup>1</sup> DQR 6

<sup>2</sup> Rahmenvereinbarung über Fachschulen; Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 7.11.2002 i.d.F. vom 02.06.2016 S.16

## 2 Grundlegung für die Fachrichtung Werbe- und Mediendesign

Die Medien- und Kommunikationsbranche ist in einer permanenten Veränderung. Qualifizierte Arbeitskräfte werden nicht nur in den Kernbereichen der Medienproduktion und -anwendung, sondern auch in der großen Peripherie der ausschließlichen Anwender benötigt.

Mit dem Abschluss als staatlich geprüfte(r) Designerin/Designer Fachrichtung Werbe- und Mediendesign entstehen zahlreiche berufliche Perspektiven durch höhere Flexibilität auf dem Arbeitsmarkt und durch Erweiterung des engen beruflichen Rahmens auf den aktuellen Stand von Gestaltung, Betriebswirtschaft, Marketing und Technik:

- Ausbilder m/w
- Freelancer m/w
- Medienproduktionsmitarbeiter m/w
- Qualitätsassistent m/w
- Berufsschullehrer m/w
- Sales/Fachberater Zulieferindustrie m/w
- Grafik-/Screen-/Webdesigner m/w
- Projektassistent/ Projektleiter/Projektmanager m/w
- Layouter m/w
- Artdirektor m/w
- Firmengründer m/w
- Assistant Visual Merchandising. m/w

### 3 Theoretische Grundlagen des Lehrplans

Der vorliegende Lehrplan für Fachschulen in Hessen orientiert sich am aktuellen Anspruch beruflicher Bildung, Menschen auf Basis eines umfassenden Verständnisses handlungsfähig zu machen, also ihnen nicht alleine Wissen oder Qualifikationen, sondern Kompetenzen zu vermitteln. Eine im deutschsprachigen Raum anerkannte Grunddefinition von Kompetenz basiert auf dem US-amerikanischen Sprachwissenschaftler NOAM CHOMSKY, der diese als *Disposition zu einem eigenständigen, variablen Handeln* beschreibt (CHOMSKY, 1965). Das Kompetenzmodell von JOHN ERPENBECK und LUTZ VON ROSENSTIEL präzisiert dieses Basiskonzept, indem es sozial-kommunikative, personale und fachlich-methodische Kompetenzen unterscheidet (ERPENBECK, ROSENSTIEL, GROTE, SAUTER, 2017, S. XXI ff).

#### 3.1 Sozial-kommunikative Kompetenzen

Sozial-kommunikative Kompetenzen sind Dispositionen, kommunikativ und kooperativ selbstorganisiert zu handeln, d. h. sich mit anderen kreativ auseinander- und zusammensetzen, sich gruppen- und beziehungsorientiert zu verhalten, und neue Pläne, Aufgaben und Ziele zu entwickeln.

Diese werden im Kontext beruflichen Handelns nach EULER & REEMTSMA-THEIS (1999) konkretisiert und differenziert in einen (a) agentiven Schwerpunkt, einen (b) reflexiven Schwerpunkt und (c) deren Integration:

Zu (a): Fähigkeit zur Artikulation und Interpretation von verbalen und nonverbalen Äußerungen auf der Sach-, Beziehungs-, Selbstkundgabe- und Absichtsebene und Fähigkeit zur Artikulation und Interpretation von verbalen und nonverbalen Äußerungen im Rahmen einer Meta-Kommunikation auf der Sach-, Beziehungs-, Selbstkundgabe- und Absichtsebene.

Zu (b): Fähigkeit zur Klärung der Bedeutung und Ausprägung der situativen Bedingungen, insbesondere von zeitlichen und räumlichen Rahmenbedingungen der Kommunikation, 'Nachwirkungen' aus vorangegangenen Ereignissen, der sozialen Erwartungen an die Gesprächspartner, der Wirkungen aus der Gruppenzusammensetzung (jeweils im Hinblick auf die eigene Person sowie die Kommunikationspartner), Fähigkeit zur Klärung der Bedeutung und Ausprägung der personalen Bedingungen, insbesondere der emotionalen Befindlichkeit (Gefühle) der normativen Ausrichtung (Werte), der Handlungsprioritäten (Ziele), der fachlichen Grundlagen (Wissen), des Selbstkonzepts ('Bild' von der Person), (jeweils im Hinblick auf die eigene Person sowie die Kommunikationspartner), Fähigkeit zur Klärung der Übereinstimmung zwischen den äußeren Erwartungen an ein situationsgerechtes Handeln und den inneren Ansprüchen an ein authentisches Handeln.

Zu (c): Fähigkeit und Sensibilität, Kommunikationsstörungen zu identifizieren, und die Bereitschaft, sich mit ihnen (auch reflexiv) auseinanderzusetzen. Fähigkeit, reflexiv gewonnene Einsichten und Vorhaben in die Kommunikationsgestaltung einbringen und (ggf. unter Zuhilfenahme von Strategien der Handlungskontrolle) umsetzen zu können.

#### 3.2 Personale Kompetenzen

Personale Kompetenzen sind Dispositionen, sich selbst einzuschätzen, produktive Einstellungen, Werthaltungen, Motive und Selbstbilder zu entwickeln, eigene Begabungen, Moti-

vationen, Leistungsvorsätze zu entfalten und sich im Rahmen der Arbeit und außerhalb kreativ zu entwickeln und zu lernen.

LERCH (2013) bezeichnet personale Kompetenzen in Orientierung an aktuellen bildungswissenschaftlichen Konzepten auch als Selbstkompetenzen und unterscheidet dabei motivational-affektive Komponenten wie Selbstmotivation, Lern- und Leistungsbereitschaft, Sorgfalt, Flexibilität, Entscheidungsfähigkeit, Eigeninitiative, Verantwortungsfähigkeit, Zielstrebigkeit, Selbstvertrauen, Selbstständigkeit, Hilfsbereitschaft, Selbstkontrolle und Anstrengungsbereitschaft und strategisch-organisatorische Komponenten wie Selbstmanagement, Selbstorganisation, Zeitmanagement sowie Reflexionsfähigkeit. Hier sind auch sogenannte Lernkompetenzen (MANDL & FRIEDRICH, 2005) als jene personalen Kompetenzen einzuordnen, welche auf die eigenständige Organisation und Regulation des Lernens ausgerichtet sind.

### 3.3 Fachlich-methodische Kompetenzen

Fachlich-methodische Kompetenzen sind Dispositionen einer Person, bei der Lösung von sachlich-gegenständlichen Problemen geistig und physisch selbstorganisiert zu handeln, d. h. mit fachlichen und instrumentellen Kenntnissen, Fertigkeiten und Fähigkeiten kreativ Probleme zu lösen, Wissen sinnorientiert einzuordnen und zu bewerten; das schließt Dispositionen ein, Tätigkeiten, Aufgaben und Lösungen methodisch selbstorganisiert zu gestalten, sowie die Methoden selbst kreativ weiterzuentwickeln.

Fachlich-methodische Kompetenzen sind – im Sinne von ERPENBECK, ROSENSTIEL, GROTE, UND SAUTER (2017, S.XXI ff) – durch die Korrespondenz konkreter Handlungen und spezifischem Wissen beschreibbar. Wenn bekannt ist, was ein Mensch als Folge eines Lernprozesses können soll und auf welcher Wissensbasis dieses Können abgestützt sein soll, um ein eigenständiges und variables Handeln zu ermöglichen, kann sehr gezielt ein Unterricht geplant und gestaltet werden, der solche Kompetenzen integrativ vermittelt und eine Diagnostik entwickelt, mit welcher diese überprüft werden können. Im vorliegenden Lehrplan werden somit fachlich-methodische Kompetenzen als geschlossene Sinneinheiten aus Können und Wissen konkretisiert. Das Können wird dabei in Form einer beruflichen Handlung beschrieben, das Wissen in drei eigenständigen Kategorien auf mittlerem Konkretisierungsniveau spezifiziert: (a) Sachwissen, (b) Prozesswissen und (c) Reflexionswissen (PITTICH, 2013).

Zu (a): Sachwissen umfasst ein *anwendungs- und umsetzungsunabhängiges Wissen* über Dinge, Gegenstände, Geräte, Abläufe, Systeme etc. Es ist Teil fachlicher Systematiken und daher sachlogisch-hierarchisch strukturiert, wird durch assoziierendes Wahrnehmen, Verstehen und Merken erworben und ist damit die *gegenständliche Voraussetzung für ein eigenständiges, selbstreguliertes Handeln*. Beispiele: Aufbau eines Temperatursensors, Bauteile eines Kompaktreglers, Funktion eines Kompaktreglers, Aufbau einer Speicherprogrammierbaren Steuerung, Programmiersprache einer Speicherprogrammierbaren Steuerung, Struktur des Risikomanagement-Prozesses, EFQM-Modell.

Zu (b): Prozesswissen umfasst ein *anwendungs- und umsetzungsabhängiges Wissen* über berufliche Handlungssequenzen. Prozesse können auf drei verschiedenen Ebenen stattfinden, daher hat Prozesswissen entweder eine Produktdimension (Handhabung von Werkzeug, Material etc.), eine Aufgabendimension (Aufgaben-Typus, -Abfolgen etc.) oder eine Organisationsdimension (Geschäftsprozesse, Kreisläufe etc.). Prozesswissen ist immer Teil handlungsbezogener Systematiken und daher prozesslogisch-multizyklisch struk-



turiert, wird durch zielgerichtetes und feedback-gesteuertes Tun erworben und ist damit *funktionale Voraussetzung für ein eigenständiges, selbstreguliertes Handeln*. Beispiele: Kalibrierung eines Temperatursensors, Bedienung eines Kompaktreglers, Umgang mit der Programmierumgebung einer speicherprogrammierbaren Steuerung, Umsetzung des Risikomanagements, Handhabung einer EFQM-Zertifizierung.

Zu (c): Reflexionswissen umfasst ein *anwendungs- und umsetzungsunabhängiges Wissen*, welches hinter dem zugeordneten Sach- und Prozesswissen steht. Als konzeptuelles Wissen bildet es die theoretische Basis für das vorgeordnete Sach- und Prozesswissen und steht damit diesen gegenüber auf einer Meta-Ebene. Mit dem Reflexionswissen steht und fällt der Anspruch einer Kompetenz (und deren Erwerb). Seine Bestimmung erfolgt im Hinblick auf a) das unmittelbare Verständnis des Sach- und Prozesswissens (Erklärungsfunktion), b) die breitere wissenschaftliche Abstützung des Sach- und Prozesswissens (Fundierungsfunktion), c) die Relativierung des Sach- und Prozesswissens im Hinblick auf dessen berufliche Flexibilisierung und Dynamisierung (Transferfunktion). Umfang und Tiefe des Reflexionswissens werden ausschließlich so bestimmt, dass diesen drei Funktionen Rechnung getragen wird.

