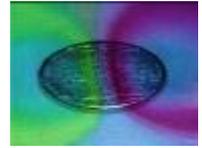




IMST – Innovationen machen Schulen Top

Themenprogramm: Kompetenzen im mathematischen
und naturwissenschaftlichen Unterricht



PHYSIKALISCHE EXPERIMENTE IN SCHWERELOSIGKEIT

ID 712

Bernhard Weinberger

Jan Walter Schroeder

Christoph Leinmüller

BORG Monsberggasse, Graz; Verein Astrinova, Ludwigshafen; Steirische Flugsportunion, Graz

Graz, Juli 2012

Inhaltsverzeichnis

ABSTRACT	3
1 EINLEITUNG.....	4
1.1 Projektidee	4
1.2 Voraussetzungen	4
1.3 Das Prinzip „Messen“	4
1.4 Ziele des Projekts.....	5
2 GRUNDLAGEN	6
2.1 Schwerelosigkeit.....	6
3 PLANUNG.....	7
3.1 Phase 1: Vorbereitung.....	7
3.2 Phase 2: Theoretische Grundlagen.....	7
3.3 Phase 3: Experiment-Entwurf.....	7
3.4 Phase 4: Durchführung der Experimente	7
3.5 Phase 5: Dokumentation und Nachbearbeitung	7
4 DURCHFÜHRUNG	9
4.1 Phase 1: Vorbereitung.....	9
4.2 Phase 2: Theoretische Grundlagen.....	9
4.3 Phase 3: Experiment-Entwurf.....	9
4.4 Phase 4: Durchführung der Experimente	11
4.5 Phase 5: Dokumentation und Nachbearbeitung	12
5 EVALUATION	13
5.1 Ziele	13
5.2 Messen	13
5.3 Schwerelosigkeit.....	15
5.4 Einstellung zu den Naturwissenschaften / Genderaspekt.....	17
6 ZUSAMMENFASSUNG.....	21
LITERATUR	21

ABSTRACT

Experimente in Schwerelosigkeit können normalerweise nur mit einem sehr hohen (finanziellen) Aufwand durchgeführt werden: an Bord der ISS (Internationalen Raumstation), in Falltürmen oder bei Parabelflügen mit speziell umgebauten Großflugzeugen der ESA oder NASA. In unserem Projekt haben wir uns der Methode des „Parabelflugs“ bedient, allerdings mit Segelflugzeugen. Dabei kann Schwerelosigkeit für etwa vier Sekunden erreicht werden (Die Schwerelosigkeit ist nicht perfekt, man spricht besser von „Mikrogravitation“). Dabei entwerfen die Schüler/innen die Experimente und bauen sie auf. Das besondere ist dabei, dass die Schüler/innen dann ihr eigenes Experiment in Schwerelosigkeit testen können.

Schulstufe: 10

Fächer: Physik, Science, Informatik

Kontaktperson:

Kontaktadresse:

Schlagworte:

Experiment, Exkursion, Motivation, Informatik, Messen

1 EINLEITUNG

1.1 Projektidee

Die Idee zum Projekt stammt aus einem Facebook-Chat mit Jan Walter Schroeder vom Verein Astrinova. Er erzählte von seinem Parabelflug mit einem Akro-Flugzeug. Da ich selbst zu Fliegen begonnen hatte erweckte sein Bericht meine volle Aufmerksamkeit und ich überlegte mir, wie ein Projekt aussehen könnte, bei dem Schüler/innen selbst ein Experiment entwerfen, bauen und beobachten können. Daraus entstand dann schlussendlich dieses Projekt, wenn auch einige Hürden bei der Umsetzung zu überwinden waren.

1.2 Voraussetzungen

Astronomie und Raumfahrt sind Themen, für die Jugendliche ein überdurchschnittliches Interesse aufbringen. Mit Hilfe dieses Projekts sollten über dieses Interesse hinaus physikalische Grundprinzipien vermittelt werden, die sonst als „langweilig“ gelten. Durch den hohen Erlebniswert sollte dieses Wissen auch nachhaltig verankert werden.

Geplant war die Durchführung von Experimenten in Schwerelosigkeit. Diese kann mit Segelflugzeugen für ca. 4 Sekunden in ausreichender Qualität erzeugt werden. Der Vorteil ist dabei, dass der Preis, im Gegensatz zu anderen Schwerelosigkeits-Methoden (Raumflug, Parabelflug mit großen Motorflugzeugen, Fallturm) für Schüler/innen erschwinglich ist, sie die Experimente daher selbst durchführen können. Der Nachteil der begrenzten Schwerelosigkeits-Zeit muss durch ein entsprechendes Experiment-Design ausgeglichen werden.

1.3 Das Prinzip „Messen“

Das Projekt war eingebunden in den, von der Projektleitung vorgegebenen, Themenbereich „Messen“. Wie kann „Schwerelosigkeit“ (oder exakter: die Schwerebeschleunigung) aber nun gemessen werden: Im technischen Bereich gibt es Gravimeter [1], das sind Beschleunigungsmesser [2], die sich des Prinzips der Interferometrie [3], ähnlich einem Michelson-Interferometer, zunutze machen. Es gibt aber auch eine Reihe einfacher Methoden, die auch von Schüler/innen durchgeführt werden können. Eine kleine Auswahl:

Messen der wirkenden Kraft:

- ✦ Federwaage

Messen der Periodendauer:

- ✦ Fadenpendel

Messen der Beschleunigung:

- ✦ Direktes Messen mit einer App für das Mobiltelefon (Prinzip siehe [2])

Biologische Methoden

- ✦ Messen der Herzfrequenz
- ✦ Veränderungen von Körpermaßen (Hals, Wade)
- ✦ Pupillenreaktion

Beobachten

- ⤴ Flüssigkeiten
- ⤴ Ballons
- ⤴ Flugbahn
- ⤴ Rotation gekoppelte Körper

Fall-Experimente auf der Erde

- ⤴ Box mit fixierter Kamera/Webcam

1.4 Ziele des Projekts

1. Erweitern physikalischen Wissens

Schüler/innen sollen durch das Projekt ihre physikalischen Basiskenntnisse erweitern und kreative Ideen in Form von selbstentworfenen Experimenten, die sie anschließend auch selbst testen können, umsetzen.

