

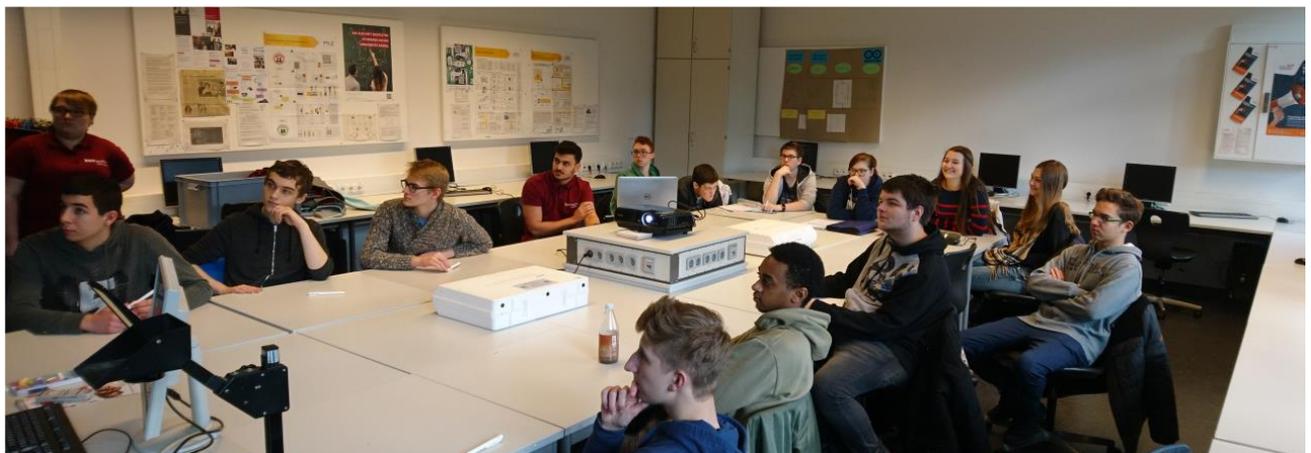
## Experten im Unterricht – KVV Juniorfirma