In der Trias dieser drei Wissenskategorien besteht ein bedeutsamer Zusammenhang: Das Sachwissen muss am Prozesswissen anschließen und umgekehrt, das Reflexionswissen muss sich auf die Hintergründe des Sach- und Prozesswissens eingrenzen. D. h., dass die hier anzuführenden Wissensbestandteile nur dann kompetenzrelevant sind, wenn sie innerhalb des hier eingrenzenden Handlungsrahmens liegen. Eine Teilkompetenz ist somit das Aggregat aus einer beruflichen Handlung und dem damit korrespondierenden Wissen:

Teilkompetenz			
Berufliche Handlung	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen

Innerhalb der einzelnen Lernfelder sind die einbezogenen Teilkompetenzen nicht zufällig angeordnet, gegenteilig folgen sie einem generativen Ansatz. D. h., dass die jeweils nachfolgende Teilkompetenz den Erwerb der vorausgehenden voraussetzt. Somit gelten innerhalb eines Lernfeldes alle Wissensaspekte, die in den vorausgehenden Teilkompetenzen konkretisiert wurden. Damit wird der Tatsache Rechnung getragen, dass Kompetenzen in einer sachlogischen Abfolge aufgebaut werden, dabei aber vermieden, dass innerhalb der Wissenszuordnungen der Teilkompetenzen nach unten zunehmend Redundanzen dargestellt werden.

### 3.4 Zielkategorien

Alle im Lehrplan aufgeführten Ziele lassen sich den folgenden Kategorien zuordnen:

1. Beruflich akzentuierte Zielkategorien: Kommunizieren & Kooperieren, Darstellen & Visualisieren, Informieren & Strukturieren, Planen & Projektieren, Entwerfen & Entwickeln, Realisieren & Betreiben und Evaluieren & Optimieren.
2. Mathematisch akzentuierte Zielkategorien: Operieren, Modellieren und Argumentieren.

Diese Kategorisierung soll in beruflicher Ausrichtung den Lehrplan mit dem Konzept der vollständigen Handlung (VOLPERT, 1980) hinterlegen, in mathematischer Ausrichtung mit dem O-M-A-Konzept (SILLER ET AL. 2014). Damit wird zum einen eine theoretisch abgestützte Differenzierung der vielfältigen Ziele beruflicher Lehrpläne erreicht, zum anderen die strukturelle Basis für eine nachvollziehbare und handhabbare Taxierung hergestellt.

### 3.4.1 Beruflich akzentuierte Zielkategorien

#### **Kommunizieren und Kooperieren**

Zum Kommunizieren gehören die schriftliche und mündliche Darlegung technischer, gestalterischer und betriebswirtschaftlicher Sachverhalte sowie die Führung einer Diskussion oder eines Diskurses über Problemstellungen unter Nutzung der erforderlichen Fachsprache. Das Spektrum der Zielkategorie reicht von einfachen Erläuterungen über fachlich fundierte Argumentation bis hin zur fachlichen Bewertung und Begründung technischer bzw. gestalterischer Zusammenhänge und Entscheidungen. Dabei sind die Sachverhalte und Problemstellungen inhaltlich klar, logisch strukturiert und anschaulich aufzubereiten. Der sachgemäße Gebrauch von Kommunikationsmedien und Kommunikationsplattformen sowie die Kenntnis der Kommunikationswege ermöglichen effektive Teamarbeit. Nicht zuletzt sind in diesem Zusammenhang der angemessene Umgang mit interkulturellen Aspekten sowie fremdsprachliche Kenntnisse erforderlich.

Kooperation ist eine wesentliche Voraussetzung zur Lösung komplexer Problemstellungen. Notwendig für erfolgreiche Kooperation ist Klarheit über die Gesamtzielsetzung, über die Teilziele, über die Schnittstellen und Randbedingungen sowie über die Arbeitsteilung und die Stärken und Schwächen aller Kooperationspartner. Um erfolgreich zu kooperieren, ist es erforderlich, die eigene Person und Leistung als Teil eines Ganzen zu sehen und einem gemeinsamen Ziel unterzuordnen. Auftretende Konflikte müssen respektvoll und sachbezogen gelöst werden.

#### **Darstellen und Visualisieren**

Diese Zielkategorie umfasst das Darstellen und Illustrieren technischer, gestalterischer und betriebswirtschaftlicher Sachverhalte, insbesondere das 'Übersetzen' abstrakter Daten und dynamischer Prozesse in fachgerechte Tabellen, Zeichnungen, Skizzen, Diagramme und weitere grafische Formen sowie beschreibende und erläuternde Texte. Dazu gehört es, geeignete Medien zur Visualisierung zu wählen, Sachverhalte, Problemstellungen und Lösungsvarianten in Dokumenten und Präsentationen darzustellen und zu erläutern. Ferner sind bei der Erstellung von Dokumenten die geltenden Normen und Konventionen zu beachten.

#### **Informieren und Strukturieren**

Das Internet bietet Information in großer Fülle zu vielen technischen, gestalterischen und betriebswirtschaftlichen Sachverhalten. Weitere Informationsquellen sind die wissenschaftliche Literatur und Dokumente aus den Betrieben und der Industrie sowie Experten und Kollegen. Sich umfassend und objektiv zu informieren stellt unter dieser Vielfalt eine grundsätzliche und wichtige Kompetenz dar. Die Studierenden sollen die Fähigkeit erwerben, zu Sachverhalten und Problemstellungen wichtige Informationsquellen zu benennen, sowie die Glaubwürdigkeit und Seriosität dieser Quellen anhand belastbarer Kriterien zu bewerten. Das Spektrum dieser Zielkategorie beinhaltet ferner die korrekte und sachgerechte Verwendung von Zitaten und die Beachtung von Persönlichkeitsrechten. Mit dem Informationserwerb geht die Strukturierung der Informationen durch zielgerechtes Auswählen, Zusammenfassen und Aufbereiten einher.

#### **Planen und Projektieren**

Diese Zielkategorie beinhaltet die wesentlichen Fertigkeiten und Kenntnisse, um komplexere und umfangreichere Aufgaben- oder Problemstellungen inhaltlich wie auch zeitlich zu

strukturieren, mit Qualitätssicherungsmaßnahmen zu belegen und die Kosten und Ressourcen zu kalkulieren und zu bewerten. Im Detail gehören dazu die Fähigkeiten, überprüfbare Kriterien und Planungsziele zu definieren und deren Umsetzung zu planen und zu kontrollieren. Die zeitliche und inhaltliche Gliederung der Aufgaben ist zu Zwecken der Kontrolle und Steuerung, der Kooperation und Visualisierung durch eine begründete Wahl von Projektmethoden und Werkzeugen sicherzustellen.

### **Entwerfen und Entwickeln**

Das Entwerfen ist die zielgerichtete geistige und kreative Vorbereitung eines später zu realisierenden Produktes. Dieses Produkt kann beispielsweise ein Modell, eine Kollektion, eine Vorrichtung, eine Schaltung, eine Baugruppe, ein Steuerungsprogramm oder auch ein Regelkreis sein. Das Ergebnis dieses Prozesses – der Entwurf – wird in Form von Texten, Zeichnungen, Grafiken, (Näh-) Proben, Schnittmustern, Schaltplänen, Modellen oder Berechnungen dokumentiert.

Entwickeln ist die zielgerichtete Konkretisierung eines Entwurfs oder Verbesserung eines bestehenden Produktes oder technischen Systems. Dabei bilden die Studierenden in Schritten stufenweise Detaillösungen zu den Problemstellungen ab. Die Kenntnis über Kreativitätstechniken, Analyse- und Berechnungsmethoden sowie deren fachspezifischen Anwendungen spielen in diesem Entwicklungsprozess eine zentrale Rolle.

### **Realisieren und Betreiben**

Neben dem eigentlichen Umsetzen des Entwurfs (z. B. Prototyp, Nullserie, Testanlage) geht es hier um die Inbetriebnahme, das Einbinden des Produktes in die Produktumgebung, das Messen und Prüfen der realisierten Komponenten und Modelle, die konkrete Fertigung, auch in Form einer Serie, die Integration einer Software in ein System, die Integration von Software und Hardware oder das Testen einer implementierten Software oder eines Verfahrens möglichst unter Realbedingungen. Dabei können auch geeignete Simulationsverfahren zum Einsatz kommen. Gewonnene Erkenntnisse können auf neue Problemstellungen transferiert werden. Damit ein technisches System dauerhaft funktioniert, sind ggf. Instandhaltungsmaßnahmen rechtzeitig, bedarfsgerecht und geplant unter Berücksichtigung der Wirtschaftlichkeit des gesamten Systems durchzuführen.

### **Evaluieren und Optimieren**

Im Interesse der Qualitätssicherung ist ein stetiges Reflektieren, Evaluieren und Optimieren erforderlich. Sowohl bei überschaubaren Arbeitspaketen als auch bei ganzen Projekten ist hinsichtlich der eingesetzten Methoden, Ressourcen, Kosten und erbrachten Ergebnisse zu klären: Was hat sich bewährt, was sollte bei der nächsten Gelegenheit wie verbessert werden (Lessons Learned)?

Die Kenntnis und Anwendung spezieller Methoden der Reflektion und Evaluation mit der dazugehörigen Datenerfassung und Auswertung sind in dieser Zielkategorie essenziell.

Jeder Prozess oder jede Anlage bedarf eines kontinuierlichen Verbesserungsprozesses (KVP). Dafür sind spezielle Kompetenzen notwendig, die die Datenerfassung, die Datenauswertung zur Identifikation von Verbesserungspotential und die Entscheidung für Maßnahmen unter Berücksichtigung von Effektivität und Effizienz ermöglichen.

Zur Bewältigung zukünftiger Herausforderungen im Privaten wie Beruflichen ist es wichtig, sich selbstbestimmt und selbstverantwortlich neuen Lerninhalten und Lernzielen zu stellen. Die Studierenden sollen deshalb unterschiedliche Lerntechniken kennen und anwen-

den sowie über das Reflektieren des eigenen Lernverhaltens in die Lage versetzt werden, ihren Lernprozess aus der Perspektive des lebenslangen Lernens bewusst und selbstständig zu gestalten und zu fördern.

### 3.4.2 Mathematisch akzentuierte Zielkategorien

Den mathematisch akzentuierten Zielkategorien werden die Handlungsdimensionen „Operieren“, „Modellieren“ und „Argumentieren“ (kurz: O-M-A) zu Grunde gelegt, welche sich nach SILLER ET. AL (2014) zum einen an grundlegenden mathematischen Tätigkeiten und zum anderen an den fundamentalen Ideen der Mathematik orientieren.

Die Dimension *Operieren* bezieht sich auf „die Planung sowie die korrekte, sinnvolle und effiziente Durchführung von Rechen- oder Konstruktionsabläufen und schließt z. B. geometrisches Konstruieren oder (...) das Arbeiten mit bzw. in Tabellen und Grafiken mit ein“ (BIFIE, 2013, S. 21).

Die Dimension *Modellieren* ist darauf ausgerichtet „in einem gegebenen Sachverhalt die relevanten mathematischen Beziehungen zu erkennen (...), allenfalls Annahmen zu treffen, Vereinfachungen bzw. Idealisierungen vorzunehmen und Ähnliches“ (BIFIE, 2013, S. 21).