2. Motivationssteigerung

Das Entwickeln von Ideen und das Durchführen von Experimenten mit „hohem Erlebniswert“ soll das Lernen und Behalten des Basisstoffs, aber auch die Freude am Gegenstand Physik, fördern.

3. Internationaler Gedankenaustausch

Durch die Zusammenarbeit mit einem internationalen Verein (Astrinova), der Wert auf das Etablieren einer europäischen „Community“ legt soll darüber hinaus auch die Kommunikation mit Schüler/innen anderer Länder, die an ähnlichen Projekten arbeiten, gefördert werden.

2 GRUNDLAGEN

2.1 Schwerelosigkeit

Schwerelosigkeit ist ein Zustand ohne fühlbarer Schwerebeschleunigung.

Häufige Irrtümer:

"Hätten wir ein Vakuum auf der Erde, wären wir schwerelos"

Vakuum verursacht keine Schwerelosigkeit. Hätte die Erde keine Atmosphäre würden wir zwar einen Raumanzug o.ä. benötigen. Wir würden uns aber genau so schwer fühlen wie wir es mit Atmosphäre gewohnt sind.

"Die Astronauten auf der Internationalen Raumstation fühlen sich schwerelos, weil sie das Schwerfeld der Erde verlassen haben"

Die Besatzung der ISS fühlt sich tatsächlich schwerelos, allerdings befinden sie sich, nach wie vor, im Schwerfeld der Erde (das sie auf einer Kreisbahn um unseren Planeten hält)

Für zahlreiche Experimente aus den Bereichen Materialwissenschaft, Biologie, Medizin, Chemie etc. ist Schwerelosigkeit eine wichtige Voraussetzung. Es gibt dabei mehrere Möglichkeiten:

Experimente auf Satelliten oder der Internationalen Raumstation: Erlaubt Schwerelosigkeit für lange Zeit (Tage, Woche, Monate ... je nach Anforderungen an das Experiment). Nachteil: Raumflüge sind extrem teuer.

Parabelflüge: Dabei wird mit einem Flugzeug ein Manöver geflogen, das einer Wurfparabel entspricht. Die dabei erzielbare Zeit von "Mikro-Gravitation" (=Nahezu-Schwerelosigkeit) beträgt bis zu 90 Sekunden. Nachteil: Man benötigt speziell umgebaute Großflugzeuge. Experimente sind also auch entsprechend teuer und stehen fast ausschließlich für Forschungsaufgaben zur Verfügung.

Fallturmexperimente: In Falltürmen, die im Prinzip aus einer großen Vakuumkammer bestehen, können Freifall-Experimente durchgeführt werden. Versuchszeit: Bis etwa 9 Sekunden: Nachteil: Das Experiment muss automatisch (in einer Kapsel) ablaufen, da es nicht von einem menschlichen Betreuer begleitet werden kann.

Unser Projekt bedient sich der Methode des Parabelflugs, allerdings ist die erzielbare Mikrogravitations-Zeit beschränkt. Die Wahl, die Flüge mit einem Segelflugzeug durchzuführen wurde gewählt, weil dies eine sehr kostengünstige Variante ist und sie sich auch dazu eignet, Schüler/innen ihre eigene Experimente in der Schwerelosigkeit testen zu lassen. In einem solchen Flug kann man bis zu vier Sekunden Schwerelosigkeit erreichen. (Die Schwerelosigkeit ist nicht perfekt, man spricht besser von "Mikrogravitation").

3 PLANUNG

Der Plan war, dass kleinere Projektgruppen eigenständig Experimente aus dem Bereich Mechanik (Lehrplan Physik, 5. und 6. Klasse [4]), für die Schwerelosigkeit entwerfen. Anschließend sollte der Aufbau der Experimente erfolgen, bei der die praktischen Fähigkeiten der Schüler/innen gefordert waren. Die Experimente sollten selbst durchgeführt, entsprechend dokumentiert und nachbereitet werden.

3.1 Phase 1: Vorbereitung

In dieser ersten Projektphase sollten vor allem die grundsätzlichen Fragen geklärt werden:

Sicherheit: In Absprache mit dem Segelflugverein mussten die Bedingungen für die Flüge geklärt werden.

Sicherung: Die Bedingungen für das Experimentdesign musste geklärt werden (Größe, Sicherung/Fixierung während des Flugs). Dies erfolgte in Absprache mit dem Segelflugverein (Flugsportunion Graz) und dem Verein Astrinova.

Fragen der technischen Umsetzbarkeit: Wie können die Experimente dokumentiert werden? Welche Hilfsmittel (Notebook, Netbook, Digi-Cam, Webcam) sind sinnvoll/möglich?

3.2 Phase 2: Theoretische Grundlagen

Die erforderlichen physikalischen und technischen Voraussetzungen sollten mit den Schüler/innen erarbeitet werden. Der Lehrplan deckt dabei die wichtigsten Punkte ohnehin bereits ab. Die speziellen Schwerelosigkeitsbedingungen konnten mit Unterlagen, die z.B. die ESA für Schüler/innen zur Verfügung stellt (<http://eea.spaceflight.esa.int/>), vertieft werden.