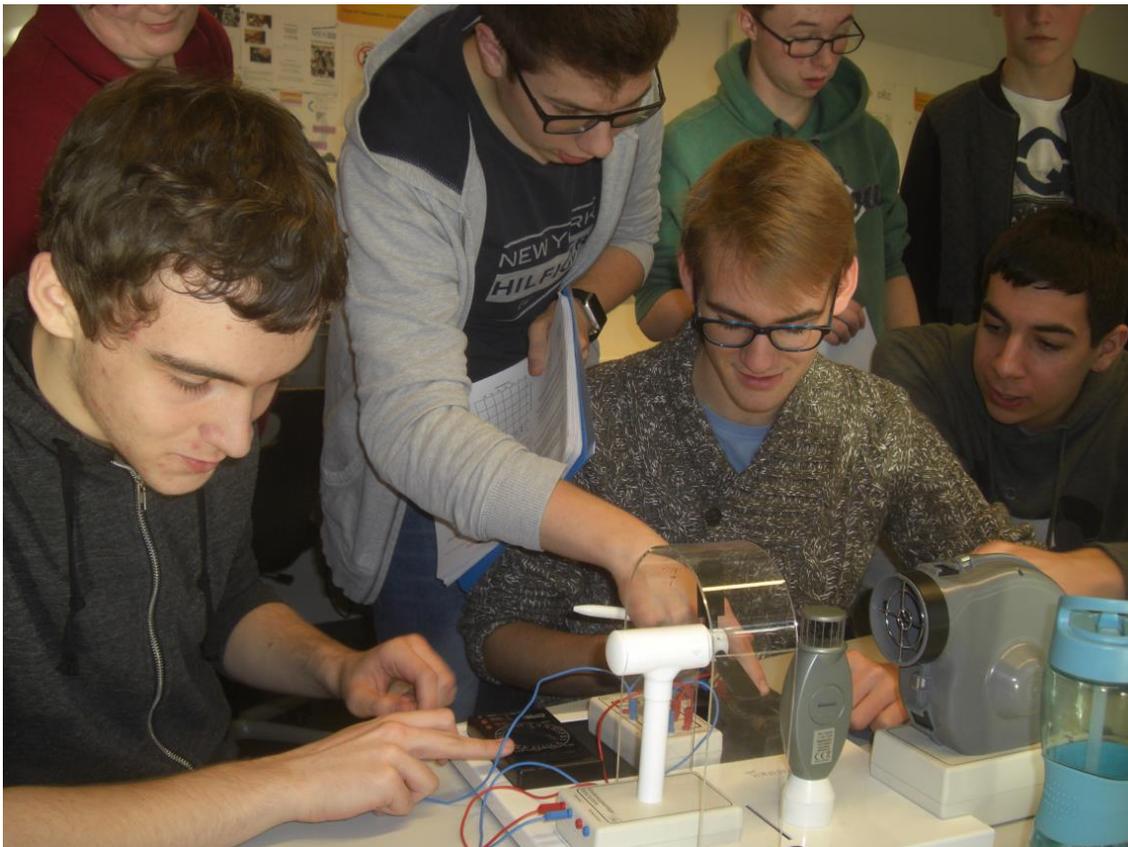
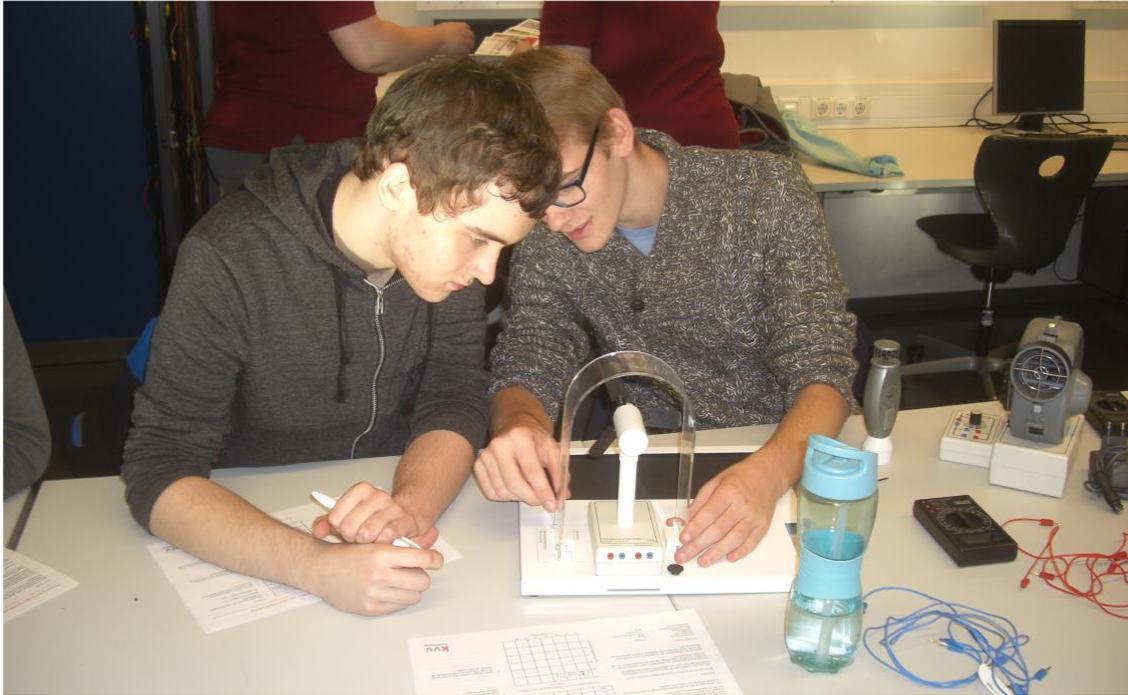
13.11.2017