Die Dimension *Argumentieren* fokussiert „eine korrekte und adäquate Verwendung mathematischer Eigenschaften, Beziehungen und Regeln sowie der mathematischen Fachsprache“ (BIFIE, 2013, S. 22).

### 3.5 Taxierung der Kompetenzen in drei Stufen

Die Qualität einer fachlich-methodischen Kompetenz kann nicht anhand einzelner Wissenskomponenten bemessen werden. Entscheidend ist hier vielmehr der Freiheitsgrad des Handlungsraums, in dem sie eingebettet ist. Nicht diejenigen, die hier in einzelnen Facetten das breiteste Wissen nachweisen können, sind die Kompetentesten, sondern diejenigen, deren Handlungsfähigkeit im einschlägigen Kontext am weitesten reicht. Hier lassen sich theoriebasiert drei Handlungsqualitäten unterscheiden:

Qualität 1 (linear-serielle Struktur):

Start und Ziel eindeutig, Umsetzung durch „reflektiertes Abarbeiten“ (Abfolgen).

Qualität 2 (zyklisch-verzweigte Struktur):

Start und Ziel eindeutig, Umsetzung durch das koordinierte Abarbeiten mehrerer Abfolgen und damit zusammenhängenden Auswahlentscheidungen (Algorithmen).

Qualität 3 (mehrschichtige Struktur):

Ziel und Start müssen definiert werden, Umsetzung durch Antizipieren tragfähiger Algorithmen bzw. deren Erprobung und reflektierter Kombination (Heuristiken).

Es ist erkennbar, dass die jeweils höhere Qualität die der vorausgehenden integriert. Handeln auf Ebene des Algorithmus bedingt die Beherrschung der darin zu vollziehenden Abfolgen, Handeln auf Heuristik-Ebene bedingt die Beherrschung der darin zu vollziehenden Algorithmen. Für die Qualität 1 ist daher Reflexionswissen funktional nicht erforderlich, trotzdem ist es für Lernende bedeutsam, da ein Verständnislernen immer interessanter und motivierender ist als ein rein funktionalistisches Lernen. Für Qualität 2 ist moderates Reflexionswissen erforderlich, da hier schon Entscheidungen eigenständig getroffen werden müssen. Mit dem Anspruchsniveau der erforderlichen Entscheidungen steigt der Bedarf an Reflexionswissen. Qualität 3 kann nur umgesetzt werden, wenn über das Reflexi-

onswissen der Stufe 2 hinaus weiteres Reflexionswissen verfügbar ist, welche neben, hinter oder über diesem steht. Um komplexe Probleme zu lösen, sind kognitive Freiheitsgrade erforderlich, die nur mit einem entsprechend tiefen Verständnis der jeweiligen Zusammenhänge erreicht werden können.

Diese Handlungsqualitäten können für den Lehrplan als Kompetenzstufen genutzt werden, denn sie repräsentieren Kompetenz-Unterschiede, welche nicht auf einem Kontinuum darstellbar sind, sondern sich in diskreten Qualitäten ausdrücken. Um die in den Lernfeldern aufgelisteten Kompetenz-Beschreibungen nicht zu überladen, wird im vorliegenden Lehrplan nicht jede einzelne Kompetenz in den drei Niveaustufen konkretisiert. Vielmehr erfolgt dies entlang der beruflichen und mathematischen Zielkategorien.

ENTWURF

## 3.5.1 Taxonomietabelle für beruflich akzentuierte Zielkategorien

Zielkategorien	Stufe I (Abfolge)	Stufe II (Algorithmus)	Stufe III (Heuristik)
<b>Kommunizieren &amp; Kooperieren</b>	Mitteilen und Annehmen von Informationen, koagierend zusammenarbeiten	an konstruktiven, adaptiven Gesprächen teilnehmen, kooperierend zusammenarbeiten	komplexe bzw. konfliktäre Gespräche führen, Kooperationen gestalten und steuern, Konflikte lösen
<b>Darstellen &amp; Visualisieren</b>	Präsentieren von klaren Gegenständlichkeiten, Fakten, Strukturen, Details	Präsentieren von eindeutigen Zusammenhängen und Funktionen mittels geeignet ausgewählter Darstellungsformen	Präsentieren und Dokumentieren komplexer Zusammenhänge und offener Sachverhalte mittels geeigneter Werkzeuge und Methoden
<b>Informieren &amp; Strukturieren</b>	Handhaben von Informationsmaterialien, Finden und Ordnen von Informationen	Finden einschlägiger Informationsmaterialien, Verifizieren, Selektieren und Ordnen von Informationen	Umsetzen offener Informationsbedarfe, von der Quellensuche bis zur strukturierten Information
<b>Planen &amp; Projektieren</b>	Problemstellungen inhaltlich strukturieren und zeitlich gliedern	routinenaher Projekte inhaltlich strukturieren und zeitlich gliedern	komplexe Projekte inhaltlich strukturieren und zeitlich gliedern unter Beachtung verfügbarer Ressourcen
<b>Entwerfen &amp; Entwickeln</b>	Umsetzen einfacher Ideen in Skizzen, Plänen oder konkreten Lösungen	Abgleichen konkurrierender Ideen, Umsetzen in Skizzen, Plänen oder konkreten Lösungen	Integration einzelner Ideen zu einer Gesamtlösung, Umsetzen in Skizzen, Plänen oder konkreten Lösungen
<b>Realisieren &amp; Betreiben</b>	Aktivieren und Kontrollieren serieller Prozesse	Aktivieren und Regulieren zyklischer Prozesse	Abstimmen, Aktivieren und Modulieren mehrschichtiger Prozesse
<b>Evaluieren &amp; Optimieren</b>	Bewerten entlang eines standardisierten Rasters, Umsetzen unmittelbarer Konsequenzen	Bewerten entlang eines offenen Rasters, Herleiten und Umsetzen von adäquaten Konsequenzen	Bewerten in Anwendung eigenständiger Kategorien, Herleiten und Umsetzen von adäquaten Konsequenzen

## 3.5.2 Taxonomietabelle für mathematisch akzentuierte Zielkategorien

Zielkategorien	Stufe I (Abfolge)	Stufe II (Algorithmus)	Stufe III (Heuristik)
<b>mathematisches Operieren</b>	Anwenden eines gegebenen bzw. vertrauten Verfahrens im Sinne eines Abarbeitens bzw. Ausführens	Abarbeiten und Ausführen mehrschrittiger Verfahren ggf. durch Rechneinsatz und Nutzung von Kontrollmöglichkeiten	Erkennen, ob ein bestimmtes Verfahren auf eine gegebene Situation passt, das Verfahren anpassen und ggf. weiterentwickeln
<b>mathematisches Modellieren</b>	Durchführen eines Darstellungswechsels zwischen Kontext und mathematischer Repräsentation Verwenden vertrauter und direkt erkennbarer Standardmodelle zur Beschreibung einer vorgegebenen (mathematisierter) Situation	Beschreiben vorgegebener (mathematisierter) Situation durch mathematische Standardmodelle bzw. mathematische Zusammenhänge Erkennen und Setzen von Rahmenbedingungen zum Einsatz von mathematischen Standardmodellen Anwenden von Standardmodellen auf neuartige Situationen Finden einer Passung zwischen geeigneten mathematischen Modellen und realen Situationen	komplexe Modellierung einer vorgegebenen Situation Reflektieren der Lösungsvarianten bzw. der Modellwahl Beurteilen der zugrunde gelegten Lösungsverfahren
<b>mathematisches Argumentieren</b>	einfache fachsprachliche Begründungen ausführen; das Zutreffen eines Zusammenhangs oder Verfahrens bzw. die Passung eines Begriffes auf eine gegebene Situation prüfen	mehrschrittige mathematische Standard-Argumentationen durchführen und beschreiben Nachvollziehen und Erläutern von mathematischen Begriffen, Sätzen, Verfahren, Darstellungen, Argumentationsketten und Kontexten fachlich und fachsprachlich korrekte Erklärung von einfachen mathematischen Sachverhalten, Resultaten und Entscheidungen	mathematische Argumentationen prüfen bzw. vervollständigen eigenständige Argumentationsketten aufbauen

### 3.6 Zusammenfassung

Das hier zugrundeliegende Kompetenzmodell schließt drei Kompetenzklassen nach ERPENBECK, ROSENSTIEL, GROTE, SAUTER (2017, XXI ff.) ein: Sozial-kommunikative Kompetenzen, personale Kompetenzen (bzw. Selbstkompetenzen) und fachlich-methodische Kompetenzen.

Sozial-kommunikative Kompetenzen werden nach EULER & REEMTSMA-THEIS (1999) in einen agentiven Schwerpunkt, einen reflexiven Schwerpunkt und deren Integration unterteilt. Personale Kompetenzen (bzw. Selbstkompetenzen) werden nach LERCH (2013) in motivational-affektive und strategisch-organisatorische Komponenten unterschieden. Für diese beiden Kompetenzklassen sieht der Lehrplan keine weitere Detaillierung vor, da die Entwicklung überfachlicher Kompetenzen – durch deren enge Verschränkung mit der persönlichen Entwicklung des Individuums – deutlich anderen Gesetzmäßigkeiten unterliegt als die Entwicklung fachlich-methodischer Kompetenzen. Eine Anregung und Unterstützung in der Entwicklung überfachlicher Kompetenzen durch den Fachschulunterricht kann daher auch nicht entlang einer jahresplanmäßigen Umsetzung einzelner, thematisch determinierter Lernstrecken erfolgen, sondern muss vielmehr fortlaufend produktiv und dabei aber auch reflexiv in die Vermittlung fachlich-methodischer Kompetenzen eingebettet werden.

Im Zentrum dieses Lehrplankonzepts stehen die fachlich-methodischen Kompetenzen und deren differenzierte und taxierte curriculare Dokumentation. Teilkompetenzen sind hierbei Aggregate aus spezifischen beruflichen Handlungen und dem diesen jeweils zugeordneten Wissen. Dabei unterscheidet man zwischen Sach-, Prozess- und Reflexionswissen. Als Basis für einen kompetenzorientierten Unterricht konkretisiert dieser Lehrplan zusammenhängende Komplexe aus Handlungskomponenten und Wissenskomponenten auf einem mittleren Konkretisierungsniveau. Der Fachschulunterricht wird dann erstens durch die Explikation und Konkretisierung der Handlungs- und Wissenskomponenten inhaltlich ausgestaltet und zweitens durch die Umsetzung der Taxonomietabellen (Tabellen in Abschnitt 3.5.1 und 3.5.2) in seinem Anspruch dimensioniert. Damit besteht einerseits eine curriculare Rahmung, die dem Anspruch eines Kompetenzstufenmodells gerecht wird, zum anderen liegen die für Fachschulen erforderlichen Freiheitsgrade vor, um der Heterogenität der Adressatengruppen gerecht werden und dem technologischen Wandel folgen zu können.



