

Für die Unterstützung
danken wir herzlich:



Arbeitgeberverband
Gesamtmetall mit seiner
Initiative THINK ING.



Andrea von Braun
Stiftung



Wilhelm und
Else Heraeus-
Stiftung

Teaching Science in Europe

DEUTSCH

www.science-on-stage.de

SCIENCE
ON STAGE
 Deutschland

HERAUSGEBER

Science on Stage Deutschland e.V.
Poststraße 4/5
10178 Berlin

KOORDINATORINNEN UND KOORDINATOREN DER WORKSHOPS

1. Naturwissenschaften in der Grundschule: Dr. Monika Musilek-Hofer, Bildungsanstalt für Kindergartenpädagogik Pressbaum
monika.hofer@gmx.at
2. Interdisziplinärer Ansatz für den naturwissenschaftlichen Unterricht in Europa:
Klaus Buschhüter, RWTH Aachen
buschhueter@lbz.rwth-aachen.de
Dr. Richard Bräucker,
DLR_School_Lab Köln-Porz
Richard.Braeucker@dlr.de
3. Die Rolle des Experiments im naturwissenschaftlichen Unterricht:
Dipl.-Phys. StD Jürgen Miericke,
Universität Erlangen-Nürnberg
miericke@odn.de
Dr. Annette Schmitt, Johannes-Gutenberg-Universität Mainz
anschm@uni-mainz.de
4. Astronomie im Unterricht:
Dr. Michael Geffert,
Argelander-Institut für Astronomie
der Universität Bonn
geffert@astro.uni-bonn.de

GESAMTKOORDINATION UND REDAKTION

Dr. Wolfgang Welz, Vorstand
Science on Stage Deutschland e.V.
(verantwortlich)

Stefanie Zweifel, Geschäftsführerin
Science on Stage Deutschland e.V.
(verantwortlich)

BILDER

Falls nicht anders angegeben, liegen die Bildrechte bei den Autoren.
Die Koordinatoren haben die Bildrechte für die Verwendung in dieser Publikation sorgfältig geprüft und haften für die Richtigkeit ihrer Angaben.

TITELBILD

NASA

LAYOUT

weber, kreative dienstleistungen
www.christianweber.info

FINANZIERUNG

- Andrea von Braun Stiftung
- Arbeitgeberverband
Gesamtmetall – THINK ING.
- Wilhelm und Else Heraeus-Stiftung

BESTELLUNGEN

www.science-on-stage.de
info@science-on-stage.de

ISBN (PDF) 3-9811195-3-3

1. Auflage 2006
5.000 Exemplare
© Science on Stage Deutschland e.V.

Teaching Science in Europe

Was europäische Lehrkräfte voneinander lernen können

Unter der Federführung des gemeinnützigen Vereins Science on Stage Deutschland e.V. diskutieren 40 Lehrerinnen und Lehrer aus 15 europäischen Ländern aktuelle Konzepte und Materialien für den naturwissenschaftlichen Unterricht.



Inhalt

Vorwort 06

A

*Naturwissenschaften
in der Grundschule*

10



B

*Interdisziplinärer Ansatz für den natur-
wissenschaftlichen Unterricht in Europa*

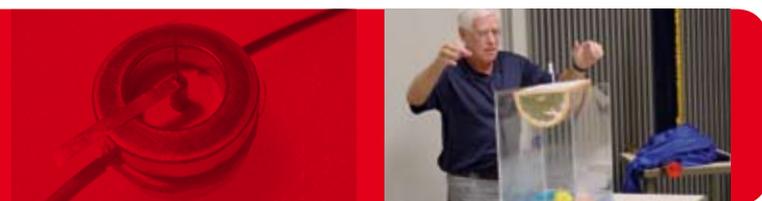
34



C

*Die Rolle des Experiments im
naturwissenschaftlichen Unterricht*

66



D

Astronomie im Unterricht

102



Anhang 116

Veranstaltungen im Rahmen des Projektes 117

Teilnehmerinnen und Teilnehmer 118

Rückmeldebogen 121





Teaching Science in Europe

Eine internationale Lehr-Werkstatt des Vereins Science on Stage Deutschland

Europa wächst zusammen. Auch in den bislang typisch landeshoheitlichen Fragen wie der Bildung der Jugend. Und das ist gut so. Internationale Studien wie TIMSS und

PISA beschreiben seit einigen Jahren Vorzüge und Mängel naturwissenschaftlicher Bildung im Ländervergleich. Solche Rankings sind gewichtiger Anlass, sich tiefer mit den Prozessvariablen der Bildung im eigenen Land und bei den europäischen Nachbarn auseinanderzusetzen.

Der Blick über den nationalen Tellerrand, die Einsicht in ‚good practice‘, ungewohnte Perspektiven und überraschende Lösungen ist geeignet, Problemlagen des eigenen nationalen Bildungssystems zu entschärfen, wenn – aber eben nur wenn – die eigenen Bildungskripte vor dem Hintergrund dieser europäischen Erfahrung aufgedeckt, analysiert und modifiziert werden.

Zu diesem Zweck koordiniert der Verein Science on Stage Deutschland e.V. seit dem Jahre 2000 für die Europäische Kommission die deutsche Beteiligung an diesem europäischen Arbeitsprozess. Der Verein transportiert die auf den europäischen Tagungen gefundenen Einsichten in die Länder der Bundesrepublik und trägt die nationalen Erfahrungen und Vorstellungen zurück auf die europäische Bühne:

→ durch Auswahl, Förderung und Begleitung der deutschen Teilnehmerinnen und Teilnehmer und deren Projekte für die europäischen Festivals und Symposien,

- durch Ausrichten nationaler, mehrstufiger Workshops und Lehrerfortbildungen mit europäischer Beteiligung zwischen den Festivalterminen und deren Einbindung in die europäischen Tagungen,
- durch die Veröffentlichung, Verbreitung und Diskussion der Ergebnisse.

Die Lehr-Werkstatt „Teaching Science in Europe“ begann mit einer Auftaktveranstaltung des Vereins vom 26.–28. November 2004 im Physikzentrum der Deutschen Physikalischen Gesellschaft in Bad Honnef bei Bonn. (Folgetagungen und Teilnehmer siehe am Ende des Bandes.) Die international zusammengesetzte Lehrerschaft wählte – sich notwendigerweise beschränkend – vier Themenkreise für einen fruchtbaren europäischen Bildungsdialo im Bemühen um die Scientific Literacy:

- Naturwissenschaft in der Grundschule
- Fächerverbindender Unterricht
- Rolle des Experiments im naturwissenschaftlichen Unterricht
- Astronomie im Unterricht.

In allen Ländern verstärken sich die Bemühungen, den Entdeckerdrang und die Erkenntnisfreude unserer Kinder beim Eintritt in das formalisierte Schulleben zu erhalten und zu fördern. Die Überlegungen zur **Naturwissenschaft in der Grundschule** zeigen auf, wie das gelingen kann und wie wichtig die Bezüge zum alltäglichen Lebenskontext der Kinder sind. Kinder sehen die Welt noch ganzheitlich, also „undiszipliniert“. An eine aus wissenschaftlicher Sicht notwendige Aufteilung des Forschens in Fachdisziplinen sollten sie behutsam und mit Einsicht herangeführt werden. Wenn das misslingt, geht ihnen durch die Ausbildung erst die Lust und dann die Fähigkeit verloren, ihr Spezialwissen zu übertragen und in größeren Zusammenhängen oder auf ganz alltägliche Fragen anzuwenden. Der **Fächerverbindende Unterricht**, Thema des zweiten Workshops, ist ein Weg, dem Problem des Zerfalls unseres wachsenden Weltwissens in unverknüpfte Module und Teilkenntnisse abzuhelpfen.

Die Naturwissenschaften als empirische Wissenschaften leben vom Experiment. Die **Rolle des Experiments im naturwissenschaftlichen Unterricht** stellt



beachtliche didaktische und methodische Anforderungen. Das Experiment kann als die klassische Frage an die Natur sinnvoll nur hinreichend theoriegeleitet gestellt werden. Weiterhin sind die im Schulexperiment gewonnenen naturwissenschaftlichen Erkenntnisse – auch die neueren – in aller Regel notgedrungen „aus zweiter Hand“. Wie dennoch anhaltende Motivation und tragfähige Erkenntnis durch forschendes Schülerhandeln erreicht werden, untersucht die dritte Gruppe des europäischen Workshops.

Der Blick in den Himmel hat über Jahrtausende hinweg naturwissenschaftliches Denken und philosophische Weltdeutung geprägt. In den letzten Jahren verstärkt sich wieder das öffentliche Interesse an den faszinierenden Bildern aus den Tiefen des Kosmos und den neuen Modellen kosmologischer Erklärung, die uns die gewaltigen experimentellen Fortschritte der Astronomie liefern. Die Behandlung der **Astronomie im Unterricht** kann für die Bildung der Menschen und die Kultur unserer Gesellschaften einen wesentlichen Beitrag leisten.

