

Experimente zur Geo- und Umweltphysik im zdi-Schülerlabor der Universität Siegen

Ina Militschenko

Universität Siegen, Didaktik der Physik, Naturwissenschaftlich-Technische Fakultät, Department Physik, Adolf-Reichwein-Straße 2, 57068 Siegen
militschenko@physik.uni-siegen.de

Kurzfassung

Die zahlreichen Schülerlabore in Deutschland verfolgen das Ziel, das Interesse der Schüler an den MINT-Fächern zu wecken und zu fördern. Das Bestreben all jener Schülerlabore, die von den Fachdidaktiken betreut werden, sollte es sein, das Interesse von Lernenden in besonderer Weise zu berücksichtigen. Um dies zu gewährleisten sollte das Personal des Labors bei der Entwicklung der experimentellen Angebote den Kenntnisstand der aktuellen Interessensforschung beachten und die Besucher regelmäßig im Hinblick auf ihre Interessen befragen. Im Schülerlabor der Universität Siegen haben wir dabei die Erfahrung gewonnen, dass neben den in der Literatur mehrfach erwähnten Themen, wie Medizin und Astronomie, auch Umwelt- und Geophysik den Kindern und Jugendlichen Spaß und Freude bereiten. Einige Modelle und Versuche, wie etwa zum Thema Plattentektonik oder Gezeiten, wurden für den Einsatz im Schülerlabor bereits entwickelt und erprobt. Die Rückmeldungen seitens der Kinder und Lehrer bestätigen die in der Befragung festgestellte positive Einstellung zu geo- und umweltphysikalischen Themen und geben Anlass weitere Experimente und Modelle zu entwickeln und im Labor einzusetzen.

1. Einleitung

Das Schülerlabor der Universität Siegen wurde durch die zdi-Initiative im April 2010 gegründet und wird seitdem in den Bereichen Physik und Astronomie von der Arbeitsgruppe für Physikdidaktik betreut. Seit der Gründung wurden im Bereich der Primar- und Sekundarstufe I insgesamt elf Angebote für Kinder und Jugendliche entwickelt und erprobt. Das Labor besuchten seit der Eröffnung ca. 3000 Kinder und Jugendliche. Zum Schülerlabor gehört auch die Universitätssternwarte.

Die Lehramtsstudierenden der Universität Siegen erhalten durch die Betreuung der Lernenden umfangreiche Möglichkeiten bereits während des Studiums zahlreiche praktische Erfahrungen zu sammeln. Das Schülerlabor ist fest in die Lehrerausbildung integriert, sodass das Lernen an außerschulischen Orten bereits während der Ausbildung als fester Bestandteil des schulischen Lernens von den zukünftigen Lehrerinnen und Lehrern verinnerlicht wird.

2. Angebote des Schülerlabors

Durch Schülerbewertungen und Rückmeldungen der Lehrkräfte haben sich im Labor drei thematische Schwerpunkte herauskristallisiert: Zum einen sind dies Angebote zum Nachbau technischer Geräte wie eines Elektromotors oder eines Schüttelgenerators. Den zweiten Schwerpunkt bilden astronomische Themen, dazu gehören Angebote wie der Bau eines Fernrohrs (Abb.1) und Experimente zum Thema

Licht, die durch Führungen an der Sternwarte begleitet werden. Den dritten Schwerpunkt stellen Themen aus den Bereichen der Umwelt- und Geophysik, wie die Experimente zum Thema „Regenerative Energien“ und zum Thema „Planet Erde“, dar. Insbesondere der letzte Schwerpunkt gehört erst seit eineinhalb Jahren zum Repertoire des Labors und wurde durch Interessensbefragungen im Schülerlabor ermittelt.