## 4 Organisation der Kompetenzen und Kenntnisse

### 4.1 Lernfelder

Wie der vorausgehende Lehrplan ist auch dieser in Lernfelder segmentiert. Als Novität ist hier nun zwischen berufsbezogenen Lernfeldern und Querschnitt-Lernfeldern zu unterscheiden (Abbildung 1).

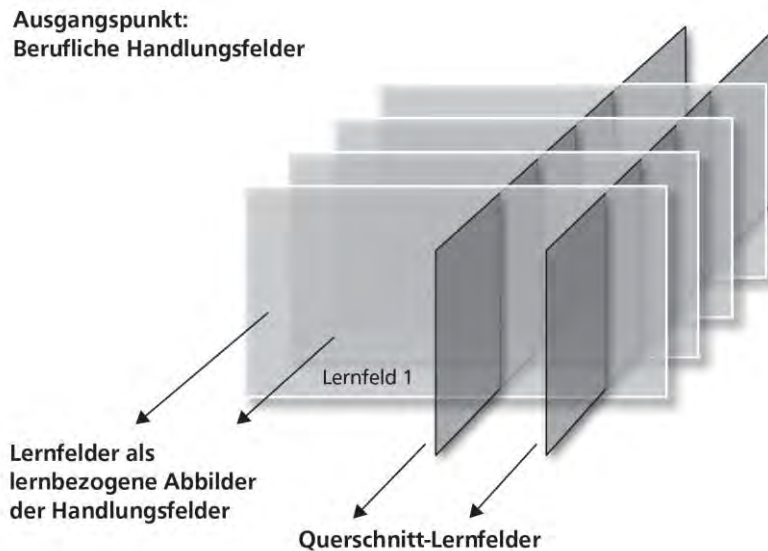


Abbildung 1: Beziehung von berufsbezogenen Lernfeldern als lernbezogene Abbilder beruflicher Handlungsfelder und Querschnitt-Lernfeldern.

**Berufsbezogene Lernfelder** sind curriculare Teilsegmente, welche sich aus einer spezifischen didaktischen Transformation beruflicher Handlungsfelder ergeben (BADER, 2004, S. 1). Wesentlich ist hierbei, dass die für das jeweilige Berufssegment wesentlichen Tätigkeitsbereiche adressiert werden. Relevante berufliche Handlungsfelder haben Gegenwarts- und Zukunftsbedeutung, ihre didaktische Reduktion in das Format eines Lernfeldes folgt dem Prinzip der Exemplarität (KLAFKI, 1964). Somit steht jedes einzelne Lernfeld des Lehrplans für einen gegenwarts- und zukunftsrelevanten Ausschnitt des dazugehörigen Berufssegments, als Gesamtheit repräsentieren sie dieses als exemplarisches Gesamtgefüge.

**Querschnitt-Lernfelder** integrieren übergreifende Aspekte der berufsbezogenen Lernfelder und adressieren entsprechend primär Grundlagenthemen, welche innerhalb der berufsbezogenen Lernfelder bedeutsam sind, jedoch diesbezüglich vorbereitend oder ergänzend vermittelt werden müssen. Insbesondere handelt es sich hier um mathematische, naturwissenschaftliche, informatische, volks- und betriebswirtschaftliche, gestalterische und ästhetische Kenntnisse bzw. Fertigkeiten, welche sich im Hinblick auf die Berufskompetenzen als Basis- oder Bezugskategorien darstellen. Zu den Querschnitt-Lernfeldern gehört die fachrichtungsbezogene Mathematik.

Innerhalb jeden Lernfeldes werden dessen Nummer, Bezeichnung sowie Zeit-Horizont dargestellt und insbesondere die darin adressierten Lernziele. Die Abfolge der Lernfelder im Lehrplan ist nicht beliebig, impliziert jedoch keine Reihenfolge der Vermittlung. In den *berufsbezogenen* Lernfeldern werden die Lernziele durch (weitgehend fachlich-methodische) Kompetenzen beschrieben (TENBERG, 2011, S. 61 ff). Dies erfolgt in Aggre-

gaten aus beruflichen Handlungen und zugeordnetem Wissen. Diese Lehrplaninhalte sind angesichts der Streuung und Unschärfe beruflicher Tätigkeitsspektren in den jeweiligen Segmenten sowie der Dynamik des technisch-produktiven Wandels auf einem mittleren Konkretisierungsniveau angelegt. Zur Taxierung dieser Lernziele liegt eine eigenständige Tabelle (siehe Abschnitt 3.5.1) vor, welche geordnet nach Zielkategorien die jeweils erforderlichen Handlungsqualitäten für die Stufen 1 (Minimalanspruch), 2 (Regelanspruch) und 3 (hoher Anspruch) konkretisiert. Zur Taxierung der Lernziele in der Mathematik (beruflicher Lernbereich) liegt eine gesonderte Tabelle (siehe Abschnitt 3.5.2) mit gleichem Aufbau vor. In den übrigen *Querschnitt*-Lernfeldern werden die Lernziele entweder durch Kenntnisse oder durch Fertigkeiten beschrieben. Sie werden dabei weder taxiert noch zeitlich näher präzisiert, da dieses nur im Rahmen der schulspezifischen Umsetzung möglich und sinnvoll erscheint. Als Orientierung dient hier jeweils der in den berufsbezogenen Lernfeldern konkret feststellbare Anspruch an übergreifende Aspekte.

## 4.2 Stundentafel

Beruflicher Lernbereich	Unterrichtsstunden	
	1. Ausbildungsabschnitt	2. Ausbildungsabschnitt
Mathematik		80
Projektarbeit		200
<b>Lernfelder</b>		
LF 1	Methoden des Projektmanagements anwenden	200
LF 2	Vernetzte Computer konfigurieren und als Werkzeug für Arbeitsabläufe einsetzen	160
LF 3	Methoden der Betriebswirtschaft anwenden	240
LF 4	Layout, Typografie und Farbgestaltung im Vorstufenprozess anwenden	200
LF 5	Gestaltungskonzepte präsentieren	160
LF 6	Foto- und Produktgestaltung einsetzen	200
LF 7	Grafiken erzeugen, Bilder und Texte für die Print- und Nonprintproduktion aufbereiten	160
LF 8	Printmedien unter Berücksichtigung von Verfahrenstechniken und Werkstoffwahl konzipieren	200
LF 9	Websites und New Media-Produkte konzipieren und erstellen	200

4.3 Beruflicher Lernbereich

4.3.1 Mathematik – Querschnitt-Lernfeld (80h)

Die staatlich geprüften Designerinnen und Designer ...	WISSENSKATEGORIE		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
<p>... <b>handhaben</b> mathematische Funktionen zur Modellierung und Lösung u.a. im Rahmen gestalterischer und wirtschaftlicher Problemstellungen (z. B. Kostenvergleichsrechnung, Break-even Analyse).</p>	<p>Darstellungsformen und Funktionsvorschriften</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ganzrationale Funktionen, insbesondere lineare und quadratische</li> <li>• Trigonometrische Funktionen</li> <li>• Exponentialfunktionen</li> </ul> <p>Charakteristika</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Steigung</li> <li>• Nullstellen, Abszissenabstand</li> <li>• Schnittpunkt</li> <li>• Scheitelpunkt</li> <li>• Periodizität</li> </ul> <p>Wertebereich, Definitionsbereich</p> <p>Lineare Gleichungssysteme</p>	<p>Berechnung der Charakteristika</p> <p>Wechsel der Darstellungsformen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nullstellen-, Normal-, Scheitelpunktform</li> <li>• Implizite, explizite Funktionsvorschrift</li> <li>• Graph und Wertetabelle</li> </ul> <p>Linearfaktoren</p> <p>Funktionsermittlung</p> <p>Approximation von Funktionen</p> <p>Differenzenquotient, Differenzialquotient</p> <p>Grenzwert, Ableitung ganzrationaler Funktionen</p> <p>Standardlösungsverfahren</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Äquivalenzumformung,</li> <li>• p-q Formel</li> <li>• Einsetzverfahren</li> <li>• Additionsverfahren</li> </ul> <p>Gaußalgorithmus</p> <p>Methoden der Abschätzung</p> <p>Ergebniskontrolle</p>	<p>Trigonometrische Grundlagen</p> <p>Relationen und Abbildungen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• kartesisches Produkt</li> <li>• Surjektivität, Injektivität, Bijektivität</li> </ul> <p>Funktionsbegriff</p> <p>Mathematisches Modell vs. Realbezug</p>
<p>...lösen Aufgaben z. B. aus der Produktgestaltung unter Zuhilfenahme der Geometrie.</p>	<p>Satz des Pythagoras</p> <p>trigonometrische Seitenverhältnisse</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sinus</li> <li>• Kosinus</li> </ul>	<p>Berechnung von Längen, Abstände durch geeignete Dreiecke</p> <p>Berechnung realer Flächen und Körper</p> <p>Approximation von Flächen und Volumina</p>	<p>Ähnlichkeits- und Kongruenzsätze für Dreiecke</p> <p>Strahlensatz</p> <p>Euklidisches Axiomensystem</p>

Die staatlich geprüften Designerinnen und Designer ...	WISSENSKATEGORIE		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tangens</li> <li>Einheitskreis</li> <li>Sinus- und Kosinussatz</li> <li>Flächen von</li> <li>• Parallelogrammen</li> <li>• Dreiecken</li> <li>• Kreisen</li> <li>Volumina von</li> <li>• Prisma</li> <li>• Kegel</li> <li>• Pyramide</li> <li>Kugel</li> </ul>	Optimierung von Flächen und Körperinhalten	
... analysieren Hintergründe vektororientierter Anwendungssoftware.	Vektoren <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vektorkomponenten</li> <li>• Schreibweisen</li> </ul>	Addition und Subtraktion von Vektoren	Vektor als Parallelverschiebung bzw. Translation im Raum
HINWEISE:	Dem Lernfeld Mathematik kommt eine dreifache Bedeutung zu: Anwendungsorientiert dient es dazu, technische, betriebswirtschaftliche und gestalterische Sachverhalte zu erschließen und damit den Anforderungen technischer, betriebswirtschaftlicher und gestalterischer Aufgabenfelder zu genügen. Zukunftsorientiert legt es eine Grundlage dafür, dass sich Designerinnen und Designer in der beruflichen Praxis in neue oder andere Bereiche einarbeiten können. Hiermit bildet dieses Lernfeld eine wesentliche Grundlage für die Befähigung zum lebenslangen Lernen. Allgemeinbildend trainiert das Lernfeld Mathematik Methoden wie Formalisieren, Strukturieren, Analogisieren und Generalisieren, die auch in anderen Bereichen angewendet und ganz allgemein für Problemlösungen herangezogen werden können. Es dient zur Unterstützung aller Lernfelder und liefert ein Instrumentarium und Reflexionswissen.		