Allen Themenkreisen gemeinsam ist ein interdisziplinäres Leitmotiv. Lehrer, und weniger die Forscher, gelten als Erfinder der Einteilungen, Fächer, Gegenstände, Unterrichtsarten und Hierarchien, Klassen und Kanones. Ein guter Unterricht aber kennt keine Schranken zwischen definierten Gegenständen, weil in ihm zu jeder Zeit alles aufkommen kann. Sokrates spricht vom lebendigen Geist, der *kat' ouron*, „mit dem Wind“ geht. Guter Unterricht kann sich also nicht auf Fachkenntnisse allein verlassen. In diesem Punkt erweist sich der Dialog auf europäischer Ebene als ebenso notwendig wie hilfreich. Der kulturelle Hintergrund ist ein wesentliches konstituierendes Moment in dem Prozess naturwissenschaftlicher Bildung. Der Dialog über Ländergrenzen hinweg verknüpft kulturell geprägte unterschiedliche Denk- und Arbeitsweisen und eröffnet die Entwicklung neuer Methoden, Techniken und Denkansätze, die außerhalb traditioneller Fachgebiete liegen, konventionelle Denkstrukturen aufbrechen und disziplinübergreifende Potentiale einbringen.

Die internationalen Teilnehmergruppen aller durchgeführten Lehrwerkstätten haben diese vom Veranstalter angebotene auch interkulturelle Arbeitsplattform mit viel Begeisterung genutzt, um mit „ihren“ naturwissenschaftlichen Fenstern zur Welt das Gebäude einer europäischen Kultur zu erhellen und zu bereichern. Die nachfolgend beschriebenen Ergebnisse können als das für die Lehrkräfte Europas nutzbare fachliche Gerüst diese Arbeit nur unvollkommen spiegeln. Der wesentliche Gewinn liegt im kontinuierlichen Austausch der Ideen, in der Veränderung der Köpfe.

Der Veranstalter dankt den Teilnehmerinnen und Teilnehmern herzlich für ihr großes Engagement und wünscht allen Lehrkräften viel Freude und Erfolg in ihrer Arbeit vor Ort.

Um den Leser an dem hier begonnenen Dialog zu beteiligen wird herzlich gebeten, den Rückmeldebogen im Anhang des Buches zu nutzen.

Die Veranstaltungen und die Vermittlung ihrer Ergebnisse wären ohne die großzügige Unterstützung der Initiative THINK ING. des Arbeitgeberverbandes Gesamtmetall, der Andrea-von-Braun-Stiftung und der Wilhelm und Else Heraeus-Stiftung nicht möglich gewesen. Alle Teilnehmerinnen und Teilnehmer und der Veranstalter sind sehr dankbar dafür!

Dr. Wolfgang Welz

Stellvertretender Vorsitzender
Science on Stage Deutschland e.V.

Naturwissenschaften in der Grundschule

KONTAKT ZUR ARBEITSGRUPPE

Dr. Monika Musilek-Hofer,
Bildungsanstalt für Kindergartenpädagogik Pressbaum
monika.hofer@gmx.at

Naturwissenschaften in der Grundschule zu unterrichten, ist eine wunderbare Herausforderung. Kinder im Grundschulalter interessieren sich sehr für die Natur, ihre Umwelt, für das, was in ihrem Umfeld passiert. Sie möchten wissen, wie die Welt funktioniert. Die Lehrerinnen und Lehrer müssen sie deshalb in ihrem Forschungsdrang ermutigen und ihnen dabei helfen, die Welt zu erkunden.

Ziel dieses Beitrags ist es, Grundschullehrkräfte darin zu unterstützen, interessanten Unterricht zu naturwissenschaftlichen Themen zu gestalten und ihnen einige praktische Beispiele aufzuzeigen. Es werden wichtige Fakten zum naturwissenschaftlichen Unterricht in der Grundschule beleuchtet und Hinweise zu attraktiven und effektiven Lehrmethoden gegeben.

Einführung und Motivation

Die Lehrkraft ist die eigentliche Unterrichtsressource. Sie trägt die Verantwortung für die Schaffung einer dynamischen Lernumgebung. Sie muss flexibel sein und versuchen, naturwissenschaftliche Themen an die Bedürfnisse der Schülerinnen und Schüler und die Anforderungen der Schule anzupassen, sie entsprechend zu modifizieren und zu erweitern.

Die Lehrkraft soll sich als erzieherischer Leiter und Lenker wahrnehmen und den Schülerinnen und Schülern ermöglichen, ihre eigenen Erfahrungen in ihr Lernen einzubringen. Die Aufgabe der Lehrkraft ist es zu fragen, zu hinterfragen, zu klären, zu überwachen, zu unterstützen und die Schülerinnen und Schüler auf vielerlei andere Art in ihren Lernfortschritten zu ermutigen.

Die Schülerinnen und Schüler spielen die Hauptrolle im Unterricht. Ihre Erfahrungen, ihre eigenen Wahrnehmungen und ihre Fragen sind die Quelle, aus denen der Unterricht schöpft. Die Ideen und Einfälle der Kinder sind ausgesprochen wertvoll und wichtig. Die Lehrkraft sollte die Schülerinnen und Schüler unbedingt dazu ermutigen, mit der Welt in Kontakt zu treten und sie zu hinterfragen. Die Schülerinnen und Schüler müssen darin unterstützt werden, damit sie die Welt auf kreative Weise erforschen und erkunden können. Kinder sind Erfinder, Künstler, Forscher, Entdecker und kleine Philosophen.

Unterrichtsmethode

Die Naturwissenschaften helfen uns beim Verständnis der Natur. Durch Sammeln von Erfahrungen aus ihrem alltäglichen Umfeld (physisch, gesellschaftlich, usw.) haben Kinder schon ihre eigenen Vorstellungen/vorgefassten Meinungen zu vielen physikalischen, chemischen oder biologischen Phänomenen bevor sie in die Schule kommen. Sie sind zu dieser Haltung „gezwungen“, weil sie ein Bedürfnis verspüren, alles, was um sie herum passiert, vorauszusagen oder zu erklären. Manches Mal können jene Vorstellungen (Präkonzepte) falsch sein und weichen meist weit von einem naturwissenschaftlichen Modell ab.

Im naturwissenschaftlichen Unterricht müssen die Lehrerinnen und Lehrer die Interessen der Schülerinnen und Schüler wecken und fördern und auf Präkonzepte zu naturwissenschaftlichen Themen verändernd einwirken. Es ist weithin bekannt, dass Schüler den besten Lernerfolg erzielen, wenn sie sich im Laufe der Zeit durch eine Reihe von Lernerfahrungen Inhalte selbst erarbeiten können. Die Schüler ergänzen und verknüpfen diese Erfahrungen und neuen Informationen mit ihrem eigenen Vorwissen. Die Schülerinnen und Schüler müssen von den Lehrkräften dabei unterstützt werden, das bereits vorhandene Wissen mit dem neuen Lernstoff zu verbinden. Die folgenden Schritte sollen bei diesem Prozess helfen: Sich Einlassen, Erkunden, Erklären, Erweitern und Evaluieren.

Sich Einlassen

Zunächst müssen sich die Schüler auf eine Frage einlassen. In dieser Ausgangsposition wird ihr Interesse geweckt und sie werden dazu angeregt, in eigenen Worten zu formulieren, was sie bereits über die Fragestellung wissen und welche Vorstellungen (Präkonzepte) sie gegebenenfalls damit verbinden.



Erkunden

Mit Hilfe von Experimenten, die die Schülerinnen und Schüler selber durchführen, können sie herausfinden, ob ihr Modell/Konzept, ihr Verständnis zu einem bestimmten Thema passt.

Sie setzen sich mit der Problemstellung oder dem jeweiligen Phänomen auseinander und beschreiben es in ihren eigenen Worten. Falls sie ein falsches Konzept zu einem Thema haben, zeigt ihnen dieser Schritt in der Regel, dass sie mit diesem Fehlkonzept der Problemstellung nicht gerecht werden können.



Erklären

Nach der Erkundungsphase müssen Erklärungen und Begriffe zur Beschreibung des gerade Erfahrenen folgen, das ist der entscheidende Aspekt in dieser Phase.

Die Erklärungen gibt (meist) nicht die Lehrkraft. Aus den Experimenten ziehen die Schülerinnen und Schüler ihre eigenen Schlüsse.





Erweitern

In dieser Phase haben die Schülerinnen und Schüler die Möglichkeit, das Gelernte auf neue Situationen anzuwenden und auf diese Weise ein tieferes Verständnis zu erreichen. Es ist für den Lernprozess wichtig, dass sie ihre Gedanken untereinander diskutieren und Vergleiche anstellen.



Evaluieren

Die letzte Phase verfolgt zwei Ziele: Einerseits entwickeln die Schülerinnen und Schüler ihr Verständnis weiter, andererseits evaluieren sie gleichzeitig ihr Wissen.