Abb. 1: Angebot des Schülerlabors „Bau eines Fernrohrs“

3. Die Interessensbefragung im Schülerlabor

3.1. Konzeption der Befragung

Wie eingangs erwähnt, legen wir bei der Planung der Angebote einen großen Wert auf die Interessen der uns besuchenden Kinder und Jugendlichen. Aus diesem Grund wurde im Schülerlabor eine Interessensbefragung gestartet. Die Basis für die Befragung

bilden Befunde aus den Untersuchungen zum Interesse und zur Beliebtheit des Faches Physik. So zeigt die Arbeit von Häußler, Hoffmann, Langeheine, Rost und Sievers (1996), dass sich Schüler in Bezug auf ihre Interessen im Fach Physik in drei Gruppen unterteilen lassen: Die Schüler des ersten Typs interessieren sich für alle möglichen Inhalte des Physikunterrichtes, unter anderem für technische Geräte, Naturphänomene, Physik in den technischen Berufen, Physik in der Medizin sowie für die gesellschaftliche Bedeutung der Physik. Der zweite Typ interessiert sich hauptsächlich für den Bereich „Mensch und Natur“ und dafür, welchen Nutzen Physik für den Menschen hat, z.B. in der Medizin. Sein Interesse an Naturphänomenen ist ebenfalls hoch. Das Interesse des dritten Typs liegt im Bereich der gesellschaftlichen Bedeutung der Physik, aber dieser Typ zeigt auch Interesse für die Bereiche der Physik, bei denen es um den Mensch und die Natur geht [1]. Zusammenfassend lässt sich also sagen, dass nach dieser Studie innerhalb des Physikunterrichtes die Mehrheit der Lernenden ein im Vergleich zu anderen Themengebieten höheres Interesse für Naturphänomene und für die gesellschaftliche Bedeutung der Physik zeigt. Daher liegt die Vermutung nahe, dass Schüler für die meisten Themen aus dem Bereich der Geo- und Umweltp Physik ein vergleichsweise hohes Interesse haben könnten. Um diese Vermutung zu überprüfen, haben wir eine schülerlaborinterne Befragung gestartet. Des Weiteren sollte durch diese Befragung geprüft werden, wie die vermuteten Themengebiete im Vergleich zu den medizinischen und astrophysikalischen Bereichen abschneiden, die in Interessensstudien als für Lernende interessant bezeichnet werden [2][3].

3.2. Ergebnisse der Befragung

Die Tab. 1 sowie die dazugehörige grafische Abb. 2 zeigen vereinfacht und zusammenfassend das Ergebnis der ersten Auswertung der Befragung: Kinder und Jugendliche, die das Schülerlabor der Universität Siegen besuchen, sind an den geophysikalischen sowie umweltphysikalischen Themen ebenso interessiert wie an den astronomischen, biophysikalischen sowie medizinischen Themen. Ebenfalls zeigen sich zwischen den genannten Themengebieten keine signifikanten Unterschiede. Daher sollte man Kindern und Jugendlichen auch zu den Themenbereichen Umwelt- und Geophysik experimentelle Erfahrungen ermöglichen. Aufgrund des komplexen Charakters der Sachverhalte aus diesen Gebieten, besteht eine besondere Herausforderung darin, neben den Schülern der Sekundarstufe I auch Grundschulkinder in die Angebote des Schülerlabors einzubeziehen. Dazu müssen einige für die jeweiligen Klassenstufen geeignete Versuche und Modelle entwickelt oder adaptiert werden. Das Augenmerk bei der Entwicklung der Versuche oder Modelle sollte in der Anschaulichkeit und der vereinfachten Darstellung der Sachverhalte liegen. Desweiteren wird bei der Durchführung der Versuche ein mög-

lichst hoher Grad an Handlungsoptionen angestrebt, die im Grundschulalter bekanntlich einen zentralen Zugang zum Verständnis der Themen bedingen.

