

Projekt „Experimente am Rande des Weltraums – Stratosphärenflug“

In einem jahrgangs- und schwerpunktübergreifenden MINT-Projekt unter Leitung der Lehrkräfte OStR'in Karin Arend und StD Klaus Fricke bereitete eine Schüler*innengruppe unseres Beruflichen Gymnasiums im Schuljahr 2021/22 den Start eines Wetterballons in eine Höhe von etwa 40'000m - also in die Stratosphäre- vor.

Der Start fand statt am Di. 05.07.2022 um 11:00'54 Uhr vom Vereinsgelände des CSC 03 Kassel e. V. (Jahnstraße 11, 34123 Kassel).

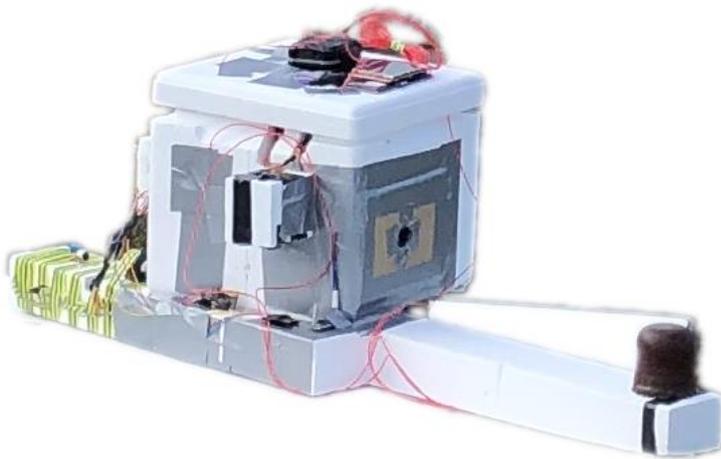
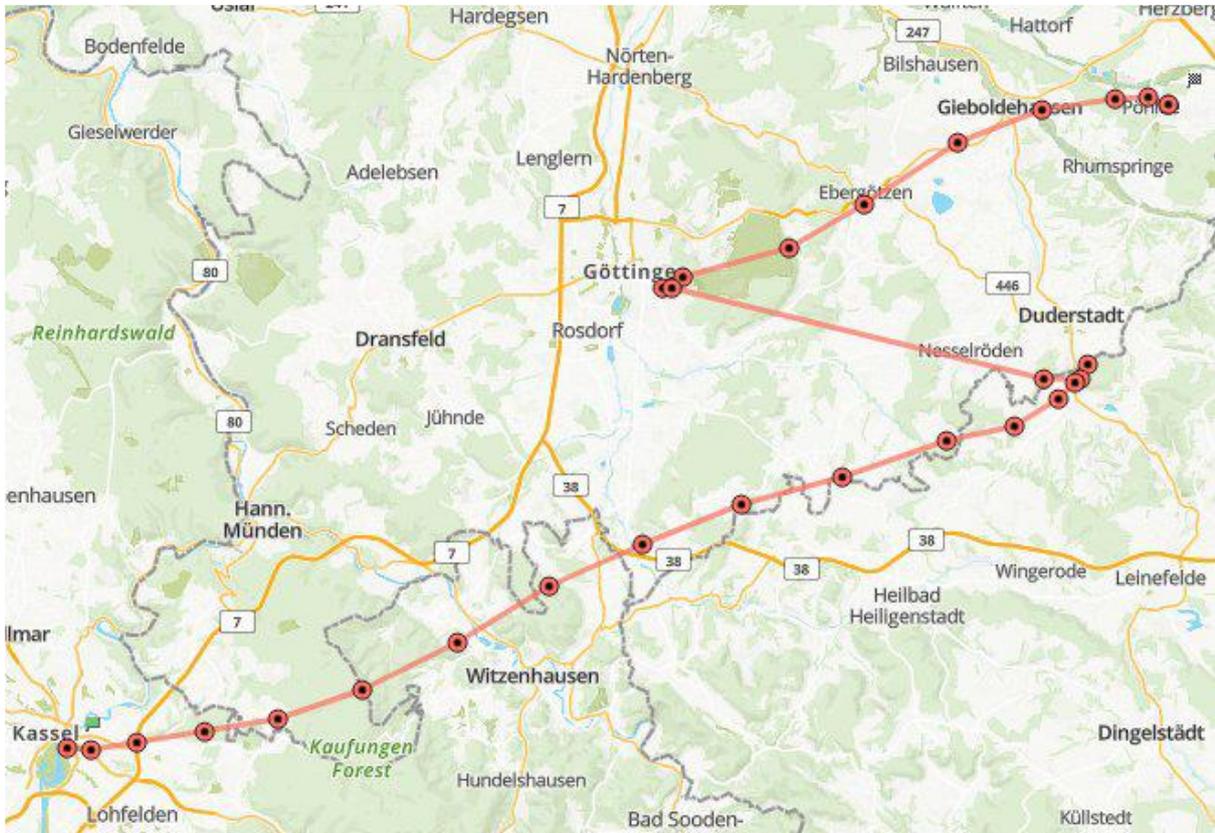
Das Stratosphären-Team am Morgen vor dem erfolgreichen Start