Beispiele

Die folgenden Beispiele sollen einen Einblick in unsere Arbeit geben. Bei einigen Beispielen steht der Wert der Methodik im Vordergrund, während andere Beispiele aufzeigen sollen, wie Naturwissenschaftsunterricht interessanter, attraktiver und effektiver gestaltet werden kann. In dieser Arbeit werden keine kompletten Unterrichtseinheiten, sondern nur einzelne Unterrichtsteile skizziert.

Wasser – doch kein Tropfen gelangt in den Mund!

Zielsetzung:

- Schülerinnen und Schüler sollen verstehen, dass Luft Raum benötigt.
- Sie sollen „erleben“ und anschließend erklären können, dass es nur möglich ist, aus einer Flasche mit Strohhalm zu trinken, wenn ein Druckausgleich erfolgt.

Ablauf:



SICH EINLASSEN

Zu Beginn des Experiments wird erfragt, was Schülerinnen und Schüler über Luft wissen und was sie gerne erfahren möchten. Auf diese Weise erfährt man einerseits etwas über die speziellen Interessen der Kinder und andererseits bekommt man Zugang zu möglichen falschen Vorstellungen.

Was ich über Luft weiß:

- *Ohne Luft können wir nicht atmen.*
- *Manchmal ist Luft so stark, dass ganze Häuser zerstört werden.*
- *Luft kann stinken (z.B. wenn meine Mutter eine Zigarette raucht).*
- *Luft ist draußen, in der Natur.*
- *Luft kann warm oder kalt sein.*
- *Luft kommt aus den Bäumen.*
- *Luft ist wie ein guter Freund.*

Was ich über Luft erfahren möchte:

- *Warum können Flugzeuge fliegen?*
- *Warum ist Luft unsichtbar?*
- *Was ist Luft?*
- *Warum ist Luft schwer und nicht leicht?*
- *Warum brauchen wir Luft?*
- *Wie wissen wir, dass Luft überhaupt existiert?*

(Antworten und Fragen stammen von Schülern der Altersgruppe 8–10.)

**ERKUNDEN**

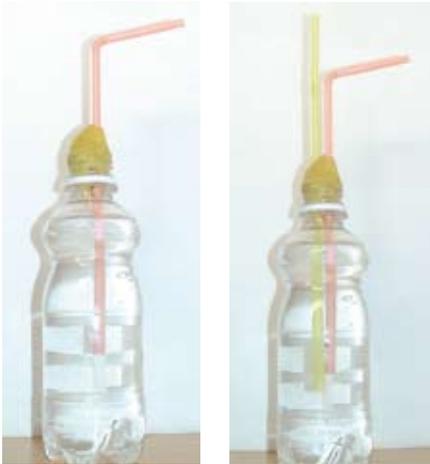
Die Lehrkraft bespricht mit den Kindern, wie sie normalerweise mit einem Strohhalm trinken. Anschließend werden die Versuchsaufbauten verteilt.

Die Kinder sollen nun probieren zu trinken – aber sie werden es nicht schaffen!

Warum ist es unmöglich zu trinken? Warum kommt kein einziger Tropfen aus dem Strohhalm, wenn man aus diesem Versuchsaufbau trinkt?

Benötigte Materialien: → Flasche, Strohhalm, Knetmasse

Durchführung: → Die Flasche wird randvoll mit Wasser gefüllt und ein Strohhalm hinein gesteckt. Jetzt verschließt man die Lücke zwischen Strohhalm und Flaschenhals mit der Knetmasse luftdicht. Zu beachten ist, dass wirklich keine Luft in die Flasche kommt.



←← Versuchsaufbau 1
← Ein zweiter Strohhalm wird hinzugefügt
(Quelle: Science on Stage Österreich)

**ERKLÄREN**

Ein zweiter Strohhalm wird dem Versuchsaufbau hinzugefügt. Die Kinder werden gebeten, daran zu saugen. Da der zweite Strohhalm offen bleibt, können die Schülerinnen und Schüler dieses Mal mit ihrem Strohhalm trinken.

Warum ist das so? Alleine der Luftdruck macht es möglich, durch einen Strohhalm Flüssigkeit zu saugen. Wenn keine Luft auf die Flüssigkeit in der Flasche einwirken kann, ist es unmöglich, auf diese Weise zu trinken. Sobald man an einem Strohhalm saugt, wird der Luftdruck in seinem Inneren verringert. Durch den Luftdruck, der auf die Flüssigkeit wirkt, steigt diese im Strohhalm nach oben und gelangt so in den Mund.

Im ersten Experiment war die Flasche abgedichtet und es konnte von außen kein Luftdruck auf das Wasser in der Flasche einwirken. Ohne Druckausgleich gibt es also nichts zu trinken.

Die Luft, die durch den Strohhalm eingesogen wird, muss durch Luft, die durch den neuen Strohhalm hinzukommt, ersetzt werden.

**ERWEITERN**

Die Schülerinnen und Schüler sollen nun mit dem Versuchsaufbau „spielen“ (sie lassen den zweiten Strohhalm offen, verschließen ihn, usw.).

Gegebenenfalls entdecken die Schülerinnen und Schüler verschiedene andere Wege, das Trinken aus dem ursprünglichen Versuchsaufbau zu ermöglichen (z.B. indem sie die Knetmasse entfernen, oder die Flasche zusammendrücken, oder indem sie mit einer Nadel ein Loch in die Flasche stechen, usw.).

**EVALUIEREN**

Abschließend wird mit den Schülerinnen und Schülern besprochen und zusammengefasst, warum und wann man einen Strohhalm zum Trinken verwenden kann.

Eine Reise zur Sonne

An dieser Stelle soll das italienische Projekt namens *Cielo!* (Heavens above!) vorgestellt werden. Es handelt sich dabei um eine Website, die aus der Zusammenarbeit zwischen dem INAF Observatorium von Padua und der Bildungs- und Erziehungsbehörde der Stadtverwaltung von Bologna entstanden ist.

Bei *Cielo!* wird ein didaktisch gut durchdachter Kurs des Observatoriums von Padua angeboten, der aus dem Internet heruntergeladen werden kann (www.polare.it oder www.astro2000.org). In diesem Kurs werden naturwissenschaftliche Themen behandelt – der Schwerpunkt liegt in den Bereichen Astronomie und Physik. Die Website richtet sich vor allem an Lehrkräfte, die Schülerinnen und Schüler aus der Altersgruppe 5 – 13 unterrichten. *Cielo!* ist in verschiedene Einheiten mit spezifischen Zielsetzungen, Materialien und Inhalten unterteilt.

Als Beispiel wird hier ein Teil des ersten Moduls näher betrachtet: „A journey to the Sun“ (Eine Reise zur Sonne)!

Zielsetzungen:

- Den Schülerinnen und Schülern wird gezeigt, dass die Sonne weder Augen, noch einen Mund, noch Strahlen hat.
- Sie erfahren, dass die Erde und die Sonne kugelförmig sind.
- Nebenbei eignen sie sich manuelle Fertigkeiten an, z.B. wie man mit Knetmasse oder Salzteig umgeht.

Ablauf:



SICH EINLASSEN

Zuerst führt man mit den Schülerinnen und Schülern eine offene Diskussion:
„Was werdet ihr auf der Reise zur Sonne sehen? Wie stellt ihr euch die Sonne vor?“

Es beginnt mit einem freien Gespräch, bei dem eventuell falsche Vorstellungen der Kinder herausgearbeitet werden können.

- Die Erde könnte rund sein und ich stelle mir den Mond so vor, dass er manchmal halb und manchmal voll ist.
- Die Sonne ist rund und hat Strahlen und der Mond ist ebenfalls rund.
- Der Mond ist rund und hat jede Menge Löcher.



Bevor die Reise losgeht, fertigen die Kinder Zeichnungen von Sonne, Erde, Mond und Sternen an, so wie es ihrer Vorstellung entspricht.

(Quelle: *Cielo!* un percorso di astronomia e fisica)





ERKUNDEN

Die PowerPoint Präsentation, die man bei www.polare.it unter dem Projekt Heavens above! – ‚Presentations‘ oder unter www.astro2000.org findet, wird gezeigt. Der Text zu den Bildern könnte wie folgt lauten:



„Seid ihr bereit? Nehmt Platz, wir machen das Licht aus und sind fertig zum Start...“



„...aber wie hoch sind wir jetzt schon?“

...höher und höher – und da seht ihr – Europa!

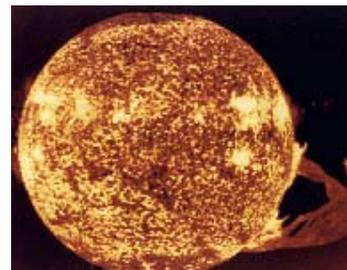
... und noch höher und da seht ihr – die Erde, aber da sind auch Wolken. Wir sind jetzt außerhalb unserer... wie heißt das?“



„... Jetzt beginnt eine lange Reise zur Sonne, die Erde bewegt sich weiter und weiter weg und der Himmel wird dunkler und immer dunkler, aber wir können jetzt die Sterne sehen!!...“



...und hier ist nun die Sonne. Zuerst lassen wir sie bedeckt, weil sie sonst unsere Augen blendet. Wir sind zu lange in der Dunkelheit gereist, aber jetzt – schaut – wir können sie sehr gut sehen... aber das ist seltsam – sie hat keine Strahlen. Ich frage mich, warum sie die Sonne ohne Strahlen gezeichnet haben!