### 4.3.2 Projektarbeit (200h)

Für die Projektarbeit werden fachrichtungsbezogene und lernfeldübergreifende Aufgaben bearbeitet, die sich aus den betrieblichen Einsatzbereichen von Designerinnen und Designer ergeben. Die Aufgabenstellung ist so offen zu formulieren, dass sie die Aktivität der Studierenden in der Gruppe herausfordert und unterschiedliche Lösungsvarianten zulässt. Durch den lernfeldübergreifenden Ansatz können Beziehungen und Zusammenhänge der einzelnen Fächer und Lernfelder hergestellt werden. Die Projektarbeit findet interdisziplinär statt. In allen Fächern und Lernfeldern soll über eine entsprechende Problem- und Aufgabenorientierung die methodische Vorbereitung für die Durchführung der Projekte geleistet werden.

Bei der Bearbeitung der Projekte analysieren und strukturieren die Studierenden eine Problemstellung, entwickeln ein Konzept und lösen dieses praxistgerecht. Sie bewerten und präsentieren das Handlungsprodukt und den Arbeitsprozess. Sie berücksichtigen Aspekte wie z. B. Wirtschaftlichkeit, Energie- und Rohstoffeinsatz, Fragen der Arbeitsergonomie und Arbeitssicherheit, Haftung und Gewährleistung, Qualitätssicherung, Auswirkungen auf Mensch und Umwelt sowie Entsorgung und Recycling. Dabei legen sie besonderen Wert auf die Förderung von Kommunikation und Kooperation.

Mit den Studierenden werden die Zielvorstellungen, die inhaltlichen Anforderungen sowie die Durchführungsmodalitäten besprochen. Die Studierenden sollen in der Regel Projekte aus der betrieblichen Praxis in Kooperation mit Betrieben bearbeiten. Die Vorschläge für Projektaufgaben sind durch einen Anforderungskatalog möglichst genau zu beschreiben.

Alle eingebrachten Projektvorschläge werden durch die zuständige Konferenz geprüft, z. B. auf Realisierbarkeit, Finanzierbarkeit, ausgewählt und beschlossen. Jede Projektarbeit wird von einem Lehrerinnen/Lehrerteam betreut. Die Projekte werden nach den Methoden des Projektmanagements bearbeitet.

Es empfiehlt sich während der Projektphase Projekttage einzuführen, an denen nach Rücksprache die am Projekt beteiligten Lehrerinnen und Lehrer beratend zur Verfügung stehen. Während dieser Zeit können die Studierenden die Projektarbeit beim Auftraggeber im Betrieb und/oder in den Räumlichkeiten der Schule durchführen. Die Bewertung der Projektarbeit erfolgt auf der Grundlage bestehender Rechtsmittel. In die Bewertung gehen Projektverlauf, Dokumentation, Präsentation und Kolloquium ein.

**4.3.3 Lernfeld 1: Methoden des Projektmanagements anwenden (200h)**

Die staatlich geprüften Designerinnen und Designer ...	METHODEN DES PROJEKTMANAGEMENTS ANWENDEN		
	SACHWISSEN	Prozesswissen	Reflexionswissen
... unterscheiden die einzelnen Projektmanagementphasen.	Initialisierungs-, Definitions-, Planungs-, Steuerungs- und Abschlussphase Themenlandkarte im PM Projektmanagementmethoden im PM Projekttypen Projekt- und Projektmanagementdefinition	Ergebnissicherung in den einzelnen Projektmanagementphasen Optimierung und Anpassung der Projektabläufe in der Organisation	Bedeutung und Zusammenhang der einzelnen Projektmanagementphasen
... strukturieren Projekte.	Zielstrukturen, Vorgehens- und Leistungsziele, SMART Kriterien Projektstrukturplan Arbeitspakete Lastenheft, Pflichtenheft Phasenplanung Gantt Diagramme Meilensteine Magisches Dreieck	Zielfindung, Formulierung und Strukturierung der Projektziele Erstellung und Dokumentierung eines Projektstrukturplans Beschreibung der Arbeitspakete	Bedeutung für den Projektverlauf in den einzelnen Phasen und für das Projektende Qualitätsmanagement
... wenden Projektmanagement-Tools sowie Kreativitätstechniken zum Lösen von Problemen an.	Grundlegende Funktionen eines Projektmanagement-Tools (z. B. Rillsoft) Problemlösungstechniken Intuitive und analytische Kreativitätstechniken: z. B. Brainstorming, Brainwriting, Mindmapping	Moderation und Dokumentation kreativer Prozesse	

Die staatlich geprüften Designerinnen und Designer ...	METHODEN DES PROJEKTMANAGEMENTS ANWENDEN		
	SACHWISSEN	Prozesswissen	Reflexionswissen
... überwachen die Projektrealisierung und greifen bei Bedarf durch geeignete Maßnahmen ins Projekt ein.	Projektsteuerung Kosten- und Termentrendanalyse Berichtswesen	Überwachung und Steuerung der Projektrealisierung	Erfolgssicherung
... kommunizieren effizient im Projektgeschehen.	Präsentationstechniken Kommunikationsmodelle Kommunikationssituationen Eisbergmodell, Kommunikationspakete Schulz von Thun	Vorbereitung und Durchführung einer Präsentation Vorbereitung und Durchführen eines Projektmeetings	Perspektivenwechsel in der Selbst- und Fremdwahrnehmung
... erkennen, analysieren und lösen Konflikte.	Motivation Konflikte und Krisen	Analyse eines Konfliktes Durchführung und Dokumentation eines Problemlösungsverfahrens	Modelle einer Bedürfnispyramide
... organisieren sich selbst im Projekt.	Zeitmanagement Eisenhower-Prinzip, Pareto-Prinzip Arbeitsteilung	Planung und Einteilung der eigenen Arbeitszeit	
... <b>steuern ein Produkt der Medienindustrie</b> auf organisatorischer Ebene innerhalb eines Betriebes.	Organisation und Anfrage Vorkalkulation und Angebot Auftragseingang und Terminierung Auftragsbearbeitung und -begleitung Auftragsabschluss und Dienst nach dem Verkauf Herstellungsprozesse von Produkten der Medienindustrie		Prinzipien der Optimierung zukünftiger zeitlicher Ablaufplanungen



Die staatlich geprüften Designerinnen und Designer ...	METHODEN DES PROJEKTMANAGEMENTS ANWENDEN		
	SACHWISSEN	Prozesswissen	Reflexionswissen
	Produktionsphasen		
... analysieren und bewerten Ergebnisse von Projekten.	Schutz der kreativen Leistung Urheberrecht Creative Commons Lizenzmodell Internetrecht Foto- und Typografierrecht Musterverträge und Checklisten	Analyse von Quellenangaben und Impres- sen	Grundlagen der digitalen Ethik
... analysieren und bewerten Raumkonzepte zur Präsentationen von Projekten.	Wahrnehmungs- und Zielgruppenkriterien Perspektive und räumliche Dimension Formen und Linien, Komposition Dramaturgie und Inszenierung Anschaulichkeit und Ausdrucksgerechtigkeit Gestaltungsmittel	Entwurf und Konzeption von Designlösun- gen für Räume	Ästhetik
HINWEISE:	Das Projektmanagement unterstützt die für die Fortbildung an der Fachschule für Gestaltung Fachrichtung Werbe- und Mediendesign wichtige Projektarbeit, die die in den einzelnen Lernfeldern zu erlangenden Kompetenzen bündelt und vereint.		

**4.3.4 Lernfeld 2: Vernetzte Computer konfigurieren und als Werkzeug für Arbeitsabläufe einsetzen (160h)**

Die staatlich geprüften Designerinnen und Designer ...	VERNETZTE COMPUTER KONFIGURIEREN UND ALS WERKZEUG FÜR ARBEITSABLÄUFE EINSETZEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... treffen aus Anwendersicht fundierte Entscheidungen zur Anschaffung und Nutzung von Computersystemen.	Hardwarekomponenten und Schnittstellen Netzwerktopologien Computersystem-Sicherheitsaspekte Merkmale zur anwendungsbezogenen Auswahl von Computersystemen	Einleitung geeigneter Sicherungsmaßnahmen aufgrund sicherheitsrelevanter Sachverhalte	Trends in Hard- und Softwareentwicklung
... wenden Präsentationssoftware zielgerichtet an, um verschiedene Inhalte überzeugend miteinander zu kombinieren.	Zielbereiche verschiedener Präsentationssoftware Storytelling und Dramaturgie als Werkzeuge der Informationsvermittlung Bild-, Text-, Video- und Grafikinformatoren für Präsentationszwecke	Erstellung und Darbietung von Bildschirmpräsentationen Aufbereitung verschiedener Multimediainhalte mit Zielmedienbezug	Feedback zu Präsentationen (Methodik) Zielgruppenadäquate Gestaltung
... nutzen gängige Office-Software zur Darstellung und Organisation berufsbezogener Verwaltungsaufgaben und zu Kalkulationszwecken.	Funktionen und Formeln, Diagramme, Formulare, bedingte Formatierung, Verknüpfung verschiedener Anwendungsdaten	Erstellung aussagekräftiger Diagramme Verbindung Sach- und Prozesswissen aus Lernfeld »Methoden des Projektmanagements anwenden« und »Management des betrieblichen Rechnungswesens« und zielgerichtete Anwendung dieses Wissens in Office-Software	Preisgestaltung
... nutzen relationale Datenbanken zur Erstellung von Medien.	Aufbau und Organisation von Datenbanken Normalisierung Relationen SQL XML-Transformation Stilvorlagen und Musterseiten	Dokumentation von Strukturen der Datenorganisation Generierung von gültigen und wohlgeformten XML-Daten zur crossmedialen Nutzung Erstellung von personalisierten Drucksachen und Mailings	

Die staatlich geprüften Designerinnen und Designer ...	VERNETZTE COMPUTER KONFIGURIEREN UND ALS WERKZEUG FÜR ARBEITSABLAUFE EINSETZEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
HINWEISE:	Durch die Digitalisierung der Arbeitswelt, auch und besonders im Bereich der Gestaltungsdienstleistungen, sind Kenntnisse und Fähigkeiten im Umgang mit den Arbeitsgerätschaften unumgänglich für eine erfolgreiche Behauptung im Mediensektor. Wesentliche Aspekte hierbei sind Auswahl und Pflege von Computersystemen unter Berücksichtigung der mittelfristigen und wirtschaftlichen Erhaltung.		