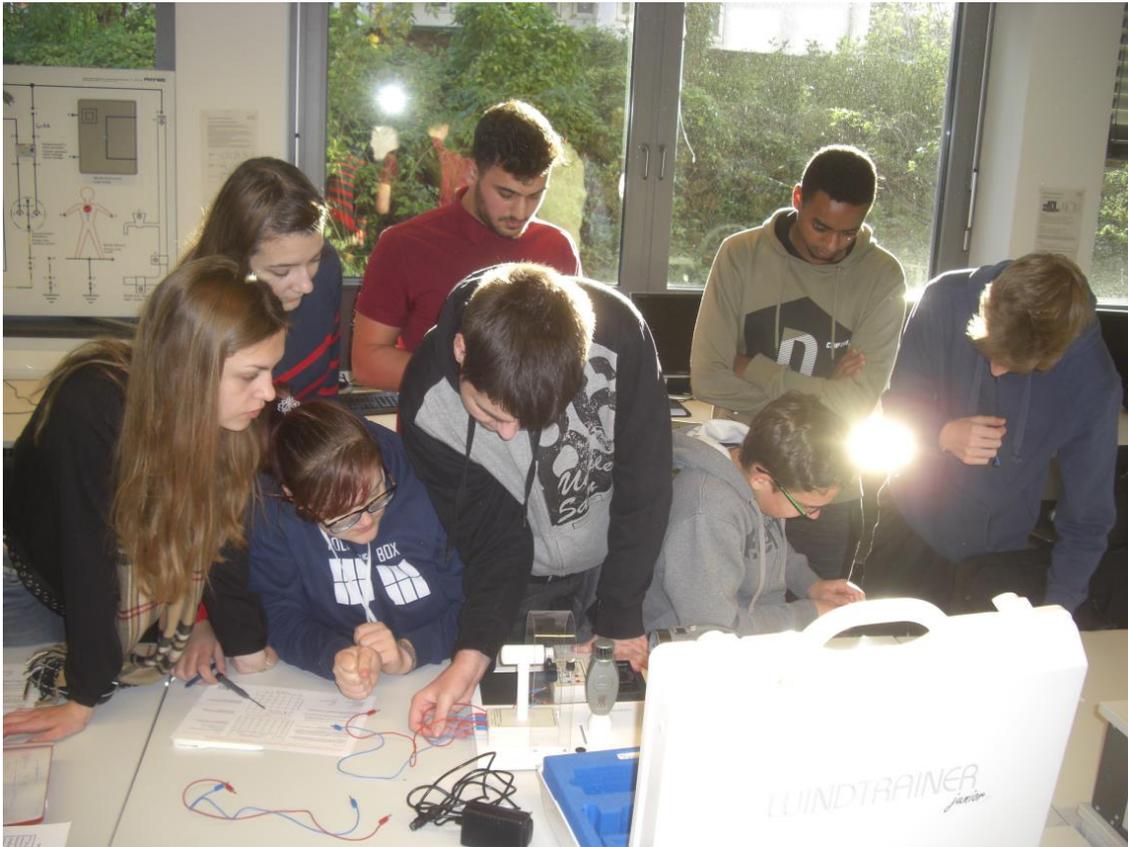
### KVV Juniorfirma bringt frischen Wind in die E1 unseres Beruflichen Gymnasiums.

Azubis der KVV in Kassel übernahmen anderthalb Doppelstunden im Schwerpunktunterricht Elektrotechnik (MINT-Fach) und brachten anschaulich die Stromerzeugung mit Windkraftanlagen als Praxisbeispiel in den Unterricht ein. Mit konkreten Aufgaben, dem eigenständigen Bau eines Modells und Messungen wurden unsere Schülerinnen und Schüler aktiv eingebunden und erlebten nebenbei wieder einmal mehr, dass die Elektrotechnik wichtiger Bestandteil unseres Lebens ist. Außerdem wurde das Interesse an der regenerativen Energieerzeugung geweckt. Spaß und Lernerfolg kamen so optimal zusammen.