„... Oh, es wird wärmer und immer wärmer...“

(Die Bilder sind der PowerPoint Präsentation unter www.astro2000.org entnommen, Urheber der Bilder: NASA)



ERKLÄREN

Die Kinder werden dazu angeregt, die Erde und die Sonne mit Knetmasse oder Salzteig nachzubilden.

Beispiele von Darstellungen der Sonne, der Erde, des Mondes und der Sterne.

Die anderen Objekte in den Abbildungen stehen für das Raumschiff.

(Quelle: Cielo! un percorso di astronomia e fisica)



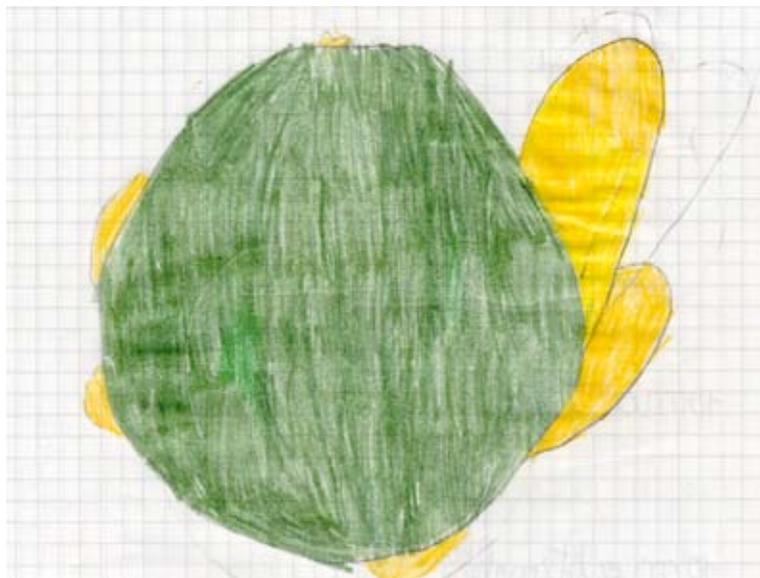


ERWEITERN

Was hat euch an der Reise gefallen?
Die Kinder zeichnen ihre Eindrücke.



Egal, in welchem Umfeld die Reise stattfindet – das Bild, von dem die Kinder am stärksten beeindruckt sind, ist stets dasselbe: die Sonne, die „Flammen“.
(Quelle: Cielo! un percorso di astronomia e fisica)



EVALUIEREN

Die Kinder sollen nun die Erde und die Sonne so darstellen, wie sie sie auf ihrer „fantastischen“ Reise gesehen haben. Sie verwenden dazu dieselben Materialien wie zu Anfang.



Darstellungen der Sonne durch die Kinder am Ende dieser Aktivität.
(Quelle: Cielo! un percorso di astronomia e fisica)

Wir bauen ein Kopiergerät!

Zielsetzung:

Schülerinnen und Schüler verwenden eine Glasscheibe (oder eine CD-Hülle) als halbdurchlässigen Spiegel und lernen dabei die Lage des Spiegelbilds kennen. Sie zeichnen das Spiegelbild hinter der Glasplatte auf Papier nach.

Ablauf:



SICH EINLASSEN

- Einleitende Fragen knüpfen am Alltagswissen der Kinder an:
- Wo liegt ein Spiegelbild? Im Spiegel oder dahinter? Sieht ein Kind im Spiegel eher aus wie hinter einem Fenster oder wie auf einem Foto?
 - Ein Spiegel „kopiert“ eine Zeichnung. Wie kann man diese Kopie als realen Gegenstand erhalten?



ERKUNDEN

Die Arbeitsmaterialien werden verteilt und die Schülerinnen und Schüler können das nachfolgende Experiment alleine durchführen. (Die Lehrkraft hilft beim Versuchsaufbau.)

Benötigte Materialien: → CD-Hülle, eine Bildvorlage, ein Blatt Papier, Bleistifte, Lichtquelle

Durchführung: Die Schülerinnen und Schüler

- stellen die geöffnete CD-Hülle oder eine Glasplatte senkrecht auf den Tisch, evtl. mit zwei Klötzen als Halterung
- legen auf eine Seite davon die hell beleuchtete Zeichnung als Vorlage



(Quelle: www.turmdersinne.de)

- legen auf die andere, dunklere Seite das leere Blatt Papier
- sehen durch die Glasplatte das Spiegelbild der Zeichnung scheinbar genau auf dem leeren Blatt



ERKLÄREN

Das Spiegelbild scheint hinter dem Spiegel, also auf dem leeren Blatt zu liegen. Wenn ein Punkt der Vorlage weiter vom Spiegel entfernt liegt, so liegt auch dessen Bildpunkt weiter vom Spiegel entfernt. Die ursprüngliche Zeichnung und ihr Bild sind gleich groß.

Genauer:

Ein Bildpunkt erscheint gleich weit vom Spiegel entfernt wie der Ausgangspunkt; die Verbindungslinie zwischen beiden steht senkrecht auf der Spiegelfläche.



ERWEITERN

Die Schülerinnen und Schüler untersuchen, bei welcher Beleuchtung das Spiegelbild besonders deutlich zu sehen ist: Die Vorlage muss hell beleuchtet sein, das leere Zeichenblatt im dunkleren Bereich liegen.

Die Schülerinnen und Schüler brauchen etwas Hilfe beim optimalen Justieren der Einzelteile, damit das Spiegelbild genau auf dem Zeichenblatt zu liegen kommt. Vorlage und Zeichenpapier müssen gleich hoch, am besten in einer Ebene, liegen. Die Vorlage sollte möglichst nahe an den halbdurchlässigen Spiegel geschoben werden. Dieser muss genau senkrecht stehen. Andernfalls scheint das Spiegelbild nicht waagrecht auf dem Papier zu liegen. Bereits eine Abweichung von 1° lässt das Spiegelbild in 10 cm Entfernung um ca. 4 mm über oder unter dem Papier schweben. Linkshänder bauen evtl. seitenverkehrt auf.



EVALUIEREN

Schülerinnen und Schüler zeichnen das Bild mit ihrem selbstgebauten Kopiergeräten ab!

Nahrungskette

Zielsetzung:

Kinder lernen zu verstehen, dass Grashüpfer nützliche Tiere sind.

Ablauf:



SICH EINLASSEN

„Grashüpfer sind keine nützlichen Tiere.“
Stimmst du dieser Aussage zu oder nicht?
Begründe deine Antwort!

Viele Kinder in der Grundschule glauben an einen schädlichen Einfluss von Grashüpfen.



ERKUNDEN

Rollenspiel:

Einige Kinder nehmen die Rolle von Grashüpfen an, andere die von Fröschen und die restlichen Kinder sind Schlangen.
→ Stellt euch eine Insel vor, auf der es nur Schlangen, Frösche und Grashüpfer gibt und spielt: wer frisst wen.
→ Nun stellt euch weiter vor, dass durch eine Krankheit alle Grashüpfer auf der Insel getötet werden und spielt, was als nächstes passiert.

Alle Schülerinnen und Schüler wissen, dass Frösche Grashüpfer fressen und Schlangen wiederum Frösche als Nahrung benötigen.

(Quelle: [Jeff Williams/morguefile.com](http://JeffWilliams/morguefile.com), sxc.hu, [P. Winberg/morguefile.com](http://P.Winberg/morguefile.com))



Durch das Rollenspiel erkennen sie, dass die Frösche ohne die Grashüpfer sterben würden – und im Anschluss würden die Schlangen sterben, weil ihnen die Frösche als Nahrung fehlen.



ERKLÄREN

„Glaubt ihr also nach wie vor, dass Grashüpfer keine nützlichen Tiere sind?“



ERWEITERN

Verschiedene Arten von Nahrungsketten werden besprochen.



EVALUIEREN

Die Schlussfolgerungen der Schülerinnen und Schüler werden mit der Meinung, die sie im Vorfeld hatten, verglichen. Was hat die Änderung ihrer Auffassung herbeigeführt?

Der Siedepunkt des Wassers

Zielsetzung:

Die Wassertemperatur steigt bei Erhitzung nicht linear an.

Ablauf:



SICH EINLASSEN

Gedankenexperiment: Wir erhitzen 12 Minuten lang eine bestimmte Menge Wasser. Die anfängliche Wassertemperatur liegt bei 20°C. Nach einer Minute steigt die Temperatur auf 31°C.

Was passiert als nächstes? Vervollständigt die Tabelle.