ENTWURF

**4.3.5 Lernfeld 3: Methoden der Betriebswirtschaft anwenden (240h)**

Die staatlich geprüften Designerinnen und Designer ...	METHODEN DER BETRIEBSWIRTSCHAFT ANWENDEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... <b>wenden die Buchführung zur Analyse</b> und Buchung betrieblicher Geschäftsfälle an.	Aufgaben der Buchführung und Einordnung in das betriebliche Rechnungswesen Gesetzlicher Rahmen der Buchführung Buchhaltung im Rahmen einer Geschäftseröffnung	Geschäftsfälle analysieren und buchen (Bestands- und Erfolgskonten)	Rechtliche Grundlagen des HGB
... <b>konfigurieren und setzen spezifische</b> Anwendungssoftware für Aufgaben der Buchhaltung ein.	Siehe Lernfeld Vernetzte Computer konfigurieren und als Werkzeug für Arbeitsabläufe einsetzen	Buchung von Geschäftsvorfällen	Schutz betrieblicher Daten
... <b>kalkulieren Print-Produkte.</b>	Drucktechnische Rahmenbedingungen (Laufrichtung, Formatgrößen, Druckverfahren etc.) Produktionstechnische Rahmenbedingungen Kosten- und Leistungsgrundlagen des Bundesverband Druck	Erstellen von Einteilungsbögen und Ausschießschemata (siehe Lernfeld Printmedien unter Berücksichtigung von Verfahrenstechniken und Werkstoffwahl konzipieren) Materialberechnung Konzeption von Printprodukten Vor- und Nachkalkulation einfacher Druckprodukte	Prinzip der marktfähigen Preisgestaltung Grundlagen des Controllings
... <b>kalkulieren Non-Print-Produkte.</b>	Honorarempfehlungen der Berufsverbände: BDG-Kalkulationssystem DesignHonorar, Vergütungstarifvertrag Design StDSt/AGD Berechnungsfaktoren für individuelle Stundensätze, Zeitaufwand, Nutzungsfaktoren Vergütung nach variablen Berechnungsmaßstäben (leistungs-, nutzungs-bezogen, erfolgsabhängig)	Vor- und Nachkalkulation von Multimedia-Produkten sowie Auftragsanalyse Individuelle Kalkulation von Designhonoraren	Prinzip der marktfähigen Preisgestaltung

Werbe- und Mediendesign

Fachschule für Gestaltung

Die staatlich geprüften Designerinnen und Designer ...	METHODEN DER BETRIEBSWIRTSCHAFT ANWENDEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... nutzen Bilanzen als Grundlage betriebswirtschaftlicher Entscheidungen.	Aufbau der Bilanz Bilanzkennzahlen	Bilanzerstellung	Rechtliche Grundlagen des HGB
... wagen den Schritt in die Selbstständigkeit.	Unternehmensformen Finanzierungsarten Rentabilität	Erstellung eines Businessplans	Sicherheitsaspekte Persönlichkeitsaspekte
... vollziehen den Prozess der Konzeption und Produktion von Print- und Non-Printprodukten im Rahmen der Angebotskalkulation nach.	Konzeption von Print- und Non-Print-Produkten Produktion von Print- und Non-Print-Produkten	Angebotskalkulation	TQM
... verstehen Marketingziele und Marketingstrategien und deren betriebswirtschaftliche Grundsätze.	Arten von Zielen Vermarktungsstrategien SMART objectives	SWOT-Analyse	Interdependenzen von Unternehmenssituation, Produkt-, Wettbewerbssituation Balanced Scorecard
... identifizieren unternehmensspezifische Zielgruppen und Absatzmärkte .	Marktuntersuchung: Markterkundung, Marktforschung (Marktanalyse/-beobachtung) Zielgruppen	Portfolioerstellung, Zielgruppenbestimmung	Marktformen Geschäftsumfeld
... erarbeiten ein unternehmensbezogenes Marketingkonzept.	Marketinginstrumente (Produkt- und Sortimentspolitik, Kommunikationspolitik, Preis- und Konditionenpolitik, Distributionspolitik)	Erstellung eines Marketing-Mixes	Produktlebenszyklus Preisstrategien TQM
HINWEISE:	Selbstständige Unternehmerinnen und Unternehmer können nur erfolgreich sein, wenn umfassende Kenntnisse im Bereich der Buchführung sowie der Medienkalkulation vorhanden sind. Die rechtlichen Rahmenbedingungen erfordern eine Auseinandersetzung mit grundlegenden Aspekten der Bilanzierung im Rahmen des betrieblichen Rechnungswesens, welche im Fall einer Existenzgründung eine besondere Bedeutung zukommt. Nicht zuletzt legt dieses Lernfeld die Grundlage zur Überwachung des nachhaltigen Erfolges des unternehmerischen Handelns.		

**4.3.6 Lernfeld 4: Layout, Typografie und Farbgestaltung im Vorstufenprozess anwenden (200h)**

Die staatlich geprüften Designerinnen und Designer ...	LAYOUT, TYPOGRAFIE UND FARBGESTALTUNG IM VORSTUFENPROZESS ANWENDEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... entwickeln Farbkonzepte.	Additive/Subtraktive Farbmischung Farbwirkung der drei Farbdimensionen (Helligkeit, Sättigung und Farbton) Veränderung der Farbwirkung in Farbkombinationen Farbwahlhilfe in einem Vektorgrafikprogramm Farbkontraste (Itten) und Farbharmonien Farbe und Blickführung Color Coding Farbempfindungen und Farbkombinationen	Analyse von Gestaltungsaufträgen auf die intendierte Wirkung Farbkonzepterstellung	Geschichte der Farbmodelle (Desert Island Experiment, Aristoteles, Newton, Goethe, Runge, Munsell etc.) Farbkombinationen/Trendfarben verschiedener Epochen Farbtrends
... entwickeln zielorientiert und reflektiert Layouts für unterschiedliche Produkte.	Proportionen (Goldener Schnitt, Fibonacci, DIN-Reihe) Formate (u.a. Zeitungsformate, digitale Formate) und Formatwahl Elemente eines Layouts Satzspiegel und Satzspiegelkonstruktion sowie Satzspiegelberechnung anhand von Proportionen Kombination von Text und Bild Blickführung/Benutzerführung Gestaltungsraster (u.a. modulare Raster) Grundlinienraster	Kombination von Texten, Grafiken und Bildern Erstellung und Anwendung eines modularen Gestaltungsrasters zielorientiert für ein umfangreiches Produkt	Ästhetik

Die staatlich geprüften Designerinnen und Designer ...	LAYOUT, TYPOGRAFIE UND FARBGESTALTUNG IM VORSTUFENPROZESS ANWENDEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... wenden ein Layoutprogramm sinnvoll und effizient zur Erledigung gestalterischer Aufgaben an.	Grundlegende Funktionen von Layoutsoftware, d.h. Absatzformate, Musterseiten etc. Satzarten im Vergleich Texthierarchien Textauszeichnungsarten Tabellensatz	Layouts für Print- und Nonprintprodukte	Alternative Software
... <b>setzen Typografie für Print-</b> und Nonprint Produkte ein.	Schriftklassifikation (nach DIN und Alternativen) Typografische Fachbegriffe Bekannte Typografen und Schriften Schriftwirkung und Schriftwahl Schriftmischung Lesbarkeitskriterien Mikrotypografische Satzregeln Versalsatz Schriftformate Typografie für unterschiedliche Altersgruppen bzw. Lesekompetenzstände	Korrektur fehlerhaft gesetzter Schriften Kombination von Schriften	Studien zur Lesbarkeit
HINWEISE:	Die Studierenden entwickeln auf Basis des in diesem Lernfeld erworbenen Wissens Gestaltungskonzepte.		

**4.3.7 Lernfeld 5: Gestaltungskonzepte präsentieren (160h)**

Die staatlich geprüften Designerinnen und Designer ...	GESTALTUNGSKONZEPTE PRÄSENTIEREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... verwenden Tontechnik zur Realisierung kreativer Tonprodukte.	Akustik Kenngrößen (Lautstärke, Lautheit, Pegel, Frequenz) Technische Ausstattung (Mikrofon, Mischpult, Audio-Interfaces, Verstärker, Lautsprecher)	Erstellung eines Tonprodukts Bearbeitung und Optimierung von Tonaufnahmen	Beurteilungsprinzipien kreativer Tonprodukte
... nutzen Lichttechnik zur Inszenierung stimmiger Beleuchtungskonzepte.	Beleuchtungstheorie (Licht, Lichtstärke, Messeinheiten) Farbtemperatur und Wirkung Leuchtmittel Scheinwerfertypen DMX-Setup Störungssicherheit	Analyse und Umsetzung von Beleuchtungsszenarien Planung und Strukturierung des Einsatzes von Veranstaltungstechnik	Optimierungspotenzial in Veranstaltungstechnikstrukturen
... erstellen und präsentieren auf konzeptioneller Basis ein Videoprodukt.	Einstellungsgrößen Kadrierung Perspektiven Kamerabewegung und -fahrten Grundlagen und Hintergründe von Schnitt- und Montagetechniken Elliptisches Erzählen Treatment und Storyboard Logische Strukturierung Anschlussfehler	Umsetzung von Videoprodukten auf Grundlage konzeptioneller Leitideen Anwendung von Schnitt- und Montagetechniken Ausgabe für verschiedene Medien	



Die staatlich geprüften Designerinnen und Designer ...	GESTALTUNGSKONZEPTE PRÄSENTIEREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
HINWEISE:	Die Erstellung und Aufbereitung von Informationen zur adäquaten Präsentation vor einem Zielpublikum nimmt einen wichtigen Teil im Berufsalltag Designerinnen und Designern ein. Hierzu zählen neben der inhaltlichen Dimension auch die medialen Ebenen Bild, Licht und Ton hinzu. Durch eine sinnvolle Kombination dieser Kanäle erstellen die Lernenden möglichst ganzheitlich inszenierte Präsentationen und Produkte.		

ENTWURF

4.3.8 Lernfeld 6: Foto- und Produktgestaltung einsetzen (200h)

Die staatlich geprüften Designerinnen und Designer ...	FOTO- UND PRODUKTGESTALTUNG EINSETZEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... setzen Kamertechnik gestalterisch ein.	Bildgestaltung (Bildausschnitt, Kamera-standpunkt, Linienführung, Flächenaufteilung etc.) Kamerateypen und -funktionsteile (Objektiv, Blende, Verschluss etc.) Belichtung (Blende – Zeit – ISO) und deren gestalterische Wirkung Brennweite Kameraeinstellungen Bildauflösung und Aufnahmeformate Bildfehler (z. B. Tonnen- und Kissenverzerrung, Bildrauschen) Beleuchtungstechniken und Lichtcharakteristika	Auftragsadäquate Bildkomposition Problemlösung bei Bildfehlern Abgrenzung fotografischer Positionen	Zeitgenössische und klassische Fotografen Fotografiegenres wie Portrait, Werbung, Fotodesign, Bildjournalismus, künstlerische Fotografie Emotionale Wirkung Individualität
... erstellen Entwurfszeichnungen und physische Modelle.	Maßstabsgerechte Darstellung Ansichten Verschiedene Werkstoffe sowie Zeichen-, Sculptingwerkzeuge Möglichkeiten und Einschränkungen von additiven Fertigungsmethoden Kreativitätstechniken	3D-Produktentwicklung	Ästhetische Prinzipien Produkthandhabung
... erstellen Modelle der Entwürfe in 3D-Software.	Siehe Lernfeld Websites und New Media-Produkte konzipieren und erstellen	Erstellung dreidimensionaler Produktmodelle	Modellierungstechniken

Die staatlich geprüften Designerinnen und Designer ...	FOTO- UND PRODUKTGESTALTUNG EINSETZEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... nutzen <b>additive Fertigungsverfahren</b> (3D-Druck) zur Ausgabe der dreidimensionalen Produktmodelldateien.	Aufbau und Arbeitsweise eines 3D-Druckers Grundlagen additiver Fertigungsverfahren (Materialien, Hülle, Füllung, Stützmaterial, Detailtiefe und Arbeitsgeschwindigkeit, optional: Nachbearbeitungsschritte)	Ausgabe von 3D-Modellen	Aktuelle Trends bei additiven Fertigungsverfahren Gestalterische und technische Prinzipien
HINWEISE:	Erfolgreiche Kommunikation erfolgt auf möglichst vielen Sinneskanälen. Bei Informationsprozessen und Kaufentscheidungen liefern bildsprachliche Elemente und haptische Eindrücke wesentliche Entscheidungskriterien – ob bewusst oder unterbewusst. Durch den professionellen Einsatz von Kamera- und Beleuchtungstechnik werden fotografische Aufgaben zielgerichtet umgesetzt, um die gewünschte Bildwirkung zu erreichen. Bei der Produktgestaltung erfolgt die Entwicklung eines dreidimensionalen Objekts auf Grundlage von Entwurfszeichnungen, physischen Modellen, Software gestützten 3D-Modellen und schließlich in der Ausgabe als Modell in der additiven Fertigung (3D-Druck). Das grundlegende Wissen und die Fähigkeiten zum Umgang mit 3D-Software wird in Lernfeld Websites und New Media-Produkte konzipieren und erstellen vermittelt.		