	Medizin	Biophysik	Astro	Geophysik	Umweltphysik
Mittelwert	1,4	1,8	2,1	2,2	2,0
N	325	325	325	325	326
Standardabweichung	0,7	0,8	0,7	0,7	0,7

Tab. 1: Interesse der Schüler an fünf thematischen Bereichen

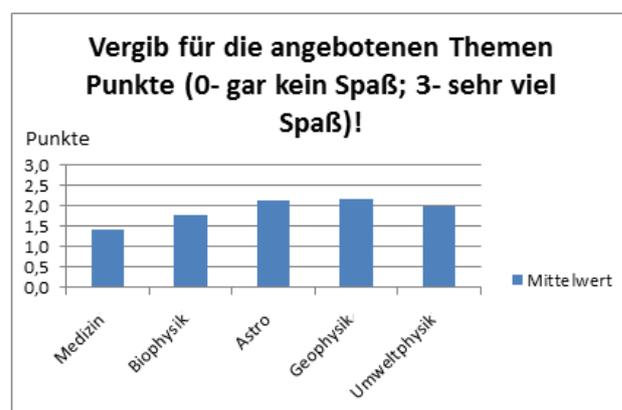


Abb.2: Grafische Darstellung des Interesses an fünf thematischen Bereichen

4. Geo- und umweltphysikalische Angebote am Beispiel des Grundschulangebotes „Planet Erde“

Wie die Behandlung der geo- und umweltphysikalischen Themen im Schülerlabor realisiert wird, soll am Beispiel des Angebotes „Planet Erde“ vorgestellt werden. Das Angebot richtet sich an Schüler der vierten bis sechsten Klassenstufe und umfasst insgesamt zehn experimentelle Stationen. Darunter Stationen zur Entstehung des Windes, zu den Vorsichtsmaßnahmen bei einem Gewitter, zum inneren Aufbau der Erde sowie zur Entstehung der Jahreszeiten. Die experimentelle Phase des Angebotes wird durch einen gemeinsamen Einführungs- bzw. Motivations teil sowie eine Abschlussbesprechung begleitet. Die Gesamtdauer der Veranstaltung beträgt dreieinhalb Zeitstunden. Alle Versuche tragen den Charakter von Modellversuchen. Nachfolgend soll ein erster Eindruck über das Angebot anhand von zwei Versuchen vermittelt werden, es handelt sich um Modellexperimente zum Thema Gezeiten und Plattentektonik.

4.1. Versuch zum Thema Plattentektonik

Die Bewegung der tektonischen Platten ist für Naturphänomene, auch viele Erdbeben, verantwortlich.

Daher ist die Behandlung dieses Themas im Bereich der Grundschule gar nicht so abwegig wie es auf den ersten Blick erscheinen mag. Findet die Beschäftigung mit diesem Thema statt, so kommen Kinder oft von allein auf die Frage, woher wir Menschen nun wissen, dass die Erdkruste in Bewegung ist, wenn wir im täglichen Leben nichts davon merken?

Die Antwort auf diese Frage liefert die Analyse magnetischer Streifenmuster entlang der Mittelozeanischen Rücken. Da die Theorie der Plattentektonik nicht unbedingt zum Repertoire des regulären Physikunterrichtes gehört, wird auf diese hier kurz eingegangen: Im Inneren der Erde befindet sich der Erdkern, dessen innerer Teil in fester Form und dessen äußerer Teil in flüssig-plastischer Form vorliegt. Der Erdkern ist vom Erdmantel umgeben. Der Erdmantel wird letztendlich von der Erdkruste umschlossen, dies ist die äußerste Schale der Erde. Der Erdmantel besteht jedoch aus zwei Schichten: Aus einer Schicht starrer Materie, der sogenannten Lithosphäre und der darunterliegenden Schicht verformbarer Masse der Asthenosphäre. Die Lithosphäre liegt nicht als eine einzelne Schale vor, sie ist in Platten unterteilt. Diese Platten sind im Stande sich auf der Asthenosphäre zu bewegen [4]. Es werden drei verschiedene Formen der Plattengrenzen unterschieden: Konservative, destruktive und konstruktive Plattengrenzen. An der konservativen Plattengrenze gleiten die Platten aneinander vorbei (diese Grenze wird auch als Transformstörung bezeichnet), an der destruktiven Plattengrenze gleitet die ozeanische Lithosphäre unter die kontinentale (dies wird als Subduktion bezeichnet). Die subduzierte Platte wird dabei in die Tiefe des Mantels verfrachtet. An der konstruktiven Plattengrenze bewegen sich die Lithosphärenplatten auseinander. Die Lücke, die dabei entsteht, wird durch aus dem Erdinneren nachströmendes Material geschlossen. Es bildet sich an dieser Grenze eine neue ozeanische Lithosphärenkruste. Bei den konstruktiven Plattengrenzen handelt es sich um die Mittelozeanischen Rücken [5].