3.3 Phase 3: Experiment-Entwurf

Es bildeten sich Gruppen von Schüler/innen (Zweier-, Dreier-Teams), deren Aufgabe das Entwerfen von Experimenten war. Ideen-Hilfestellungen kamen von bereits durchgeführten Experimenten in Raumstationen/Parabelflügen der ESA und vom Verein Astrinova. Diese sollen aber die Eigenkreativität nicht in eine bestimmte Richtung einschränken. Die Experimente wurden zunächst am Papier entworfen, die Umsetzbarkeit dann geprüft (Lehrer/Astrinova/Flugsportunion) bis schließlich das Experiment von den Schüler/innen aufgebaut und zunächst am Boden geprüft wurde.

3.4 Phase 4: Durchführung der Experimente

Die Durchführung der Experimente erfolgte, in Absprache mit dem Piloten Christoph Leinmüller der Flugsportunion Graz, am 14. Juni. Am Vormittag erfolgte die Flugvorbereitung (Einweisung in den Flugbetrieb am Flugplatz, Sicherheitsunterweisungen, Erklärung des Flugzeugs und Anweisungen für den Flug)

3.5 Phase 5: Dokumentation und Nachbearbeitung

Alle Flüge wurden mittels Video dokumentiert. Die Schüler/innen sollten nun ihre Ergebnisse entsprechend dokumentieren. Da wir (flugbetriebsbedingt) einen sehr späten Termin für un-

sere Flüge bekommen haben, beschränkte sich die Nacharbeit auf diesen Bericht. Geplante Präsentationen konnten nicht mehr erstellt werden. Präsentation vor und schreiben eine Zusammenfassung, die später auch in eine wissenschaftliche Arbeit und in Präsentationen auf Kongressen münden soll.

4 DURCHFÜHRUNG

4.1 Phase 1: Vorbereitung

Der Startschuss zum Projekt und zur Phase 1 erfolgte im Jänner mit einer Besprechung mit dem durchführenden Piloten. Es wurde dabei geklärt

- ✧ welches Fluggerät zur Verfügung steht
- ✧ wieviele Flüge an einem Halbtage realistisch sind
- ✧ welche Beschränkungen es für die Experimente gibt (Größe, verwendete Stoffe usw.)
- ✧ Dokumentationsmöglichkeiten
- ✧ und u.a. auch versicherungstechnische und rechtliche Aspekte.

4.2 Phase 2: Theoretische Grundlagen

Ab April wurde mit dem Erarbeiten des nötigen Stoffs begonnen. Dabei stand die Astrophysik im Fach Physik im Vordergrund, Meteorologie und Aerodynamik im Fach Science. Außerdem wurden, zum Thema passend, folgende Exkursionen durchgeführt:

Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik in Graz

FH Joanneum Luftfahrt / Aviation



4.3 Phase 3: Experiment-Entwurf

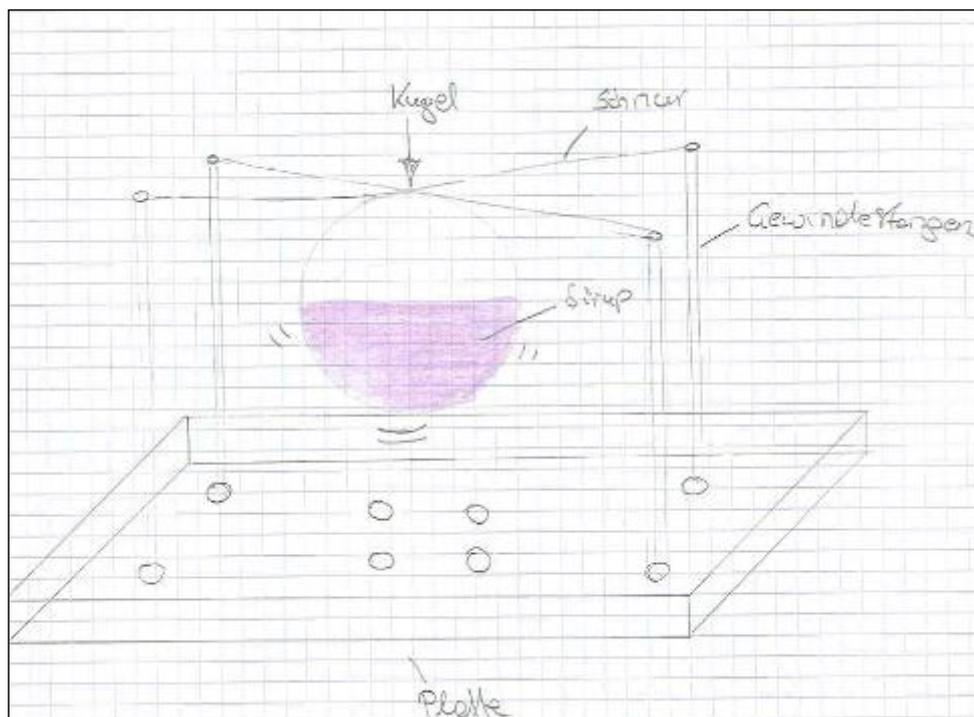
Die „heiße Phase“ begann Anfang Juni. Die Schüler/innen bekamen die Aufgabe, Teams zu bilden. Gleichzeitig wurde auch erhoben, wer überhaupt fliegen wollte (Die Belastung und das Gefühl ist ähnlich einer wilden Achterbahnfahrt). Zunächst haben sich zwölf (von 23) „Pilot/inn/en“ gemeldet (später hat sich die Zahl auf acht reduziert).

In Zusammenarbeit mit dem Piloten der Flugsportunion wurde eine Halterung aus Blech konstruiert. Diese konnte sehr einfach auf die Haube des Flugzeugs montiert werden. Für diese Blechhalterung wurden dann Boards entwickelt, auf denen später die Schüler/innen ihre Experimente aufbauen konnten. Diese Boards bestanden aus einem Holz-Blech-Verbund mit vier Schraubenstangen (und vier Befestigungslöchern). Die Experimente konnten, da jede Gruppe ein eigenes Board zur Verfügung hatte, entweder auf der Grundplatte direkt befestigt werden (z.B. geklebt) oder mit Muttern an den Gewindestangen fixiert werden.