Ein Großteil der Grundschulkinder wird die Tabelle wie folgt ergänzen:

Zeit (Min)	0'	1'	2'	3'	4'	5'	6'	7'	8'	9'	10'	11'	12'
Temperatur (°C)	20°	31°	42°	53°	64°	75°	86°	97°	108°	119°	130°	141°	152°

Wärme verändert die Eigenschaften des Wassers. Wenn wir dem Wasser in fester Form (Eis) genügend Wärme zuführen, verändert es seinen Aggregatzustand und wird flüssig. Wir nennen dies Schmelzen. Unter noch größerer Wärmezufuhr wird die Flüssigkeit gasförmig (Wasserdampf). Bildet sich genügend Wasserdampf – wenn der Druck des Wasserdampfes gleich dem Druck der Atmosphäre oberhalb des Wassers liegt – kann der Dampf die Luft über dem Behälter wegdrücken und Dampfblasen erzeugen. Wir nennen diesen Prozess Sieden. Wasser in einem offenen Gefäß wird nicht heißer als der Siedepunkt.

In einer Flüssigkeit liegen die einzelnen Moleküle dicht beieinander, sie schwingen um ihre Gleichgewichtslage. Wird flüssiges Wasser erhitzt, steigt die Temperatur. Mit diesem Temperaturanstieg erhöht sich auch

die kinetische Energie und führt zu einer Beschleunigung der Molekularbewegung. Diese Bewegung kann so stark werden, dass die Anziehungskräfte zwischen den einzelnen Molekülen (d.h. die Wasserstoffbrückenbindung) überwunden werden und die Moleküle sich aus der Flüssigkeit ablösen und zu einem Gas werden. Am Siedepunkt geht die Flüssigkeit in den gasförmigen Zustand über. In diesem Zustand besteht zwischen den Molekülen untereinander kein Kontakt mehr.

**ERKUNDEN**

Schülerinnen und Schüler führen das Experiment durch und schreiben ihre Messdaten auf.

Hauptziel dieses Schrittes ist die Auslösung eines kognitiven Konflikts zwischen dem, was die Schülerinnen und Schüler bisher geglaubt haben und was sie bei ihren Untersuchungen entdecken. Es ist beabsichtigt, mit Hilfe dieses naturwissenschaftlichen Modells einen kognitiven Wandel herbeizuführen.

**ERKLÄREN**

Vergleicht die Temperatur in den beiden Tabellen!

**ERWEITERN**

Schlussfolgerung: Was geschieht nach einigen Minuten mit der Wassertemperatur?

**EVALUIEREN**

Was habt ihr zunächst geglaubt? Was glaubt ihr jetzt? Warum habt ihr eure Meinung geändert?

Wir beobachten die Sonne!

Zielsetzung:

Diese Aktivität scheint eine Position jenseits traditioneller Unterrichtsprogramme einzunehmen. Sie beseitigt jedoch in der Regel eines der Probleme, mit denen wir oftmals konfrontiert werden, wenn wir mit Kindern über die Sonne sprechen – sie denken, die Sonne sei perfekt, unveränderlich und dauerhaft.

Diese Aktivität ermöglicht uns, das Objekt unserer Beobachtung im richtigen Licht zu sehen: Die Sonne ist ein Stern.

Die Aktivität beginnt mit einer „fiktiven“ Internetsuche: Es wird ein für die Recherchen der Schülerinnen und Schüler geeigneter Server vorbereitet. Das Ziel dieses Teils der Aktivität ist es, interdisziplinäres, kognitives Lernen vor allem in den Fächern Deutsch, Englisch, Mathematik, Technik und Informatik zu erreichen.

Ablauf:**SICH EINLASSEN**

„Was glaubst du wirst du bei der Sonnenbeobachtung sehen?“ Mit den Schülerinnen und Schülern wird diese Fragestellung diskutiert, um deren Erwartungen beim Betrachten der Sonne zu verstehen.

Diese Diskussion zu Beginn ist von sehr großer Bedeutung, da sie es ermöglicht, die Erwartungen der Kinder hinsichtlich einer Beobachtung im Bereich der Astronomie in Augenschein zu nehmen. Die Berücksichtigung dieser Erwartungen wirkt sich positiv auf den Lernprozess aus. Außerdem kann versucht werden, die Erwartungen der Schülerinnen und Schüler in eine eher naturwissenschaftliche Richtung zu lenken. Ein weiteres Ergebnis ist die Einführung einer Hypothese, die sie selbst anhand der folgenden Beobachtung überprüfen werden (die Hypothese muss detailliert erläutert werden).

**ERKUNDEN**

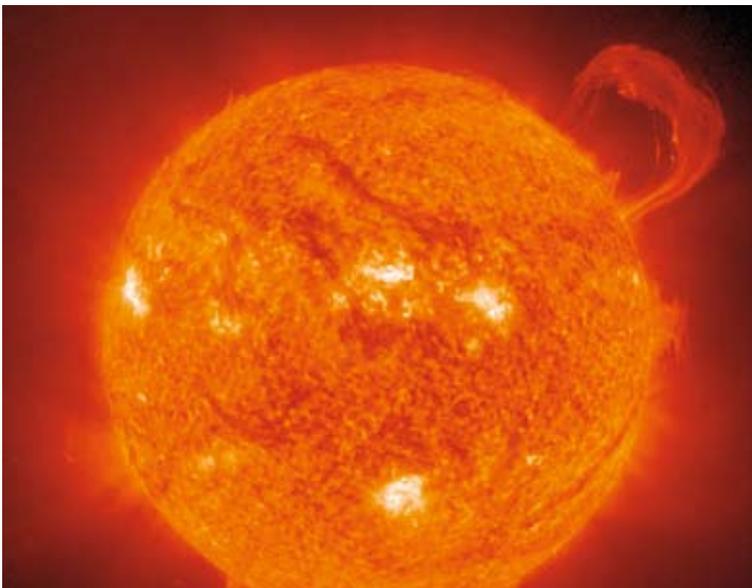
Erste Beobachtung mit einem Fernglas, anschließend folgt die Lektüre von Galileos Text (z.B. <http://mintaka.sdsu.edu/GF/vision/Welser.html>).

Versuchsaufbau:

Das Fernglas muss auf einem Stativ fixiert werden. Damit das Sonnenlicht nur durch ein Okular dringen kann, deckt man das andere ab. Anschließend wird das Fernglas mit schwarzer Pappe umhüllt, damit ein genau definierter Schattenbereich auf den Boden projiziert werden kann. Nun lenkt man den Lichtpunkt der Sonne auf ein weißes Blatt. Jetzt können die Schülerinnen und Schüler mit ihren Beobachtungen beginnen. Es ist vorteilhaft, diesen ersten Teil des Versuchs in Kleingruppen durchzuführen. Am Ende werden die Kinder aufgefordert, Notizen über ihre Beobachtungen auf einem Blatt Papier festzuhalten und gegebenenfalls ihre Beobachtungen mit Zeichnungen zu ergänzen (es kann vorkommen, dass einige Schülerinnen und Schüler angeben, nichts gesehen zu haben – aus diesem Grund ist die Diskussion zu Anfang von so großer Bedeutung).

Die nächste Phase ist ganz besonders wichtig. Galileos Text wird gelesen – zuerst alleine und dann in Gruppen. Es besteht die Möglichkeit,

Courtesy NASA/JPL-Caltech



die Beobachtungen Galileos mit den Beobachtungen der Schülerinnen und Schüler zu vergleichen.

Auf diese Weise werden die Kinder zu einer weiteren Betrachtung der Sonnenoberfläche motiviert.

**ERKLÄREN**

Eine zweite Beobachtung mit dem oben beschriebenen Versuchsaufbau.

Diese erneute Betrachtung ermöglicht den Schülerinnen und Schülern, die Existenz winziger Punkte auf der Blattoberfläche zu verifizieren. Die Kinder sollen das zeichnen, was sie sehen. Man kann auch kleine Papierscheiben vorbereiten, die dieselbe Größe wie die Abbildung der Sonne haben. Diese können als Vorlage für die Zeichnung der dunklen Punkte dienen.

**ERWEITERN**

Eine dritte Beobachtung drei Stunden später.

Nach drei Stunden wird die Beobachtung wiederholt und die Unterschiede der neuen Abbildungen werden verglichen.

**EVALUIEREN**

Mit einem abschließenden Internet-Test wird herausgefunden, wie Satellitenbilder der Sonne aussehen.

Bei diesem Test nutzen die Schülerinnen und Schüler Websites, die ihnen bereits bekannt sind. Zum Beispiel wird ihnen die Aufgabe gestellt, mit der Suchmaschine Google im Internet nach Abbildungen von Sonnenflecken zu suchen – nach Möglichkeit von dem Tag, an dem sie selbst ihre Beobachtungen durchgeführt haben (beispielsweise: <http://sohowww.nascom.nasa.gov/>). Damit endet die Aktivität.