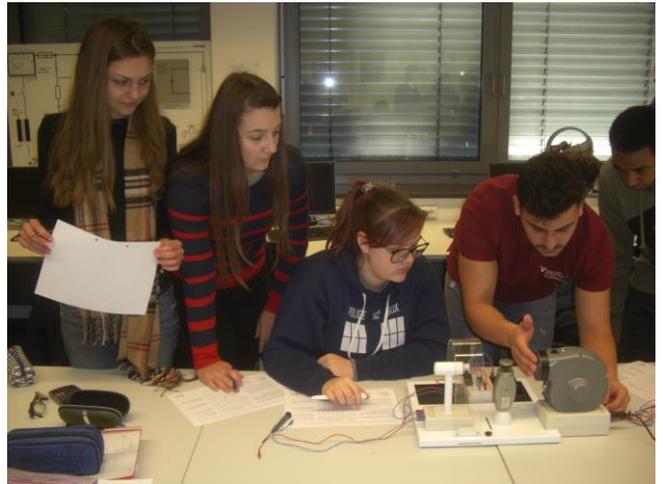
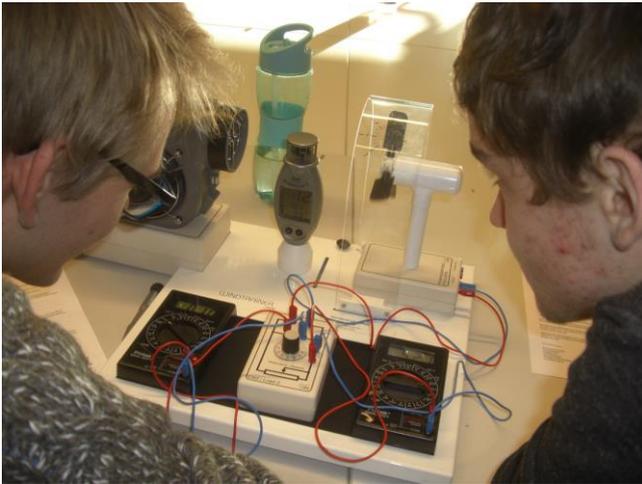
Ganz gespannt sind wir nun noch auf die Exkursion zum Windpark Kaufunger Wald unter Führung der KVV.











**Leihgabe "Windtrainer junior"**

Der "Windtrainer junior" wird Kasseler Schulen  
leihweise zur Verfügung gestellt. Die Eigentumsrechte liegen beim  
VDI - Nordhessen.

VDI

Dipl.-Ing. Helmut Lotz VDI  
Verein Deutscher Ingenieure  
Nordhessischer Bezirksverein e. V. - Kassel  
Arbeitskreis "Jugend + Technik"  
Herkulesstraße 52 - 34277 Fuldaabrück  
Telefon: 05665-4791 - Fax: 05665-4702  
HelmutLotz@t-online.de

VDI

Der VDI fördert damit die technisch-naturwissenschaftliche Ausbildung  
zur Stärkung des Technikstandorts Deutschland

### Messung der Ausgangsleistung eines Windenergiekonverters in Abhängigkeit von der Flügelstellung

#### Information

Eine Windkraftanlage sollte möglichst immer mit bestem Wirkungsgrad arbeiten, das heißt, die maximal mögliche mechanische Leistung aus dem Wind entnehmen und in elektrische Leistung umwandeln.

Die Leistung hängt von verschiedenen Faktoren ab. Auf die Faktoren „Windgeschwindigkeit“ und „Belastung durch den Verbraucher“ hat die Windkraftanlage keinen Einfluss. Moderne Windkraftanlagen sind jedoch in der Lage, die Flügelstellung zu variieren, um die Ausgangsleistung zu optimieren.

Die Abhängigkeit der Ausgangsleistung von der Flügelstellung soll in diesem Experiment untersucht werden.

#### Aufgabe

Baue den Versuch entsprechend der obigen Darstellung auf.

Miss die Stromstärke und die Spannung bei unterschiedlichen Einstellwinkeln für zwei verschiedene Windgeschwindigkeiten.