Zunächst sollten die Teams möglichst frei ein Experiment wählen. Einige Schwerelos-Experimente waren zu diesem Zeitpunkt schon aus gezeigten Videos der ESA [5] bekannt. Für „ideenlose“ Schüler/innen gab es in der folgenden Stunde eine Video-Konferenz mit Jan Walter Schroeder vom Verein Astrinova.

Die ersten Entwürfe sollten als Freihandskizze erfolgen, da die Klasse aber als Notebookklasse geführt wird, hat es auch einige Entwürfe in elektronischer Form gegeben. Hier ein Beispiel eines Entwurfes:



Diese Entwurfs-
wurfs-
skizzen
sollten
dann
umge-
setzt
werden.

Materia-
lien wur-
den vom
Verein
Astrinova
zur Ver-
fügung
gestellt,
haus-

haltsübliche Dinge haben die Schüler aber auch selbst mitgebracht, manche haben die Experimente ohnehin zu Hause vorbereitet.

4.4 Phase 4: Durchführung der Experimente

Der Flugtag (14. Juni) bestand zunächst darin, dass alle Schüler/innen der Klasse eine allgemeine Flugplatz- und Segelflugeinweisung bekamen.



Da sich die Zahl der flugwilligen Schüler/innen (aus terminlichen Gründen, Krankheit etc.) auf acht reduziert hatte, konnten alle Flüge an diesem Freitagnachmittag durchgeführt werden. Alle Experimente wurden, zur späteren Auswertung, video-dokumentiert. Ausschnitte aus den Videos gibt es hier:

<http://parabelfluege.blogspot.com/2012/06/projekt-schwereelosigkeit-borg.html>

Die einzelnen Experimente im Überblick:

- ✦ Wasserflasche, zur Hälfte gefüllt mit Wasser, mit einem "Cartesianischen Taucher" und einigen Kunststoffteilen:
- ✦ Sirup in einer Kugel
- ✦ Wasser-Öl Mischung in einer Plastikflasche
- ✦ Messung/Verhalten der Schwerebeschleunigung mit einem Körper, befestigt mit Gummiringen
- ✦ Messung der Schwerebeschleunigung mit einer Handy-App
- ✦ Verhalten eines Faden-Pendels bei unterschiedlichen Schwerebeschleunigungen
- ✦ Ein Heliumballon und ein mit Luft gefüllter Ballon
- ✦ Das Verhalten einer Kerzenflamme in Schwerelosigkeit (und noch einmal das Pendel)

4.5 Phase 5: Dokumentation und Nachbearbeitung

Durch den späten Termin der Flüge (das Flugzeug war in den Wochen davor nicht verfügbar) konnten nicht alle Punkte der geplanten Nachbearbeitungsphase mehr durchgeführt werden. Die Schüler/innen konnten das Video ihres Fluges downloaden und die Beobachtungen (die während der Flugphase kaum möglich war, weil die Situation für die Schüler/innen einfach zu neu und aufregend war) interpretieren. Die Analyse sollte mit einem Bericht abgeschlossen werden. Ein Beispielbericht (Das Experiment war das Verhalten eines Heliumballons im Vergleich zu einem normalen Luftballon zu beschreiben):

Wie war deine persönlichen Erwartungen vom Flug ?

Ich konnte mir das nicht so gut vorstellen weil ich noch nie mit einem Segelflieger mit geflogen bin ,aber schon öfters mit einem Passagierflugzeug geflogen bin .Ich habe gedacht das das Segelflugzeug größer und schwerer ist .

Wie war der Flug tatsächlich ?

Aber ich war überrascht wie sehr man die Kräfte am Körper gespürt hat.ich hab es mir auch irgendwie lauter vorgestellt.Der Flug war echt großartig und die Parabel war im wahrsten Sinne des Wortes umwerfend .Wie wir nach unten geflogen sind hat es mich für ein paar Sekunden in den Sitz gedrückt ,dass war eigentlich noch nicht so schlimm , danach war es für ungefähr 3 Sekunden wieder normal ,aber darauf wurde ich nach vorne geschleudert .Die Parabeln waren schon ziemlich heftig .Aber es war doch recht lustig und eindrucksvoll.Besonders gut hat mir der Ausblick gefallen so habe ich Graz und Umgebung noch nie gesehen das war interessant .Und es war gar nicht so heiß im Flugzeug .

Von dem Versuch habe ich eigentlich gar nicht so viel gesehen aber kurz waren beide Lutballons schwerelos .Sowohl der normale Ballon so wie der mit Helium .Obwohl die Lutballons mit der Zeit recht viel Luft verloren ,wegen der ständigen Sonneneinstrahlung.

Hat das Experiment zur Zufriedenheit geklappt? (Wenn nein, warum nicht)

Was könnte man das nächste Mal verbessern?

Welche Erkenntnisse liefert das Experiment?

Ja der versuch hat eigentlich gut funktioniert , aber ich würde das nächste mal würde ich die Schnur mit dem die Ballons befestigt waren kürzer machen und im Schatten lassen das die Ballons nicht eingehen .

Der versuch hat mir gezeigt ,dass es in der Schwerelosigkeit egal ist wie schwer oder welche Form ein Gegenstand hat .Und das er zum Schweben beginnt.

5 EVALUATION

5.1 Ziele

Die vier wichtigsten Punkte, die durch die durchgeführte Evaluation geklärt werden sollten, waren:

- ⤴ Prinzip „Messen“: Sind die Fähigkeiten, etwas zu „messen“ durch das Projekt merklich verbessert worden?
- ⤴ „Schwerelosigkeit“: Hat sich das Verständnis für den Begriff verändert?
- ⤴ Hat das Projekt die Einstellung zu den Naturwissenschaften verändert?
- ⤴ Gibt es merkbare Unterschiede zwischen weiblichen Schülerinnen und männlichen Schülern?