Interdisziplinärer Ansatz für den naturwissenschaft- lichen Unterricht in Europa



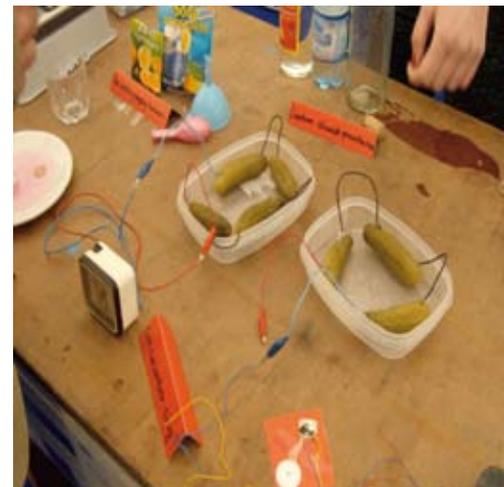
KONTAKT ZUR ARBEITSGRUPPE

Klaus Buschhüter, RWTH Aachen
buschhueter@lbz.rwth-aachen.de

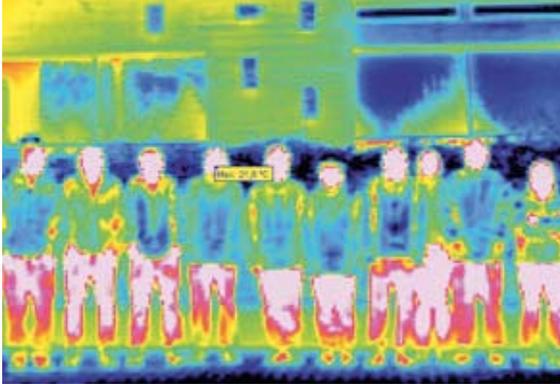
Dr. Richard Bräucker, DLR_School_Lab Köln-Porz
Richard.Braeucker@dlr.de

Unsere heutige Gesellschaft unterliegt einem schnellen wirtschaftlichen und wissenschaftlichen Wandel. Den Naturwissenschaften kommt hierbei eine entscheidende Rolle zu: Sie revolutionieren alle Bereiche des menschlichen Lebens – unsere Umwelt ebenso wie die Kultur. In diesem Zusammenhang nehmen die Industrienationen, die den Großteil des technologischen Fortschritts vorantreiben, eine exponierte Stellung ein. Einerseits sind sie auf das Potential von naturwissenschaftlicher Forschung und Bildung angewiesen, andererseits beeinflussen sie den Charakter wissenschaftlicher Arbeitsweisen.

In den Ländern Europas scheinen sich die wissenschaftlichen Methoden unabhängig voneinander hin zu einem interdisziplinären Forschungsansatz zu entwickeln. Bildungsmanager sehen sich damit konfrontiert, diese Strukturen in irgendeiner Weise auf den Unterricht ihres jeweiligen Schulsystems zu übertragen.



Schülerexperiment
(Science on Stage 2006
in Gent)



Thermografische Aufnahme einer Schulklasse beim naturwissenschaftlichen Unterricht

Weitgehend unbemerkt hat sich bereits in vielen Schulen ein interdisziplinärer Ansatz im Bereich der Naturwissenschaften etabliert – teils als Ergebnis überzeugender Argumente, teils aus der Notwendigkeit, dem Lehrermangel in einem bestimmten Fach abzuwehren. Ein Vergleich der interdisziplinären Unterrichtsmethoden und Erfahrungen auf europäischer Ebene könnte dazu beitragen, Fehler bei der Einführung einer solchen Unterrichtsform zu vermeiden und Synergieeffekte zu fördern.

So ist es das Ziel dieses Beitrags, grundsätzliche Überlegungen zu einem gemeinsamen Lehrplan im Bereich interdisziplinärer naturwissenschaftlicher Unterricht zusammenzutragen, wobei aber der Wert fachsystematisch erworbenen Wissens im Bereich der Naturwissenschaften nicht ausgeklammert werden soll.

Sind Naturwissenschaften per se interdisziplinär?

Auf den ersten Blick scheinen sich die traditionellen naturwissenschaftlichen Disziplinen, wie sie in der Schule unterrichtet werden, deutlich voneinander zu unterscheiden. Physik, Chemie, Biologie, Mathematik und Geographie befassen sich mit ganz verschiedenen Themen und verwenden eine große Bandbreite unterschiedlicher Methoden. Wir können jedoch möglicherweise eine gemeinsame Logik in den Naturwissenschaften entdecken, wenn wir uns diese Methoden einmal genauer ansehen: Am Beginn steht die Aufgabe, beobachtete Naturphänomene so objektiv wie möglich zu beschreiben.

Die Suche nach möglichen Gründen ist der nächste Schritt: Wie können wir eine bestimmte Beobachtung erklären? Hypothesen werden aufgestellt, die zur

Prüfung in Experimenten führen. Deren Ergebnisse erlauben es schließlich, eine Hypothese abzulehnen oder sie als mehr oder weniger wahrscheinlich einzustufen. Das Ziel ist die Suche nach einer „Wahrheit“, die sich in Form von Naturgesetzen manifestiert.



Sonnenkraftwerk

Wir könnten unsere Umwelt als eine Menge von Objekten (belebte oder unbelebte) ansehen, die sich – bestimmt durch die Naturgesetze – gegenseitig beeinflussen. Eine hierarchische, systematische Einteilung von Objekten und Vorgängen scheint dagegen eher der Struktur des menschlichen Gehirns entgegen zu kommen. Wir glauben daher, dass es, besonders für die niedrigeren Klassenstufen, günstiger ist, zunächst einen Überblick über die verschiedenen naturwissenschaftlichen Disziplinen zu geben, indem man ihre Themen und methodischen Ansätze zu einem Unterrichtsfach zusammenfasst. Dies sollte in den höheren Klassen das Verständnis komplexer Fragestellungen und Methoden in allen Naturwissenschaften erleichtern. Es wird dabei der Arbeitsalltag der meisten Naturwissenschaftler veranschaulicht, die ja Methoden aus den unterschiedlichsten Wissenschaftszweigen in ihre tägliche Arbeit integrieren müssen. Ein interdisziplinärer Unterrichtsansatz wird so die Ausbildung einer „Scientific Literacy“ (Naturwissenschaftliche Grundbildung) begünstigen.

Die Bedeutung von „Scientific Literacy“ für den interdisziplinären Unterricht

Im weiteren Sinne bedeutet „Scientific Literacy“ die Fähigkeit eines Individuums, Schlüsselmethoden und grundlegende naturwissenschaftliche Prinzipien zu

begreifen und damit umgehen zu können. Eine solche Person versteht naturwissenschaftliche Sachverhalte und Anwendungen, sie besitzt eine weitgehend klare Sicht der Welt und gebraucht naturwissenschaftliches Wissen und wissenschaftliche Denkmethode zur Lösung persönlicher und allgemeiner Probleme. Es besteht kein Zweifel, dass dies Aspekte eines vielversprechenden und sachkundigen Ansatzes für diejenigen sind, der auf diese Art zu denken gelernt hat. Wir können also „Scientific Literacy“ als eine Eigenschaft einer zuverlässigen, aufgeklärten Persönlichkeit deuten, die notwendige Prozesse internalisiert hat, um dadurch aktiv an unserem digitalen Zeitalter teilhaben zu können.

Man gewinnt heutzutage den Eindruck, dass die Mehrzahl der Schülerinnen und Schüler den Naturwissenschaften kein besonderes Interesse entgegenbringt. Die engen Bezüge zwischen Naturwissenschaften und Technik werden nur selten und verschwommen wahrgenommen. Für Schülerinnen und Schüler ist es oft schwierig, Alltagsphänomene auf Naturgesetze zurückzuführen, selbst dann, wenn sie diese erst vor kurzem gelernt haben. Offenbar glaubt eine große Zahl der Lernenden,

Junge Mädchen als „interdisziplinäre Wissenschaftler“



die Welt sei zu komplex um sie zu verstehen: naturwissenschaftliche Zusammenhänge liegen ihnen fern.

Wir sind daher der Meinung, dass wir uns auf die Frage konzentrieren sollten, wie wir naturwissenschaftliches Wissen anbieten. Die Herausforderung besteht darin, die zögerliche Haltung der Schülerinnen und Schüler zu überwinden und ihr Interesse und ihr Bewusstsein für die Naturwissenschaften zu wecken. Daher die nahe liegende Frage: Ist interdisziplinärer Unterricht eine Möglichkeit, dieses Ziel zu erreichen? Wir sind dieser Meinung, denn die Grundlage aller Naturwissenschaften ist eine gemeinsame Natur, unsere Welt. Welche Beziehungen bestehen zwischen interdisziplinär angelegtem Unterricht und „Scientific Literacy“? Ist interdisziplinärer naturwissenschaftlicher Unterricht eher als der in Einzelfächer differenzierte Unterricht geeignet, bei den Schülerinnen und Schülern die Fähigkeiten zu fördern, die mit „Scientific Literacy“ bezeichnet werden?

- Der interdisziplinäre (fachübergreifende) naturwissenschaftliche Unterricht beginnt mit der Beobachtung von Umweltphänomenen, die unser Interesse, unsere Neugierde wecken. Mit diesen Phänomenen auf einer naturwissenschaftlichen Basis umzugehen gehört zur „Scientific Literacy“.
- Mit dem interdisziplinären naturwissenschaftlichen Zugang als Unterrichtsmethode wird das Verständnis von Konzepten, das Fragestellen und das selbstständige Denken gefördert, wie man es als Kompetenz der „Scientific Literacy“ erwartet.
- Der interdisziplinäre angelegte Unterricht versucht, die unterschiedlichen Betrachtungsweisen in den Naturwissenschaften zu integrieren, und fördert damit die ganzheitliche Erschließung der Welt, wie es einer „Scientific Literacy“ entspricht.