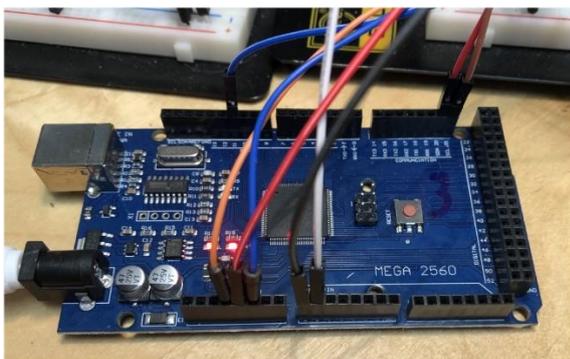
Ein Schnappschuss vom Ballon direkt nach dem Start

Die Landung erfolgte um 13:37'24 Uhr auf einem Raps-Feld in Pöhlde am Harz.

Die Sonde blieb während Flug und Landung komplett unversehrt, alle Systeme und Kameras liefen noch und der beim Start vor der Kamera platzierte Schoko-Schaumkuss war noch vorhanden. Die Flugroute vom Start bis zur Landung erstreckte sich von Kassel bis in das Harzer Vorland.



An Bord befanden sich viele interessante Experimente (realisiert mit Arduinos und Sensoren), deren Daten z.T. noch ausgewertet werden müssen. Die Experimente, die beim Auf- und Abstieg sowie in der maximalen Flughöhe durchgeführt wurden, wurden in eine Styroporbox (Sonde) eingebaut und mit speziellen Batterien betrieben.



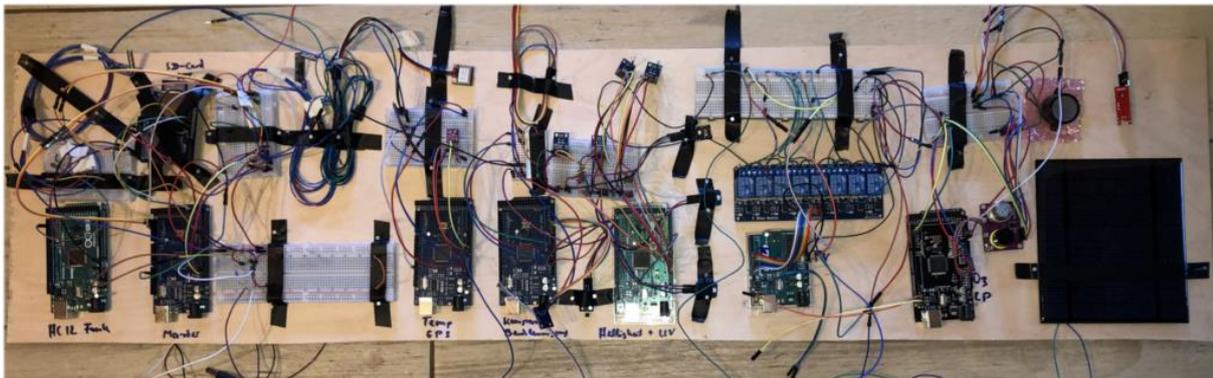
In unseren Schwerpunkten Elektrotechnik und Praktische Informatik wird bei uns in den Grund- und Leistungskursen sehr intensiv mit dem Arduino gearbeitet und dabei die Programmiersprache C erlernt.

Unsere Sonde wurde mit folgenden Sensoren bestückt:

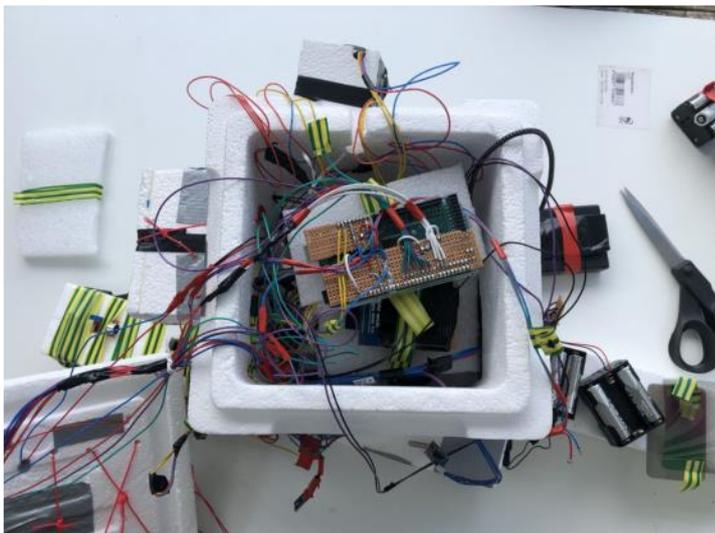
- 2 Videokameras mit Tonaufzeichnung
- Barometrischer Sensor für Temperatur, Luftfeuchtigkeit und Luftdruck
- Eine Schallübertragungseinheit mit Lautsprecher und Mikrofon
- Ein Infrarot CO₂ Sensor Modul
- Zwei 3-Achsen Gyros mit Beschleunigungssensoren
- Ein Ozon Sensor
- Helligkeits- und UV-Sensoren
- Analoge und digitale Temperatursensoren
- Ein elektronisches Kompassmodul
- GPS-Sensoren

Über ein „Wireless Transceiver RF Transceiver Module“ wurden die Sensordaten aus der Sonde zum Empfänger am Laptop im „Mission Control Center“ übertragen und konnten von den interessierten Zuschauern eingesehen werden. Die Übertragung zwischen Sonde und Empfänger riss erst ab, nachdem sich der Wetterballon ca. 2km entfernt hatte.

Ein Datenlogger mit Echtzeituhr (RTC) zeichnete alle gewonnen Messwerte auf.



Das Gesamtsystem der Experimente im Versuchsaufbau. Einige weitere Experimente konnten aus Gewichts- und Platzgründen nicht in der Sonde verbaut werden. Darunter auch das PV-Modul, dem sich über Relais Belastungswiderstände hinzuschalten ließen um Strom, Spannung, Innenwiderstand und Leistungsabgabe bei verschiedenen Lasten, Höhen und Umgebungstemperaturen untersuchen zu können.



Die Sonde während des Zusammenbaus.

Mehr wollte einfach nicht hineinpassen.

Die Sonde hatte beim Abflug schließlich ein Gewicht von 1,99 kg.

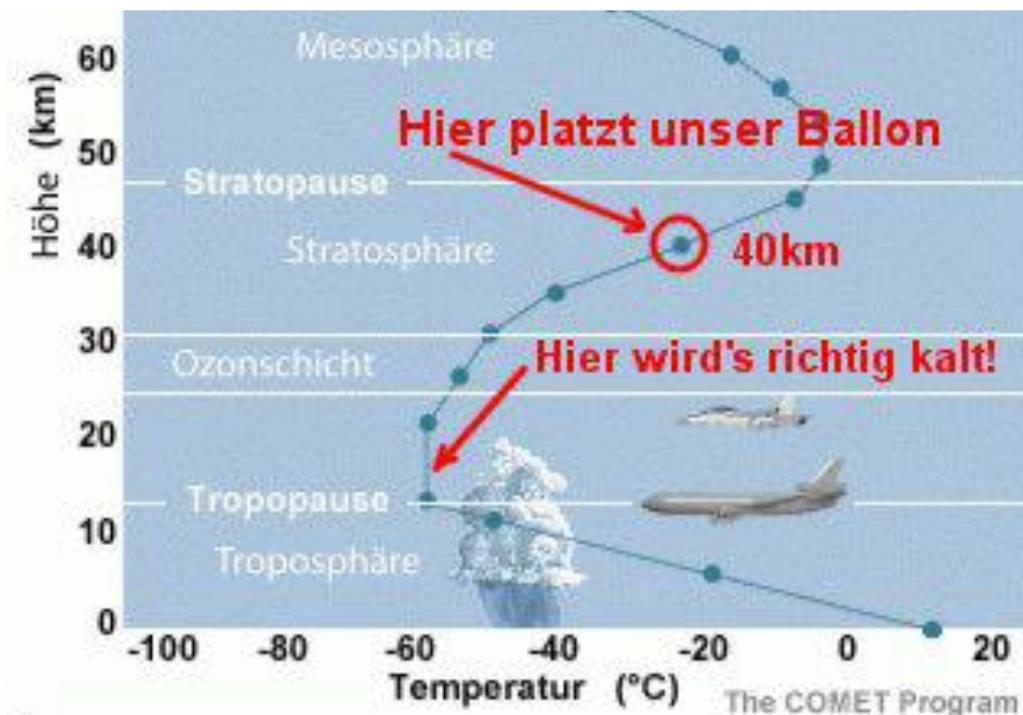
Für einen Großteil des Gewichtes sorgten die Batterien, die die Anordnung auch bei extremen Temperaturen zuverlässig mit Energie versorgten und die insbesondere die Gassensoren beheizen mussten.