Neben den Beobachtungen und den Berichten der Schüler/innen, dienten vor allem Fragebögen zur Klärung dieser Fragen.

Es wurden zwei Fragebogen erstellt. Die Fragen der Bögen waren sehr ähnlich, manche Fragen sogar identisch. Die Schüler/innen konnten die Fragebögen online (über das schuleigene LMS Moodle) ausfüllen, wobei die Auswertung anonym erfolgte. Es wurden die Schüler/innen lediglich in zwei Gruppen (männlich/weiblich) aufgeteilt um eine geschlechtergetrennte Auswertung möglich zu machen.

Der erste Fragebogen wurde Mitte Mai online gestellt (also vor der Experimentierphase), der zweite Ende Juni (nach den durchgeführten Flügen).

5.2 Messen

Die Fragen bezogen sich auf Experimente, die NICHT in direktem Zusammenhang mit dem Projekt standen (die aber in ähnlicher Form im Unterricht besprochen wurden). Projektbezogene Fragen, die mit Messen zu tun haben, finden sich im Kapitel 5.3. Die Schüler/innen konnten freie Kurzantworten geben.

Ähnliche Antworten wurden zusammengefasst.

Fragebogen 1 (vor dem Projekt), 16 abgegebene Fragebögen

Frage:

Gib eine Liste von Hilfsmitteln an, die Du verwendest, um die Geschwindigkeit eines Fahrradfahrers zu ermitteln:

Antworten (12):

- ⤴ Stoppuhr, Maßband, Papier, Stift
- ⤴ Stoppuhr/Handy- App, eine abgemessene Strecke um mithilfe einer Formel die Geschwindigkeit auszurechnen. Für Faule: einen Fahrradcomputer kaufen
- ⤴ Radarpistole, Kilometerzähler + Zeit
- ⤴ Tachometer (2x)
- ⤴ Stoppuhr, Handy-App, Armbanduhr, Fahrradcomputer
- ⤴ Stoppuhr (2x)
- ⤴ Stoppuhr, einer Formel

- ⤴ Kilometerzähler, Radarpistole, Blitzer(Polizei)
- ⤴ Kilometerzähler. Bei der Verkehrskontrolle wird sie gemessen (Radarkasten)

Frage:

Du misst die Periodendauer einer Periode eines Pendels mit einer Stoppuhr.

Gib zwei Möglichkeiten an, das Ergebnis (d.h. die Genauigkeit) Deiner Messung zu verbessern:

Möglichkeit 1:

Möglichkeit 2:

Antworten (Mögl.1: 9/Mögl.2: 6):

- ⤴ Mittelwert über mehrere Messungen (2x)
- ⤴ mehrere Zeitmesser, Uhren, Stoppuhren, mehrere Personen messen zugleich (5x)
- ⤴ In kürzeren Abständen zu messen (2x)
- ⤴ Mitstoppen
- ⤴ ich zähle mit
- ⤴ Computer Programm
- ⤴ Pendeluhr
- ⤴ ich merke mir den Rhythmus und schreibe mit

Fragebogen 2 (nach dem Projekt), 19 abgegebene Fragebögen

Frage:

Du fährst mit einem Fahrrad. Gib eine Möglichkeit an, wie Du Deine Geschwindigkeit ermitteln kannst:

Antworten (17):

- ⤴ Punkt anvisieren dann Zeit messen bis zu einem anderen Punkt und dann berechnen (7x)
- ⤴ Man zählt mit wie lange man für 1000 m/eine bestimmte Strecke braucht. (2x)
- ⤴ Fahrradcomputer, Geschwindigkeitsmessgerät, Tachometer (8x)
- ⤴ Messgerät, Timer, Abstand
- ⤴ Mit einem Messgerät
- ⤴ $v=c/t$

Frage:

Ein Federpendel hat eine Periodendauer von 1,5 Sekunden. Du möchtest das Pendel genau auf eine Sekunde "eichen".

Welche Möglichkeiten hast Du?

Möglichkeit 1:

Möglichkeit 2:

Antworten (Mögl.1: 7/Mögl.2: 3):

- ✦ Mehr Gewicht an das Ende der Feder hängen (2x)
- ✦ Schwingungsbereich verkleinern (2x)
- ✦ Man könnte einen Gegenstand unten hinlegen so das das Gewicht mit diesem Gegenstand in Kontakt kommt und dadurch langsamer wird und dementsprechend seine Periodendauer sich verkürzt.
- ✦ längere Feder
- ✦ ich stoppe es ganz kurz ab und lass es schwächer wieder schwingen
- ✦ Internet
- ✦ $T = 1/s$
- ✦ langsamer schwingen lassen (2x)
- ✦ Indem man einfach die Stelle an der der Pendel hängt schnell nach oben bewegt denn dadurch wird auch der Pendel nach oben gezogen und kommt schneller oben an was wiederum die Periodendauer verkürzt.

Interpretation:

Zu den jeweils ersten Fragen: Obwohl Geschwindigkeitsmessungen (Weg/Zeitmessungen mit Stoppuhr und Maßband) im Unterricht des vergangenen Schuljahres (5. Klasse) durchgeführt wurden, ist das Ergebnis eher ernüchternd. Im ersten Fragebogen haben nur zwei Schüler/innen die erwartete Antwort gegeben. Einige haben Geschwindigkeitsmesser, Tachometer hingeschrieben, was nicht ganz falsch ist, weil aus der Fragestellung nicht hervorgeht, ob die Messung von einem Beobachter oder von dem Fahrradfahrer selbst durchgeführt wird. Da müsste man die Frage präzisieren. Die anderen Antworten sind unvollständig oder falsch/unverständlich. Beim zweiten Fragebogen ist die erste Frage deutlich besser ausgefallen, immerhin sieben sind vollkommen korrekt.