Die Bewegung der Platten wird also durch die Neubildung der ozeanischen Kruste entlang der Mittelozeanischen Rücken erklärt. Dieses Konzept wird als Ozeanboden-Spreizung bezeichnet. Bestätigt wurde diese Theorie durch Frederik Vine und Drummond Matthews, die die magnetischen Streifenmuster entlang des Mittelozeanischen Rückens entdeckten und dadurch die theoretischen Vorstellungen erhärten konnten.

Gehen die Platten an dem Mittelozeanischen Rücken auseinander, so strömt die Materie aus dem Erdinneren nach, kühlt sich unter der Curie-Temperatur ab und wird durch das äußere Magnetfeld der Erde magnetisiert. Da das Magnetfeld der Erde aber Umpolungsprozessen unterliegt, entstehen Streifen unterschiedlicher Magnetisierungsrichtung. Diese Streifen verlaufen parallel zu Mittelozeanischen

Rücken und weisen ein umso höheres Alter auf, je weiter sie von der Spreizungsachse entfernt sind [5].

Die Erklärung dieser komplexen Naturerscheinung anhand eines Textes ist für Kinder des Grundschulalters kaum möglich. Der Entstehungsmechanismus des Streifenmusters kann am anschaulichsten im Schülerversuch vorgestellt werden, dessen Aufbau und Durchführung zusammenfassend im Folgenden beschrieben wird.

In der Abb. 3 ist der Aufbau des Versuches dargestellt: Im oberen Teil der Acrylbox (Ausschnitt des Erdkörpers) befindet sich ein Spalt, der die Grenzen der tektonischen Platten am Mittelozeanischen Rücken symbolisieren soll. Die tektonischen Platten werden durch zwei Holzbrettchen mit einer unter jedem Brett befestigten Laminierfolie modelliert. Die Folien werden vor dem Versuch im Spalt platziert. Sie sind dazu da, die Neubildung der ozeanischen Kruste nach dem Auseinanderdriften der Platten modellhaft zu realisieren. Eine feste Verbindung zwischen den Folien und den Brettchen ermöglicht, dass sich die Folien zusammen mit den Platten bewegen. So kann auch die neu entstandene Kruste mit den tektonischen Platten verschoben werden [6].



Abb. 3: Aufbau des Versuches „Entstehung des magnetischen Streifenmusters“

Zur Herstellung von Streifenmustern schieben die Kinder die Platten auseinander. Danach tragen sie seitlich der Platten auf die Folie ihr „Magma“ auf und lassen es erstarren. Das „Magma“ wird im Modellversuch durch ein Gemisch aus erwärmtem flüssigen Kerzenwachs und Eisenfeilspänen realisiert. Danach können die Platten erneut auseinandergeschoben werden, wobei sich die neu entstandene Kruste mit den Platten bewegt. Das „Magma“ wird wieder seitlich auf die Folie jeder Platte aufgetragen. Die Schüler erkennen, dass am Mittelozeanischen Rücken eine Neubildung der Kruste stattfindet. Mit der Entfernung zum Mittelozeanischen Rücken erhöht sich auch das Alter der ozeanischen Kruste. Das erkennen die Schüler ebenfalls anhand des Versuches, da sich die zuerst aufgetragenen Streifen nach dem Auseinanderschieben der Platten vom Mittelozeanischen Rücken entfernen. Dieses kann nur dann geschehen, wenn die tektonischen Platten

auseinandergehen und so Platz für die Kruste entsteht.