## 4.3.9 Lernfeld 7: Grafiken erzeugen, Bilder und Texte für die Print- und Nonprintproduktion aufbereiten (160h)

Die staatlich geprüften Designerinnen und Designer ...	GRAFIKEN ERZEUGEN, BILDER UND TEXTE FÜR DIE PRINT- UND NONPRINTPRODUKTION AUFBEREITEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... wenden ein Vektorprogramm sinnvoll und effizient zur Erledigung gestaltungstechnischer Aufgaben an.	Funktionen/Zentralpalette Kurzbefehle/spezielle Kurzbefehle Hilfslinien, Ordnungsraster, Ebenen Teilmengen, Schnittmengen, Morphing <b>Definition „Zeichen“: Logo, Signet, Icon,</b> Piktogramm, Symbol Piktogrammgestaltung Logogestaltung Infografiken Einfarbige und mehrfarbige komplexe Illustrationen	Konzeption und Design von Illustrationen	Wahrnehmung
... wenden ein Bildbearbeitungsprogramm sinnvoll und effizient zur Erledigung gestaltungstechnischer Aufgaben an.	Arbeitsvorbereitung: Auflösung, Dateiformate, Farbmodus, Datentiefe Zeichen- und Malwerkzeuge Farb- und Tonwertkorrektur Colormanagement Workflowmanagement (PostScript, PDF, Preflight) Auswahl, Pfade, Ebenen Bildexport für Layoutprogramme Datenausgabe/RIP	Bildbearbeitung, -retusche und -montage	Bedeutung von Bildbearbeitungsprogrammen auch im Hinblick auf das Workflow-Management

Werbe- und Mediendesign

Fachschule für Gestaltung

Die staatlich geprüften Designerinnen und Designer ...	GRAFIKEN ERZEUGEN, BILDER UND TEXTE FÜR DIE PRINT- UND NONPRINTPRODUKTION AUFBEREITEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... <b>wenden ein</b> Layoutprogramm sinnvoll und effizient zur Anwendung technischer Aufgaben an.	Layout-Themes/Rastervariationen Bildhandling Epub Digitale Formulare	Textformatierung Ausschießen Einsatz von Farben in Print- und Nonprint	textgestützte Produkte für Print- und Nonprintmedien

ENTWURF

**4.3.10 Lernfeld 8: Printmedien unter Berücksichtigung von Verfahrenstechniken und Werkstoffwahl konzipieren (200h)**

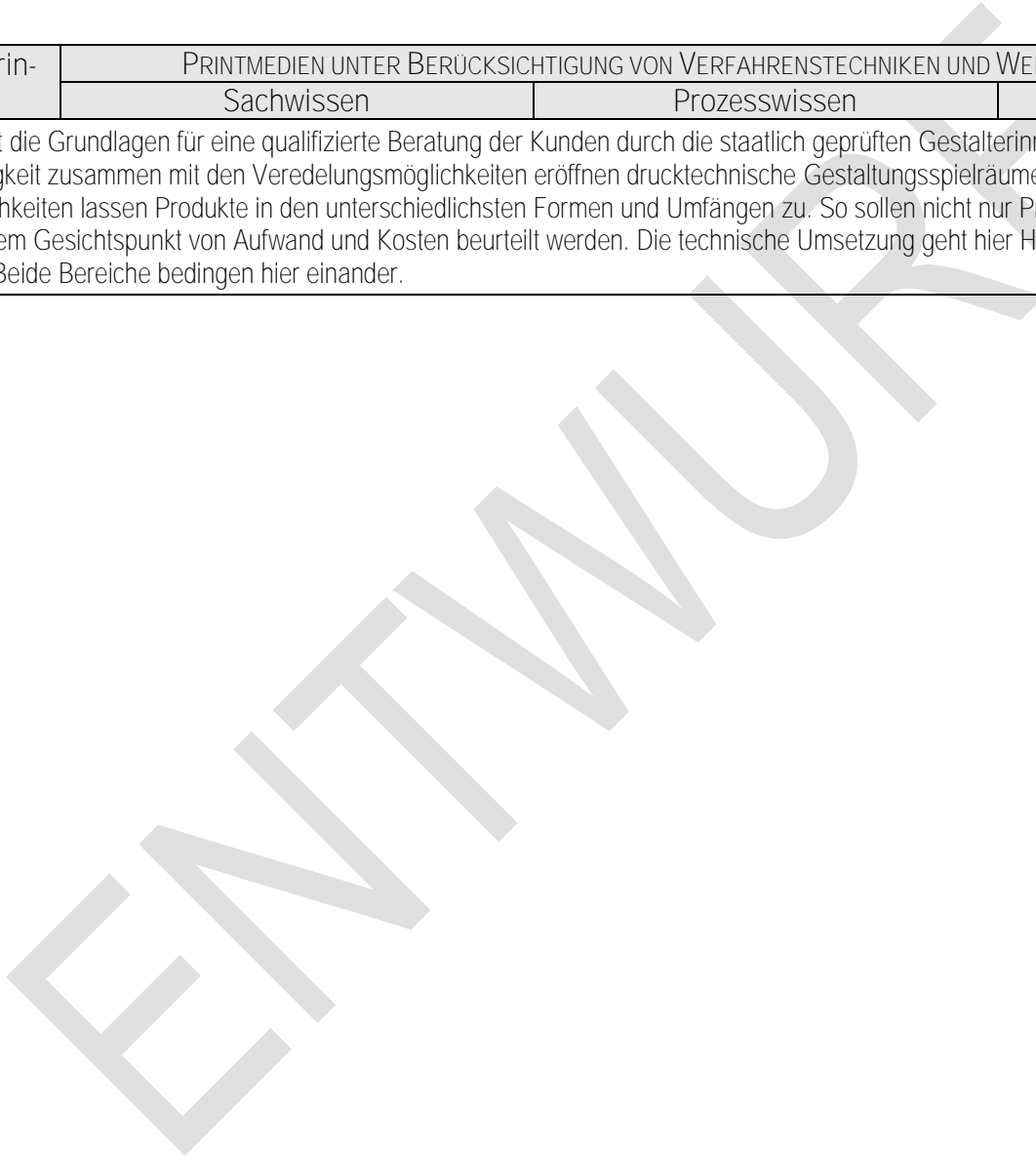
Die staatlich geprüften Designerinnen und Designer ...	PRINTMEDIEN UNTER BERÜCKSICHTIGUNG VON VERFAHRENSTECHNIKEN UND WERKSTOFFWAHL KONZIPIEREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... <b>setzen Druckverfahren bedarfsgerecht</b> ein.	Offsetdruck Digitaldruck Flexodruck Siebdruck Tiefdruck Farbräume in den Druckverfahren Qualitätsstandards (z. B. PSO) Kriterien zur Bewertung von Druckverfahren		Verfahrenstechnische Umsetzung
... <b>bereiten die Entscheidung über Produktionsvarianten</b> in der Druckweiterverarbeitung vor.	MIS Management-Informationssystem Druckbogen und -bahnen Abhängigkeiten von Umfang und Geometrie Rationelle Produktionsverfahren Materialeinsatz und Alternativen		DIN 6730 - Werkstoffformen
... <b>entscheiden über Produktionsvarianten</b> in der Druckweiterverarbeitung.	Falzarten nach BVDM Faltwerkschemata Sammeln und Zusammentragen Produktarten (Falzprospekte, Broschüren und Bücher) Bindeverfahren Maschinenkonfigurationen Verpackungsmechanik Kriterien zur Anwendung der Bindeverfahren	Auswahl der Falzvariationen anhand der Materialien und Druckverfahren Ausschließen Produktmustererstellung	

Werbe- und Mediendesign

Fachschule für Gestaltung

Die staatlich geprüften Designerinnen und Designer ...	PRINTMEDIEN UNTER BERÜCKSICHTIGUNG VON VERFAHRENSTECHNIKEN UND WERKSTOFFWAHL KONZIPIEREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
	ren Kriterien zur Anwendung Verpackungslogistik Herstellung von Verpackung (ECMA und FEFCO)		
... wählen Veredelungstechniken aus.	Inline-/Offline-Veredelung, deren gestalterische Wirkung und Beeinflussung/Wechselwirkung Auswahlkriterien im Hinblick auf Druckverfahren und Material		
... bereiten Daten für die farbsichere Ausgabe auf.	Ausgabefarbräume Kalibrierung und Profilierung ICC-Profile Gamut-Mapping Proof Kriterien zur Bewertung von Daten auf Produktionsfähigkeit	Konfiguration der Soft- und Hardware zum farbsicheren Arbeiten Durchführen von Farbraumtransformationen Erstellung von Proofs	CRM
... erstellen und beurteilen Daten für verschiedene Ausgabeverfahren.	PDF/X Preflight Large-Format-Printing (Daten) Kriterien zur Bewertung von Daten auf Produktionsfähigkeit	Durchführung von Datenkontrollen Erzeugung von High-End-PDF	nachgeschaltete Prozessschritte

Die staatlich geprüften Designerinnen und Designer ...	PRINTMEDIEN UNTER BERÜCKSICHTIGUNG VON VERFAHRENSTECHNIKEN UND WERKSTOFFWAHL KONZIPIEREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
HINWEISE:	Dieses Lernfeld legt die Grundlagen für eine qualifizierte Beratung der Kunden durch die staatlich geprüften Gestalterinnen und Gestalter. Die Druckverfahren in ihrer Vielschichtigkeit zusammen mit den Veredelungsmöglichkeiten eröffnen drucktechnische Gestaltungsspielräume. Die Vielzahl an Werkstoffen mit den Umformungsmöglichkeiten lassen Produkte in den unterschiedlichsten Formen und Umfängen zu. So sollen nicht nur Produkte geplant, sondern auch Alternativlösungen unter dem Gesichtspunkt von Aufwand und Kosten beurteilt werden. Die technische Umsetzung geht hier Hand in Hand mit der optischen Gestaltung. Beide Bereiche bedingen hier einander.		