Der Bereichswahlschalter des Multimeters Spannung ist auf die Position „DCV 20 V“ einzustellen, der des Multimeters Strom auf die Position „DCA 200 mA“.

Stell nun die Abhängigkeit der Ausgangsleistung vom Einstellwinkel für beide Windgeschwindigkeiten in einem gemeinsamen Diagramm dar.

#### Einstellungen

Konverterprinzip: Auftrieb  
 Flügelanzahl: 3  
 Flügelform: eben  
 Einstellwinkel: 0-90° in 15°-Schritten  
 Windgeschwindigkeit: 7 m/s 10 m/s  
 Lastwiderstand: 50 Ω

Einstellwinkel	Windgeschwindigkeit					
	7 m/s			10 m/s		
	U/V	I/mA	P/mW	U/V	I/mA	P/mW
0°	0	0	0	0	0	0
15°	0,23	7	1,01	0,25	13	3,29
30°	0,23	11	2,53	0,4	30,8	12,37
45°	0,11	16	2,1	2,3	37	11,1
60°	0,14	15	2,1	0,3	37	11,84
75°	0,09	10	0,9	0,27	28	7,28
90°	0	0	0	0	0	0

#### Fragen

1. Wie groß ist jeweils der optimale Einstellwinkel bei der Windgeschwindigkeit 7 m/s  
 Windgeschwindigkeit 10 m/s

30°  
30°

2. Welchen Zusammenhang zwischen Windgeschwindigkeit und Einstellwinkel vermutest Du?

Die Einstellwinkel variieren bei unterschiedlichen Windgeschwindigkeiten.

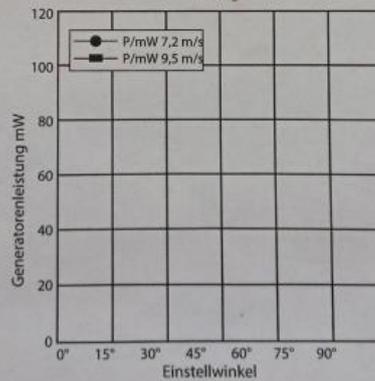
3. Überlege und begründe, ob eine Windkraftanlage mit fester Rotorblattstellung optimal arbeiten kann?

Nein, da nur in bestimmten Winkeln der Rotorblätter der Wind optimal genutzt werden kann.

4. Schlussfolgere, welche technischen Anforderungen deshalb an moderne Windkraftanlagen gestellt werden.

Die Rotorblätter müssen verstellbar sein. Das Maschinenhaus muss ebenfalls drehbar ausgeführt werden.

Ausgangsleistung in Abhängigkeit der Flügelstellung



#### Information

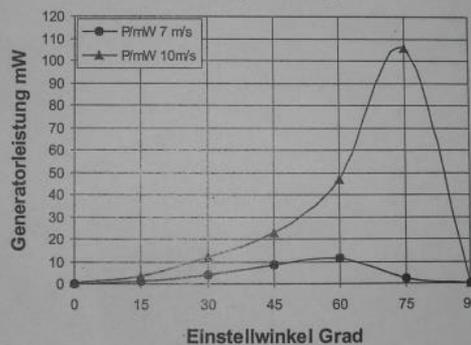
Bei diesem Versuch sind eine Vielzahl von Flügelstellungen erforderlich. Daher ist es ratsam, mit drei ebenen Flügeln zu arbeiten und die Schülerinnen und Schüler darauf hin zu weisen, dass sie die Feststellschrauben für die Flügel nur behutsam anziehen sollten.

Die Ergebnisse stehen im Widerspruch zu der naheliegenden Vermutung, dass das Leistungsmaximum bei einem Einstellwinkel von etwa 45° zu finden ist.

Deshalb ist auch dieser Versuch besonders gut geeignet, die Wirkung der Windkraft auf einen sich drehenden Flügel zu untersuchen.