Bei Kindern der sechsten Klassenstufe kann zusätzlich zu dem Aspekt des Alters der Streifen auch der Aspekt ihrer magnetischen Ausrichtung thematisiert werden. Dafür wird unter dem Spalt in der Acrylbox eine Plastikkugelhälfte platziert, in der eine Spule mit Eisenkern „versteckt“ ist. Setzt man die Spule unter Strom, kann das Magnetfeld der Erde, das im Erdinneren seinen Ursprung nimmt, simuliert werden. Zur Magnetisierung der Streifen soll die Spule beim Auftragen der ersten Streifen eingeschaltet bleiben bis diese erstarren. Vor dem Auftragen der zweiten Streifen wird die Richtung des Stromes in der Spule verändert und somit auch die Ausrichtung des Magnetfeldes. Die im zweiten Durchgang aufgetragenen Streifen werden somit entgegengesetzt magnetisiert. Nach dem Erstarren der Streifen kann ihre Magnetisierungsrichtung mit Hilfe von Kompassnadeln geprüft werden.

4.2. Modell der Gezeiten

Die Entstehung der Gezeiten zählt zu den Themen des Physikunterrichtes, die mit zahlreichen Lernschwierigkeiten verbunden sind. Besonders schwierig erscheint die Erklärung des Phänomens in der Primarstufe und in unteren Klassen der Sekundarstufe I, da auf kein Vorwissen der Schüler in Bezug auf Gravitation zurückgegriffen werden kann. Daher kommt in diesen Altersstufen nur die Veranschaulichung des Phänomens mit einem Modell in Frage. Es gibt verschiedene Computersimulationen, die das Phänomen recht gut modellhaft abbilden. Ein wesentlicher Nachteil dieser Computersimulationen besteht aber darin, dass Kinder bei der Bearbeitung ihrer Fragestellung zumeist nicht eigenständig handelnd vorgehen können. Daher wurde ein Modell entwickelt, an dem Kinder das Phänomen handlungsorientiert erleben.

In der Abb. 4 ist das Modell der Gezeiten abgebildet: Stellt man sich vor, dass die Erde kein natürlicher Trabant (also der Erdmond) umkreisen würde, so wären am Modell der Erde keine Veränderungen festzustellen. Kommt jedoch der Erdmond ins Spiel, so bilden sich auf der dem Mond zugewandten und der dem Mond abgewandten Seite der Erde zwei Flutberge (siehe Abb. 5). Es ist möglich, mit diesem Modell zu zeigen, dass sich der Erdkörper unter den Flutbergen, die raumfest zum Mond hin orientiert sind, wegdreht. Man erkennt ebenfalls, dass sich die Flutberge im Laufe des Monats mit dem Mond mitbewegen. Es besteht außerdem die Möglichkeit den Erdmond gegen einen hypothetischen größeren Trabanten auszutauschen und zu beobachten, dass die Flutberge dabei größer würden. Hierdurch kann der Themenbereich „Gezeiten bei fernen Himmelskörpern“ erörtert werden. Trotz der Anschaulichkeit des Modells und des hohen Grades an Handlungsmöglichkeiten für Kinder hat das Modell auch seine Grenzen: Es beschreibt, aber es erklärt nicht physi-

kalisch, warum und wie es zur Ausbildung der Flutberge auf der Erde kommt. Dies kann teilweise im Stationenbetrieb entweder im anschaulichen Gespräch mit den Lernenden oder anhand eines Rollenspiels erfolgen.