Der Ausblick in ca. 32.000 Meter Höhe auf unseren schönen blauen Planet Erde belohnte alle Projektteilnehmer für ihre Mühen bei der Umsetzung des Projektes.

Der Schokoschaumkuss hat sich aufgrund des niedrigen Luftdrucks ausgedehnt. Die Ausdehnung wurde durch die niedrige Temperatur von minus 40°C gebremst, da der Schaumkuss zunehmend gefror.



Wir passierten auf unserem Flug die uns schützende Ozonschicht, überstanden -40°C und gelangten auf eine Höhe von ca. 32km, bevor der Ballon platzte und die Sonde an einem Fallschirm zur Erde zurück gelangte. Dabei kamen wir einigen Verkehrsflugzeugen recht nahe, wie Tonaufnahmen und Videoaufzeichnungen belegen. Mit der App „Flightradar24“ konnten wir sogar herausfinden, dass es sich u.a. um Flugzeuge der Fluglinien KLM und UA handelte.



Der Flug unseres Ballons konnte live auf www.findmespot.com nachverfolgt werden (dazu als Zeitbereich „04.07.2022 13:00 Uhr bis heute“ angeben; die Höhenangaben sind inkorrekt). Die

Flugroute konnte außerdem vorab mit dem Tool „Flugroutenvorausberechnung“ von Stratoflights relativ genau ermittelt werden.

Wir luden alle Schüler*innen und Lehrkräfte unseres Gymnasiums sowie technikbegeisterte Schüler*innen aus der 8. und 9. Klasse von anderen Schulen mit ihren Lehrkräften oder Eltern ein, dieses Spektakel live vor Ort zu verfolgen. Bei dieser Gelegenheit konnte man mit unseren Schüler*innen und Lehrkräften aus unserem Gymnasium ins Gespräch kommen und sich über die Möglichkeiten in unseren vier innovativen Schwerpunkten (Elektrotechnik, Maschinenbautechnik, Informatik und Gestaltungs- und Medientechnik) informieren:

„>>> Mit Technik zum Abitur <<<,,“



Die Uni-Kassel war vor Ort mit einem Informationsstand vertreten und informierte u.a. über den Orientierungsstudiengang [plusMINT](#).

Das überglückliche Stratosphären-Team nach dem erfolgreichen Start



Auswertung

Erste Ergebnisse unserer Experimente können auf unserer [Homepage](https://www.max-eyth-schule.de/bildungsangebote/bg/das-leben-im-bg-2/projekte/stratosphaerenflug/) eingesehen werden. (<https://www.max-eyth-schule.de/bildungsangebote/bg/das-leben-im-bg-2/projekte/stratosphaerenflug/>)

Eine tiefgründigere Auswertung der Daten konnte aufgrund des mehrfach verschobenen Starttermins des Wetterballons und den nahenden Sommerferien 2022 bislang nicht stattfinden.

Ein Referendar für Physik aus Kassel entdeckte unseren Projektbericht auf der Homepage unserer Schule und bot sich an, die Daten zusammen mit unseren Schüler*innen auszuwerten.

Kompetenzerwerb

Unsere Schüler*innen wurden während des Projekts u.a. mit folgenden Aufgaben konfrontiert, bei denen sie vielfältige Kompetenzen, insbesondere aber Frustbewältigung und Durchhaltevermögen erwerben konnten:

- Projektplanung und Projektmanagement
- Marketing, Kommunikation und Sponsorensuche
- Literatur und Internetrecherche
- Die Physik der Atmosphäre und erwartete Phänomene auf einem Flug in die Stratosphäre
- Luftströmungen in der Höhe
- Temperatur und barometrisches Verhalten als Funktion der Höhe (Grundlage der barometrischen Höhenformel)
- Schallübertragung im luftgefüllten und luftarmen Raum
- Ozon und CO₂ in der Atmosphäre
- Beschleunigung in 3 Achsen
- Elektronischer Kompass und Magnetfeld der Erde
- Aufteilung der Erde in Längen- und Breitengrade (Longituden und Latituden)
- Umwandeln von zeitlichem Verhalten in „Funktionen“ der Höhe
- Umwandeln von Bewegungsabläufen in Abhängigkeit der Zeit in „Funktionen“ in x- und y-Richtung (Verlauf der Flugroute)
- Luftfahrtrecht und Versicherungsrecht

Sponsoren

Ganz herzlich bedanken wir uns bei unseren Hauptsponsoren, ohne die dieses kostenintensive Projekt nicht machbar gewesen wäre:

- **Deutsche Physikalische Gesellschaft e.V.**
- **Universität Kassel**
- **Förderverein der Max-Eyth-Schule**

Kassel, 24.10.2022

Klaus Fricke, Dipl. Ing.
Studiendirektor