Darüber hinaus verfolgt der interdisziplinäre naturwissenschaftliche Unterricht folgendes Ziel: In der modernen Welt, in der wir von wissenschaftlichen Fragen und Anwendungen der Naturwissenschaft und Technik umgeben sind, sollen nicht nur einige sondern die Mehrzahl der Schülerinnen und Schüler die Naturwissenschaften verstehen und damit umgehen lernen.

Wann sollte interdisziplinärer Unterricht beginnen?

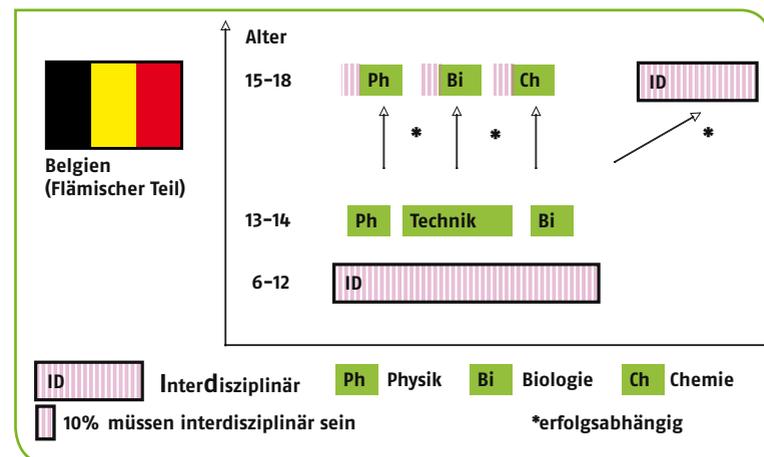
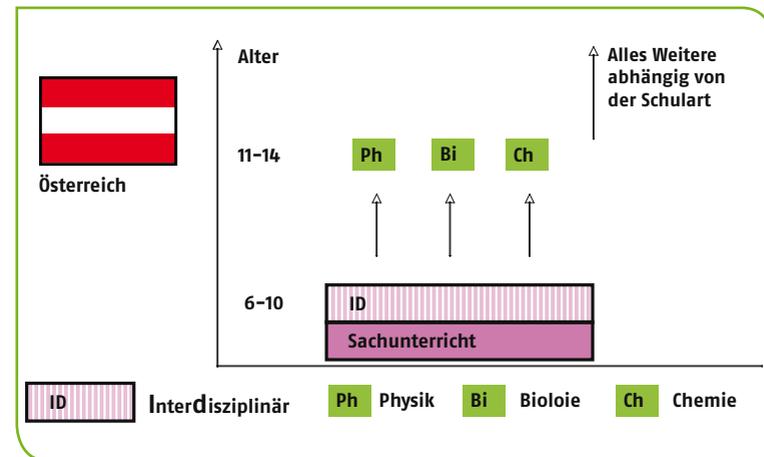
Zurzeit unterscheiden sich die Schulsysteme in Europa deutlich voneinander, jedoch sind in den meisten Ländern Tendenzen zum interdisziplinären Unterricht während der ersten Schuljahre erkennbar: Sachunterricht oder verschiedene Formen des naturwissenschaftlichen Unterrichts werden je nach regionalen Gegebenheiten in vielen Ländern angeboten, Beispiele hierzu stellen wir auf den folgenden Seiten vor. Der Erfolg hängt jedoch wesentlich von einer geeigneten Experimentalausstattung ab, die oft nicht vorhanden ist. Eine Reihe viel versprechender Projekte versucht, naturwissenschaftlichen Unterricht bereits in der Grundschule einführen. Da die Aus- und Weiterbildung von Lehrern für die Grundschule in den Naturwissenschaften zurzeit begrenzt ist und nicht wesentlich beeinflusst werden kann, soll auf diese Jahrgangsstufe hier nicht weiter eingegangen werden (siehe aber Kapitel A der vorliegenden Veröffentlichung). Wir hoffen, dass diese Altersgruppe künftig mehr in den naturwissenschaftlichen Unterricht einbezogen wird.

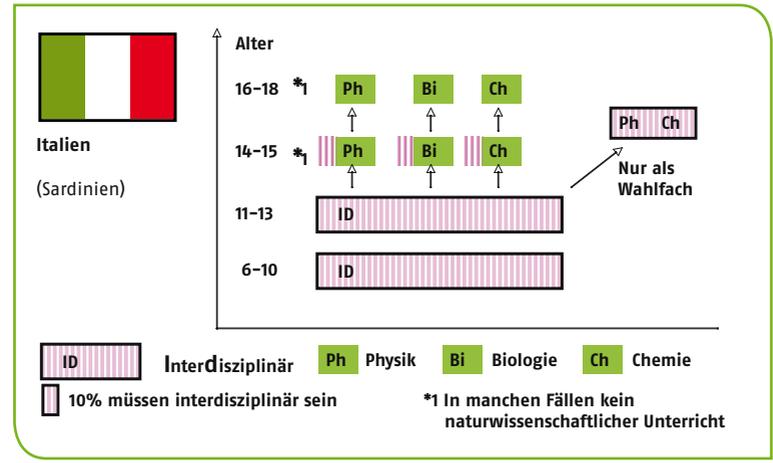
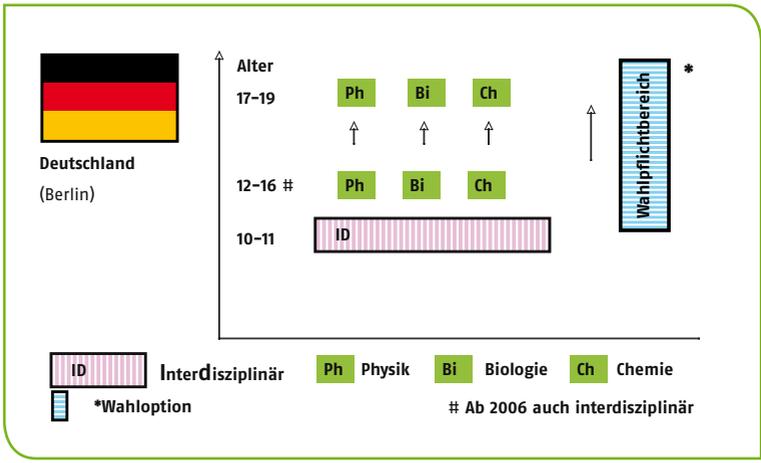
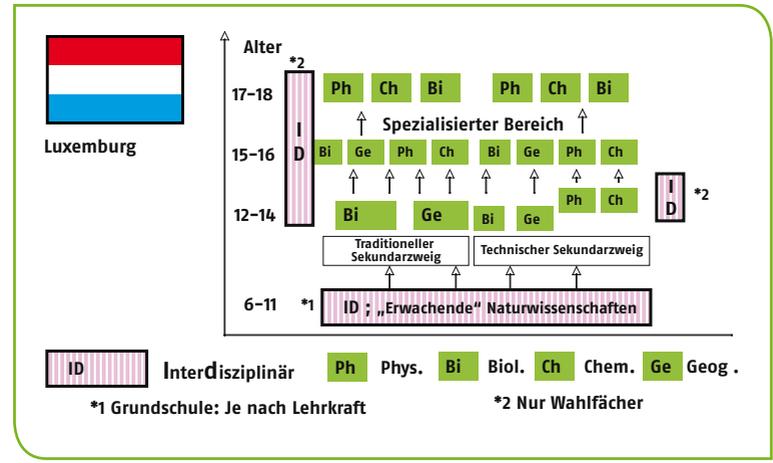
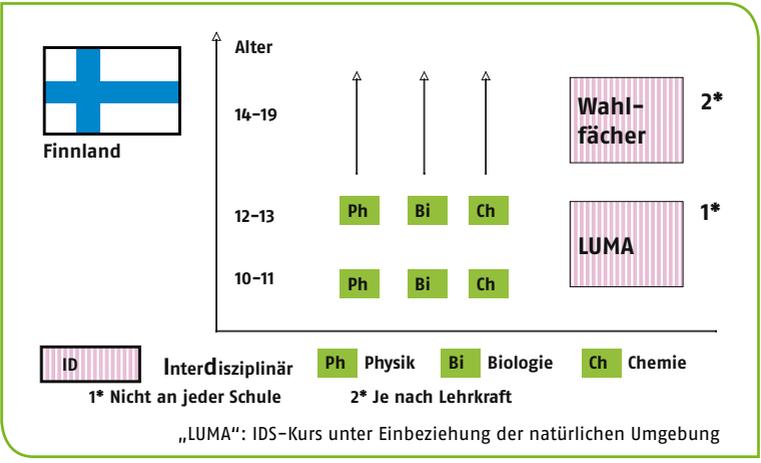
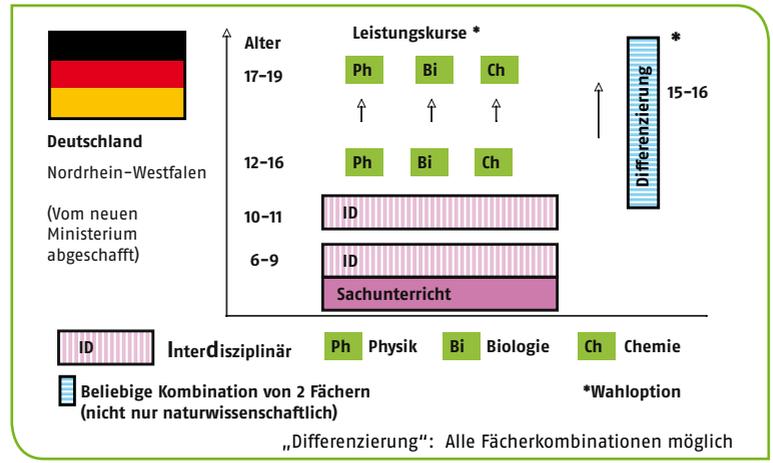
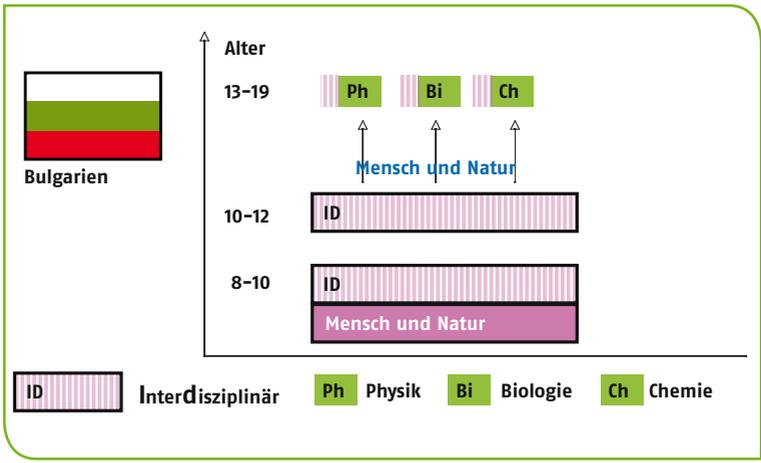
In der Regel beginnt der naturwissenschaftliche Unterricht mit der Altersgruppe zwischen 10 und 14 Jahren. Kinder dieses Alters haben noch einen ganzheitlichen Blickwinkel auf die Dinge und interessieren sich sehr für Naturphänomene. Wir schlagen daher für dieses Alter den interdisziplinären Ansatz vor. Warum ist aber die Mehrzahl der Lehrkräfte nach wie vor von systematischem naturwissenschaftlichem Unterricht mit getrennten Fächern überzeugt? Entgegen diesem Lehransatz werden die meisten Schülerinnen und Schüler in ihrem künftigen Leben mit Naturwissenschaften nicht auf diese systematische Weise in Berührung kommen.