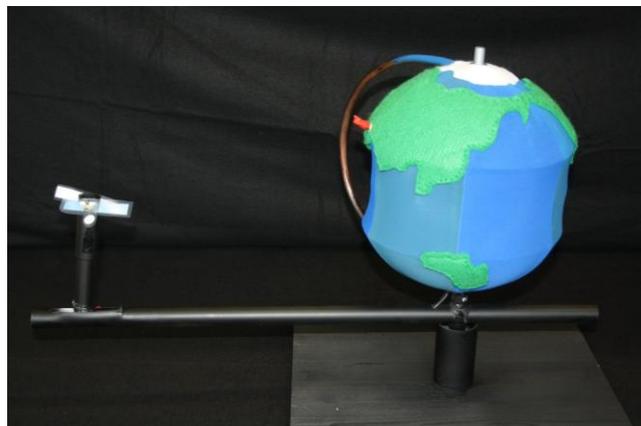


Abb. 4: Aufbau und Durchführung des Versuches „Gezeiten“ ohne Erdmond

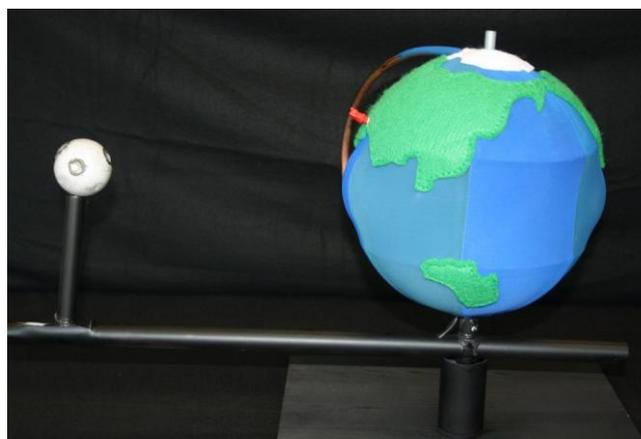


Abb. 5: Aufbau und Durchführung des Versuches „Gezeiten“ mit dem Erdmond

5. Fazit

Anhand des Angebotes „Planet Erde“ werden auch den jüngeren Besuchern des Labors einige experimentelle Erfahrungen zur Geo- und Umweltphysik ermöglicht. Das Potenzial, über das diese Themen verfügen, soll genutzt werden, um das Interesse der Kinder und Jugendlichen zu physikalischen, insbesondere zu geo- und umweltphysikalischen Themen, auszubauen. Weitere Angebote aus diesem Themenbereich werden gegenwärtig entwickelt.

6. Literatur

- [1] Häußler, Peter; Hoffmann, Lore; Langeheine, Rolf; Rost, Jürgen; Sievers (1996): Qualitative Unterschiede im Interesse an Physik und Konsequenzen für den Unterricht. In: Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften, 2 (1996) 3, S. 57-69.

- [2] Hoffmann, Lore, Häußler, Peter, Lehrke, Manfred (1998): Die IPN-Interessenstudie Physik. Kiel: IPN.
- [3] Hoffmann, Lore; Lehrke, Manfred (1985): Eine Zusammenstellung erster Ergebnisse aus der Querschnitterhebung 1984 über die Schülerinteressen an Physik und Technik vom 5. bis 10. Schuljahr. Kiel: IPN.
- [4] Strahler, Alan H.; Strahler, Arthur Newell (2005): Physische Geographie. 3. Aufl. Stuttgart: E. Ulmer (UTB Geowissenschaften, 8159).
- [5] Frisch, Wolfgang; Meschede, Martin (2007): Plattentektonik. Kontinentverschiebung und Gebirgsbildung. 2. Aufl. Darmstadt: Wiss. Buchges.
- [6] Militschenko, Ina (2013): Physik des Planeten Erde: Modellexperimente zur Plattentektonik. In: Astronomie und Raumfahrt im Unterricht, 50 (2013) 3/4.