**4.4 Lernfeld 9: Websites und New Media-Produkte konzipieren und erstellen (200h)**

Die staatlich geprüften Designerinnen und Designer ...	WEBSITES UND NEW MEDIA-PRODUKTE KONZIPIEREN UND ERSTELLEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... konzipieren nach Vorgaben zielgerichtet eine Website.	Konkurrenzanalyse Main Idea Unique Selling Point Kundengesprächsleitfaden Gestaltungsraster Mockup und Dummy	Erstellung kundenspezifischer Individuallösungen Zielgerichtete Anwendung gängiger Gestaltungssoftware zur Visualisierung von Non-print-Gestaltungskonzepten und -dummies	Stimmigkeit als Prinzip
... setzen eine Website nach Konzeptvorgaben um.	Grundlagen von HTML und CSS Grundsatz der Trennung von Inhalt und Gestaltung Aktuelle Content-Management-Systeme (CMS) Soft- und Hardwarevoraussetzungen zur Nutzung von CMS	Verwendung eines Content-Management-Systems (CMS) Integration von Medieninhalten in bestehende Templates oder Themes Bedarfsgerechte Anpassung von Templates oder Themes	
... nutzen 3D-Software zur Erstellung von räumlichen Objekten und Szenen.	Grundobjekte (Primitives) Splines und Nurbs Lichtquellen Kameras Oberflächeneigenschaften Rendering-Engines	Bildgestaltung im virtuellen Raum	Prinzip der Effizienzsteigerung durch Datenreduktion

Die staatlich geprüften Designerinnen und Designer ...	WEBSITES UND NEW MEDIA-PRODUKTE KONZIPIEREN UND ERSTELLEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
<p><b>... recherchieren und erkennen aktuelle Trends</b> bei der digitalen Bilderstellung sowie -ausgabe und beurteilen deren Wirkung und Potenzial.</p>	<p>Trends bei der Darstellung von Computer generierten Daten Virtual Reality (VR) Augmented Reality (AR) hochauflösende Bildformate Photogrammetrie Immersion</p>	<p>Nutzung von Frameworks zur Erstellung virtueller Szenen Entwicklung und Optimierung von Nutzungskonzepten</p>	
<p><b>HINWEISE:</b></p>	<p>Die Kommunikation über digitale Kanäle nimmt einen immer größeren Bereich ein. Gestaltungskonzepte im Nonprintsektor sind permanent an die sich verändernden Rahmenparameter anzupassen, um erfolgreich bestehen zu können. In diesem Lernfeld werden Grundlagen geschaffen, die es ermöglichen, maßgeschneiderte, kundenspezifische Lösungen zu erstellen. Wesentlich ist die erfolgreiche Übertragung der grundlegenden Geschäftsidee eines Kunden in ein Nonprintprodukt unter Entwicklung und Umsetzung einer konzeptionellen Hauptidee.</p>		

## 5 Handhabung des Lehrplans

Die in Kapitel 3 theoretisch begründete strukturell-curriculare Rahmung impliziert einen anspruchsvollen kompetenzorientierten Unterricht. Um die darin gesetzten Vorgaben unterrichtswirksam zu machen, gilt es folgende Prämissen zu berücksichtigen:

- Moderner Fachschulunterricht ist *lernerorientiert*, d. h., dass alle zu planenden Unterrichtsprozesse sich primär an Lernprozessen ausrichten sollen, nicht an Lehrprozessen. Lernprozesse sollen einer kasuistisch-operativen Umsetzungslogik (handlungssystematisch) folgen, die von einer theoretisch-abstrakten Objektivierungslogik (fachsystematisch) ergänzt wird.
- Die Zielbildung in den Querschnitt-Lernfeldern erfolgt als Explikation der Lehrplan-Inhalte durch die *Beschreibung von Wissens- und Fertigungszielen*. Ihr Umfang und Anspruch bemisst sich aus deren jeweiliger Bedeutung für die korrespondierenden fachlich-methodischen Kompetenzen.
- Im Rahmen der beruflichen Lernfelder ist die Explikation von *beruflichen Handlungen* der curriculare Ausgangspunkt der Unterrichtsplanung. Damit wird von Anfang an geklärt, welches Wissen in welchen Handlungszusammenhängen von den Studierenden erworben werden soll. Die im Lehrplan vollzogene Beschreibung der Kompetenzen auf einem mittleren Niveau gilt es dabei in der konkreten Unterrichtskonzeption adäquat zu den jeweils vorliegenden Rahmenbedingungen und im jeweils aktuellen technisch-produktiven, gestalterischen oder betriebswirtschaftlichen Kontext zu konkretisieren.
- Die genaue Zusammenstellung eines unterrichtsrelevanten Gebildes aus Kompetenzen erfolgt über einen einschlägigen *Berufskontext*, welcher dann auch als übergreifende Lernsituation den Gesamtrahmen der jeweiligen Unterrichtseinheit bildet.
- Kompetenzerwerb setzt *Verständnisprozesse* voraus, welche durch eine *Problemorientierung* des Unterrichts ausgelöst werden. Je anspruchsvoller die Problemstellungen, desto höher das zu erreichende Kompetenz-Niveau.
- Kompetenzen im Sinne eines verstandenen Handelns erfordern einschlägiges Sach- und Prozesswissen mit entsprechendem Reflexionswissen mit unmittelbarem Bezug zu dessen *berufsspezifischer Nutzung*, daher soll sich der Kompetenzerwerb in *sinnvollen* Abschnitten zwischen kasuistisch-operativen Phasen (handlungssystematisch) und theoretisch-abstrakten Phasen (fachsystematisch) *wechselseitig ergänzen*.
- *Fachsystematische Lernprozesse* gehen von den Fachwissenschaften aus, beinhalten deren Systematiken und bilden damit ein anwendungsübergreifendes Gerüst für das berufliche Handeln. Sie sind zudem der Raum für die Auseinandersetzung mit den mathematisch-naturwissenschaftlichen bzw. gestalterischen Hintergründen. Lern-Reflexionen beziehen sich hier auf die Kategorien „Wissen“ (kognitive Reproduktion) und „Verstehen“ (kognitive Anwendung).
- *Handlungssystematische Lernprozesse* gehen von beruflichen Prozessen aus, beinhalten deren Eigenlogik und bilden damit anwendungsbezogene Ankerpunkte für das berufliche Handeln. Lernreflexionen beziehen sich hier auf die Kategorie „Können“ (operative Anwendung).
- *Lernerfolgsmessung* kann sich im Einzelnen auf „Wissen“, „Verständnis“ oder „Können“ beziehen, der Anspruch einer Kompetenzdiagnostik kann aber nur dann erfüllt werden, wenn alle drei oben genannten Komponenten *integrativ erhoben* werden, und mit den Zielkategorien *taxiert* werden.
- Der Erwerb sozial-kommunikativer Kompetenzen erfordert *kollektive Lernformen*, wird aber nicht allein durch diese gewährleistet. Entscheidend ist hier ein bewusster und re-

flektierter Kompetenzerwerb, daher sind sozial-kommunikative Kompetenz-Ziele den Studierenden zu kommunizieren, deren Erwerb zu thematisieren und zu reflektieren.

- Der Erwerb von Personalkompetenzen (bzw. Selbstkompetenzen) erfordert die Akzentuierung motivationaler, affektiver und strategisch-organisationaler Auseinandersetzungen der Studierenden mit sich und ihrem Lernen. Fachschulunterricht sollte daher das *Lernen als eigenständigen Lerngegenstand* begreifen und dies pädagogisch und methodisch angemessen umsetzen.

ENTWURF

## 6 Literaturverzeichnis

- Bader, R. (2004): Strategien zur Umsetzung des Lernfeld-Konzepts. In: bwp@ spezial 1
- BIFIE (Hrsg.). (2013). Standardisierte kompetenzorientierte Reifeprüfung. Reife- und Diplomprüfung. Grundlagen – Entwicklung – Implementierung. Unter Mitarbeit von H. Cesnik, S. Dahm, C. Dorninger, E. Dousset-Ortner, K. Eberharter, R. Fless-Klinger, M. Frebort, G. Friedl-Lucyshyn, D. Frötscher, R. Gleeson, A. Pinter, F. J., Punter, S. Reif-Breitwieser, E. Sattlberger, F. Schaffenrath, G. Sigott, H.-S. Siller, P. Simon, C. Spöttl, J. Steinfeld, E. Süß-Stepancik, I. Thelen-Schaefer & B. Zisser. Wien: Herausgeber.
- Chomsky, N. (1965). Aspects of the theory of syntax. Cambridge, Mass: M.I.T. Press.
- Erpenbeck, J. / Rosenstiel, L. / Grote S. / Sauter W. (2017): Handbuch Kompetenzmessung: Erkennen, verstehen und bewerten von Kompetenzen in der betrieblichen, pädagogischen und psychologischen Praxis. Stuttgart, Schäfer & Pöschel
- Euler, D. / Reemtsma-Theis, M. (1999): Sozialkompetenzen? Über die Klärung einer didaktischen Zielkategorie. In: Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik, Heft 2, S. 168 - 198.
- Klafki, W. (1964): Didaktische Analyse als Kern der Unterrichtsvorbereitung in: Roth, H. / Blumenthal, A. (Hrsg.): Grundlegende Aufsätze aus der Zeitschrift Die Deutsche Schule, Hannover 1964, S. 5 - 34.
- Lerch, S. (2013): Selbstkompetenz – eine neue Kategorie zur eigens gesollten Optimierung? Theoretische Analyse und empirische Befunde. In: REPORT 1/2013 (36. Jg.) S. 25 - 34.
- Mandl, H. / Friedrich H.F. (Hrsg.) (2005): Handbuch Lernstrategien. Göttingen, Hogrefe.
- Pittich, D. (2013). Diagnostik fachlich-methodischer Kompetenzen. Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag
- Siller, H.-S., Bruder, R., Hascher, T., Linnemann, T., Steinfeld, J., & Sattlberger, E. (2014). Stufung mathematischer Kompetenzen am Ende der Sekundarstufe II – eine Konkretisierung. In J. Roth & J. Ames (Hrsg.), Beiträge zum Mathematikunterricht 2014, Münster: WTM, S. 1135 - 1138.
- Tenberg, R. (2011): Vermittlung fachlicher und überfachlicher Kompetenzen in technischen Berufen. Theorie und Praxis der Technikdidaktik. Stuttgart: Steiner
- Volpert, W. (1980): Beiträge zur psychologischen Handlungstheorie. Bern: Huber.