Die beiden zweiten Fragen basiert auf Messungen, die zu Beginn des selben Schuljahres durchgeführt wurden. Aufgrund des geringeren zeitlichen Abstands scheint die Quote der richtigen Antworten größer zu sein. Hier scheint die Tendenz aber umgekehrt: Im Fragebogen 1 wurden deutlich mehr richtige Antworten gegeben als im Fragebogen 2.

Fazit: Trotz der vermeintlichen Ähnlichkeit der Fragestellungen ist ein Vorher-Nachher Vergleich nicht möglich. (die selben Fragen noch einmal zu stellen wäre aber auch nicht aussagekräftiger gewesen, da ja dann die Antworten vom ersten Fragebogen bekannt gewesen wäre.)

5.3 Schwerelosigkeit

Von den drei Fragen aus diesem Bereich waren die ersten zwei in beiden Fragebögen identisch. Die zweite Frage bezieht sich auf das Messen (vgl. 5.2).

Frage:

Welche Bedingungen müssen herrschen, damit man sich in Schwerelosigkeit befindet?

Antworten Fragebogen 1 (vor dem Projekt), 16 abgegebene Fragebögen (13 Antworten)

- ✦ Fg muss durch eine andere Kraft F aufgehoben werden (2x)
- ✦ keine Schwerkraft/Erdanziehung/Gravitation (5x)
- ✦ Durchführung eines Parabelfluges (4x)

- ⤴ im freien Fall (2x)
- ⤴ die Erdanziehungskraft muss ausgeschaltet werden
- ⤴ Zwischen zwei Planeten
- ⤴ man muss sich zwischen zwei Himmelskörpern befinden deren Anziehungskraft sich gegenseitig neutralisieren (theoretisch)
- ⤴ Im Weltall
- ⤴ kein Druck/bei Vakuum/keine Atmosphäre (3x)

Antworten Fragebogen 2 (nach dem Projekt), 19 abgegebene Fragebögen (17 Antworten)

- ⤴ Anziehungskraft der Erde muss gleich groß sein wie die Zentripetalkraft sein
- ⤴ Keine Kräfte, die auf einen wirken/keine Gewichtskraft (7x)
- ⤴ Freier Fall (3x)
- ⤴ Anziehungskraft der Erde und der Sonne müssen sich ausgleichen
- ⤴ Parabelflug
- ⤴ keine Schwerkraft/Erdanziehung/Gravitation (6x)
- ⤴ man müsste sich weit genug von der Erde entfernen, damit das Gravitationsfeld der Erde einen nicht mehr "anzieht" /im Weg steht (2x)
- ⤴ kein Druck/bei Vakuum/keine Atmosphäre
- ⤴ ein Segelflug bei dem Schwerelosigkeit für kurze Zeit zu sehen ist
- ⤴ Die Frequenz muss 0G haben.

Frage:

Gib eine Methode an, wie die "Schwerelosigkeit" (bzw. die Stärke der Schwerebeschleunigung) gemessen werden kann!

Antworten Fragebogen 1 (vor dem Projekt), 16 abgegebene Fragebögen (7 Antworten)

- ⤴ mit Formeln (4x)
- ⤴ Federwaage/Waage (die misst wie hoch die Gewichtszunahme bei einer Beschleunigung ist) (2x)
- ⤴ mit Hilfe von Zentrifugen

Antworten Fragebogen 2 (nach dem Projekt), 19 abgegebene Fragebögen (12 Antworten)

- ⤴ Pendel (2x)
- ⤴ Federwaage/Waage
- ⤴ G-Messgerät (7x)
- ⤴ Einfach einen Gegenstand in der Schwerelosigkeit schweben lassen je höher es steigt desto höher ist die Schwerelosigkeit
- ⤴ Mit einfachen Experimenten
- ⤴ Parabelflug

Die dritte Frage zum Themenbereich Schwerelosigkeit war dann in beiden Fragebögen wieder unterschiedlich:

Frage (Fragebogen 1, 16 abgegebene Fragebögen):

Was wären für Dich interessante Experimente, die man in Schwerelosigkeit durchführen könnte?

Antworten (10):

- ✧ Wasser ausschütten/schweben lassen (2x)
- ✧ ein Glas Wasser auskippen und dann versuchen die Flüssigkeit zu trinken (2x)
- ✧ Für mich wäre es interessant zu sehen wie sich Lebensmittel und Flüssigkeiten in Schwerelosigkeit genau verhalten und wie die Astronauten damit umgehen.
- ✧ wie sich verschiedene Flüssigkeiten /Gegenstände verhalten
- ✧ Parabelflug (2x)
- ✧ Wenn man die Schwerelosigkeit in Form von Vakuum darstellen würde.
- ✧ Wie schnell fliegt eine Pistolenkugel in der Schwerelosigkeit?

Frage (Fragebogen 2, 19 abgegebene Fragebögen):

Warum ist die Besatzung auf der Internationalen Raumstation (ISS) schwerelos?