Einstellwinkel	Windgeschwindigkeit					
	7 m/s			10 m/s		
	U/V	I/mA	P/mW 7 m/s	U/V	I/mA	P/mW 10m/s
0	0,05	1,2	0,06	0,14	3	0,42
15	0,23	4,3	0,99	0,43	8,3	3,57
30	0,45	8,6	3,87	0,8	15,3	12,24
45	0,66	12,7	8,38	1,09	21	22,89
60	0,77	14,6	11,24	1,57	29,9	46,94
75	0,35	7,0	2,45	2,36	44,9	105,96
90	0,00	0,2	0,00	0	0,3	0,00

Ausgangsleistung in Abhängigkeit der Flügelstellung



1. Windgeschwindigkeit 7 m/s: 60°  
 Windgeschwindigkeit 10 m/s: 75°

2. Je größer die Windgeschwindigkeit, desto größer der optimale Einstellwinkel.

3. Da der optimale Einstellwinkel stark von der Windgeschwindigkeit abhängt, wird bei einem festen Einstellwinkel der optimale Wirkungsgrad nur für eine bestimmte Windgeschwindigkeit erreicht.

4. Moderne Windkraftanlagen können die Rotorblätter abhängig von der Windgeschwindigkeit einstellen. Sie benötigen verfügen über eine automatische Rotorblattverstellung und einen Windmesser. Hiermit kann die Leistung in gewissen Grenzen geregelt werden.



Vervielfältigung nur  
für Unterrichts-  
zwecke in  
Verbindung mit  
dem Windtrainer  
junior

Ausgabe 06/2009

IKS Photovoltaik  
An der Kurhessenhalle 16 b  
D-34134 Kassel / Germany  
Tel. +49 (0) 561 / 9538050  
Fax +49 (0) 561 / 9538051  
www.iks-photovoltaik.de  
info@iks-photovoltaik.de



Lehrsysteme  
Messtechnik  
Sonderentwicklungen

Grundlage

11 Experimente zur Windenergie  
Schul-Technologie-Zentrum  
Recklinghausen e.V.  
Autoren  
Johannes Lemke  
Thomas Niebur

**Inhaltsverzeichnis**

**Inhalt und Anordnung im Koffer** .....1

**Vorstellung der einzelnen Komponenten** .....2

**Aufbau des Systems** .....8

**Bestimmungsgemäße Verwendung / Sicherheitshinweise** .....10

**Experimente zur Windenergie**

**Experiment 1** Messung der Windgeschwindigkeit in der Umgebung .....11

**Experiment 2** Messung der Windgeschwindigkeit der Windmaschine in Abhängigkeit von der Potentiometerstellung.....12

**Experiment 3** Messung der Ausgangsleistung einer Windenergieanlage in Abhängigkeit von der Flügelform.....13

**Experiment 4** Messung der Ausgangsleistung einer Windenergieanlage in Abhängigkeit von der Flügelanzahl .....14

**Experiment 5** Messung der Ausgangsleistung einer Windenergieanlage in Abhängigkeit von der Flügelstellung .....15

**Experiment 6** Messung der Strom-Spannungs-Kennlinie einer Windenergieanlage bei konstanter Drehzahl .....16

**Experiment 7** Messung der Strom-Spannungs-Kennlinie am Auftriebs- und Widerstandsläufer bei konstanter Windgeschwindigkeit.....17

**Experiment 8** Messung der Ausgangsleistung einer Windenergieanlage in Abhängigkeit von der Windgeschwindigkeit.....18

---

**Experiment 9** Messung der Ausgangsleistung am Savonius-Rotor mit und ohne Spalt .....19

**Experiment 10** Messung der Strom-Spannungs-Kennlinie am Savonius-Rotor bei konstanter Windgeschwindigkeit .....20

**Experiment 11** Laden eines GoldCap-Kondensators / Akkumulators mit einer Windenergieanlage .....21

**Experiment 12** Entladen eines GoldCap-Kondensators / Akkumulators .....22

**Experiment 13** Aufbau eines Inselnetzes .....23

**Schaltymbole und Begriffe** .....24