Antworten (11):

- ✧ Keine/Außerhalb Schwerkraft/Erdbziehungskraft/Gravitation der Erde (4)
- ✧ Weil das Schwerkraftfeld der Erde nicht stark genug ist um sie in Richtung Erde zu ziehen
- ✧ Weil die Station sich im All befindet (4x)
- ✧ keine Atmosphäre
- ✧ keine Anziehungskraft

Interpretation:

Die ersten beiden Fragen lassen deutlich erkennen: Die „Präkonzepte“ (z.B. Schwerelosigkeit steht im Zusammenhang mit Vakuum) sind auch in dieser Gruppe vorhanden und schwer aus den Köpfen zu bringen. Insgesamt ist aber schon ein zunehmend klareres Bild über die Schwerelosigkeit, nach den Experimenten erkennbar. Die Antwort „G-Messgerät“ bei der zweiten Frage im zweiten Fragebogen bezieht sich wohl auf die Android-App „Accelerometer Monitor“, die den Schüler/innen im Rahmen der Vorbereitung von Jan Walter Schroeder in der Video-Konferenz vorgestellt wurde, und damit natürlich die einfachste Antwort auf diese Frage ist. Interessant ist, dass der Transfer auf eine ähnliche Frage nicht gut gelingt: so ist die Frage 3 im zweiten Fragebogen (nach der Schwerelosigkeit der ISS) ja nichts anderes als eine etwas umformulierte, auf einen speziellen Fall bezogene Frage 1 (nach der Schwerelosigkeit). Hier schlagen aber wieder die alten Vorstellungen von Schwerelosigkeit durch.

Fazit: Schwerelosigkeit ist ein Begriff, der von einigen Präkonzepten geprägt wird, die offenbar nur sehr mühevoll korrigiert werden können. Trotzdem waren die Antworten im zweiten Fragebogen im Schnitt von einer klareren Vorstellung geprägt.

5.4 Einstellung zu den Naturwissenschaften / Genderaspekt

In beiden Fragebögen wurden die identischen Fragen gestellt. Die Klasse besteht aus insgesamt 23 Schüler/innen, davon sind 12 weiblich und 11 männlich.

Der Fragebogen 1 wurde von insgesamt 15 Schüler/innen beantwortet, davon 9 weiblich und 6 männlich. Der Fragebogen 2 wurde von insgesamt 18 Schüler/innen beantwortet, davon 10 weiblich

und 8 männlich. Die Schüler/innen, die den zweiten Fragebogen beantwortet haben sind nicht zwangsweise die gleichen, die den ersten ausgefüllt haben.

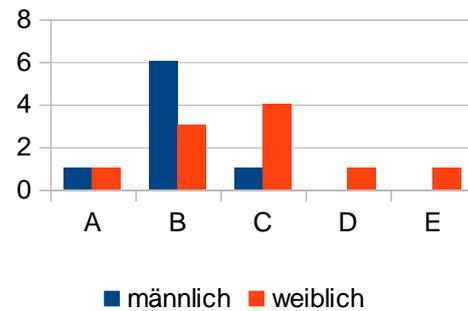
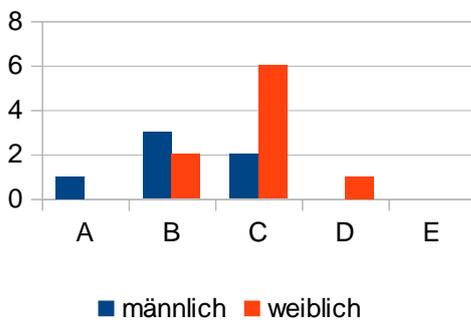
Frage:

Ich finde....

- A) Männer haben ein viel besseres Verständnis für Technik/Naturwissenschaften als Frauen
- B) Männer haben ein besseres Verständnis für Technik/Naturwissenschaften als Frauen
- C) Männer und Frauen haben ein gleich gutes Verständnis
- D) Frauen haben ein besseres Verständnis für Technik/Naturwissenschaften als Männer
- E) Frauen haben ein viel besseres Verständnis für Technik/Naturwissenschaften als Männer

Antworten:

Fragebogen 1



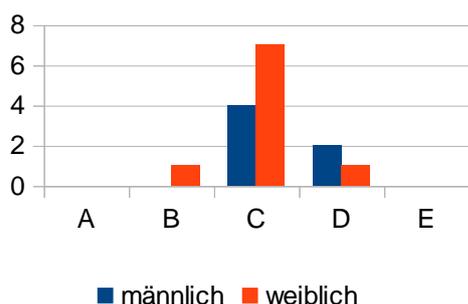
Frage:

Ich finde, der Unterricht in den naturwissenschaftlichen Fächern (Biologie, Mathematik, Physik, Chemie...) spricht...

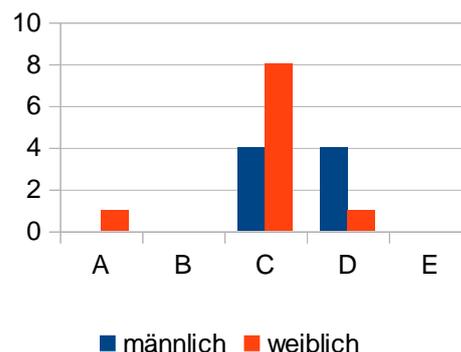
- A) hauptsächlich die Interessen der Mädchen an
- B) eher die Interessen der Mädchen an
- C) die Interessen der Mädchen und Burschen gleichermaßen an
- D) eher die Interessen der Burschen an
- E) hauptsächlich die Interessen der Burschen an

Antworten:

Fragebogen 1



Fragebogen 2



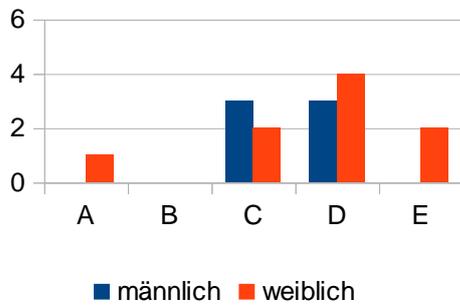
Frage:

Ich möchte später ein naturwissenschaftliches oder technisches Studium machen oder einen techn./nawi. Beruf ergreifen:

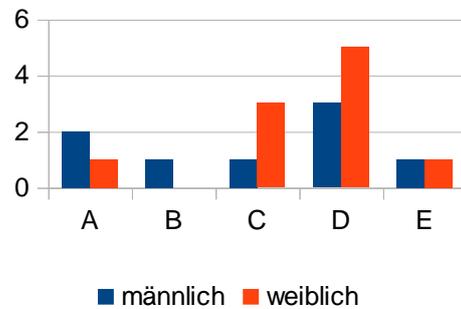
- A) Nein, sicher nicht
- B) Wahrscheinlich nicht
- C) Weiß noch nicht
- D) Wahrscheinlich
- E) Ja, sicher

Antworten:

Fragebogen 1



Fragebogen 2



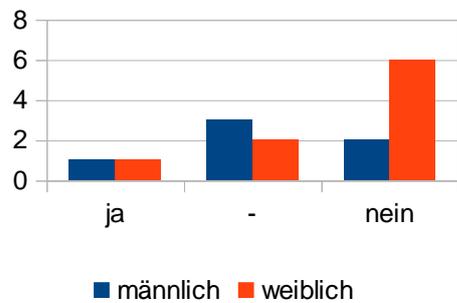
Frage:

Ich könnte mir später einen Beruf im Bereich Aviation/Luftfahrt/Raumfahrt vorstellen

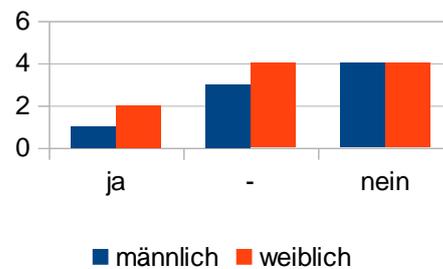
- ⚡ Ja
- ⚡ Weiß nicht
- ⚡ Nein

Antworten:

Fragebogen 1



Fragebogen 2



Interpretation:

Während die Burschen offenbar den Eindruck haben, dass die Naturwissenschaften eine männliche Domäne ist (sie glauben, dass sie ein besseres Verständnis haben und der Unterricht eher auf sie zugeschnitten ist), sehen das die Mädchen wesentlich ausgeglichener. Bei der Frage nach einem späteren Studium oder Beruf im naturwissenschaftlich-technischen Bereich tendieren die Schülerinnen deutlich stärker in Richtung einer solchen Entscheidung. Ob das durchgeführte Projekt die Veränderungen im Antwortverhalten der beiden Fragebögen beeinflusst hat, ist schwer zu sagen, da ja nicht zu 100% die selben Schüler/innen die Fragebögen beantwortet haben, sondern in beiden Fällen nur ein Teil der Klasse. In direktem Zusammenhang kann lediglich die vierte Frage (nach dem Interesse an einem Beruf in der Luft-/Raumfahrt) gesehen werden, mehr Mädchen können sich jetzt einen solchen Beruf vorstellen, bei den Burschen ist diese Tendenz nicht zu bemerken. Andere Faktoren (Schlusschluss) könnten aber vielleicht einen stärkeren Einfluss auf die Antworten gehabt haben, als das durchgeführte Projekt.

Fazit: In dieser Klasse fühlen sich die Mädchen in Bezug auf den naturwissenschaftlichen Unterricht nicht benachteiligt, würden sogar eher einen Beruf / ein Studium in diesen Bereich wählen. Burschen glauben, sie haben ein besseres Verständnis und der Unterricht ist mehr auf sie zugeschnitten, bei der Berufs-/Studienwahl würden sie nach dem derzeitigen Stand den Naturwissenschaften eher den Rücken kehren.

6 ZUSAMMENFASSUNG

Das Projekt war für alle, die daran mitgearbeitet haben, sehr fordernd, da es keine ähnlichen Vorgängerprojekte gegeben hat, an denen eine Orientierung möglich gewesen wäre. Der organisatorische Aufwand war entsprechend groß.

Einige Schüler/innen waren mit sehr großem Enthusiasmus bei der Sache und es hat ihnen sichtlich Spaß gemacht.

Schlussendlich hat auch alles sehr gut geklappt und die Schüler/innen haben, neben dem Erkenntnisgewinn aus den Experimenten einen hohen Erlebniswert bei diesem Projekt gehabt.

LITERATUR

[1] Wikipedia, the free encyclopedia: Gravimetry — How gravity is measured, <http://en.wikipedia.org/wiki/Gravimeter> [29.06.2012]

[2] Wikipedia, the free encyclopedia: Accelerometer, <http://en.wikipedia.org/wiki/Accelerometer> [29.06.2012]

[3] Olszak, A.G.; Schmit, J.; Heaton, M.G.. "Interferometry: Technology and Applications". Bruker. http://www.bruker-axs.com/fileadmin/user_upload/PDF_2011/application_notes/Interferometry_Technology_and_Applications_SOM_AN47.pdf [29.06.2012]

[4] BMUUK: Physik-Lehrplan für die Oberstufe: http://www.bmukk.gv.at/medienpool/11862/lp_neu_ahs_10.pdf [1.7.2012]

[5] ESA Education (<http://www.esa.int/SPECIALS/Education/>) Online Material, u.a. http://www.esa.int/SPECIALS/Education/SEMNS4VJ15G_0.html [2.7.2012]

"Ich erkläre, dass ich die vorliegende Arbeit (=jede digitale Information, z.B. Texte, Bilder, Audio- und Video Dateien, PDFs etc.) selbstständig angefertigt und die mit ihr unmittelbar verbundenen Tätigkeiten selbst erbracht habe. Alle aus gedruckten, ungedruckten oder dem Internet im Wortlaut oder im wesentlichen Inhalt übernommenen Formulierungen und Konzepte sind zitiert und durch Fußnoten bzw. durch andere genaue Quellenangaben gekennzeichnet. Ich bin mir bewusst, dass eine falsche Erklärung rechtliche Folgen haben wird. Diese Erklärung gilt auch für die Kurzfassung dieses Berichts, sowie eventuell vorhandene Anhänge."