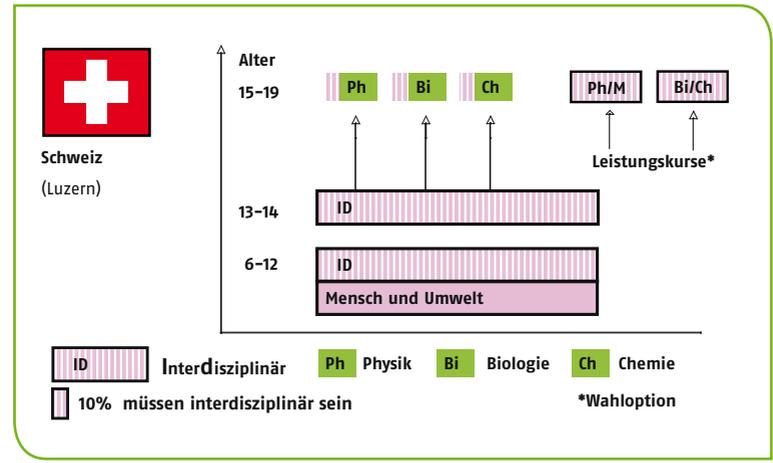
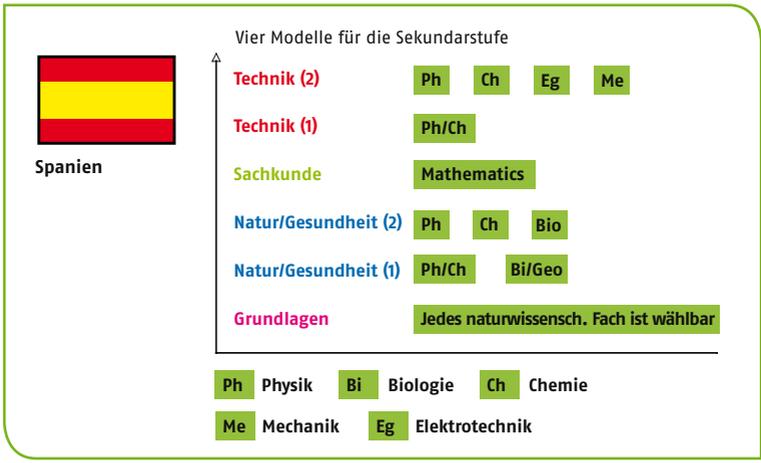
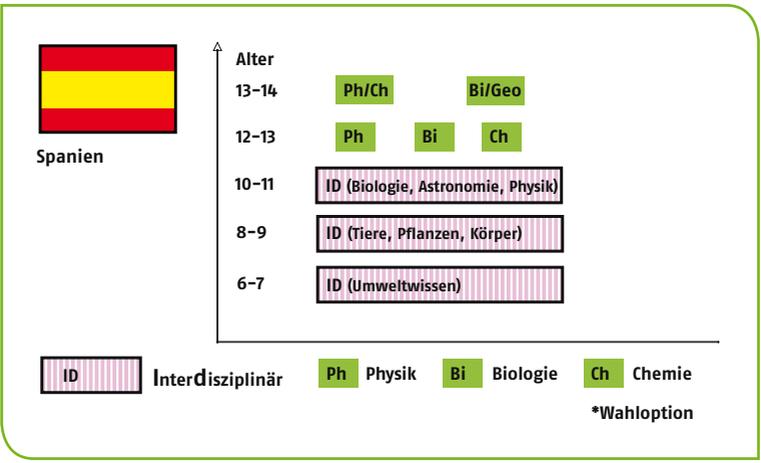
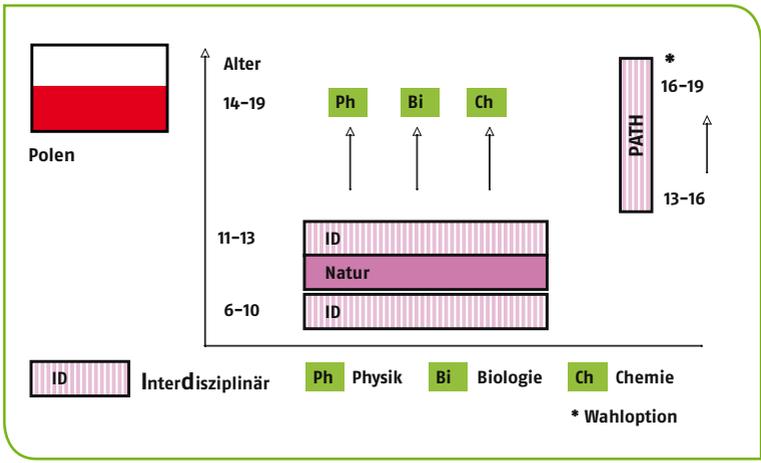
Wir sind jedoch der Meinung, dass in den höheren Klassen naturwissenschaftlicher Unterricht weiterhin in getrennten Fächern erfolgen sollte, da die Schülerinnen und Schüler diesen systematischen Ansatz für ihre spätere Aus- und Weiterbildung benötigen.

Die derzeitige Situation des naturwissenschaftlichen Unterrichts in den Ländern Europas

Auf den nachfolgenden beiden Seiten werden wir versuchen, einen kurzen Überblick über die Unterrichtsstrukturen im Bereich der Naturwissenschaften in verschiedenen europäischen Ländern zu geben. Aufgrund der Vielfalt an Schulformen und Bildungsgängen ist es nicht möglich, hier die Schulsysteme der jeweiligen Länder vollständig abzubilden. Für die Mehrzahl der Schülerinnen und Schüler werden die genannten Beispiele jedoch zutreffen. In Deutschland unterscheiden sich die Schulstrukturen je nach Bundesland. Daher können nur ausgewählte Beispiele gezeigt werden.







Voraussetzungen für einen interdisziplinär angelegten naturwissenschaftlichen Unterricht

Für den Erfolg eines interdisziplinär angelegten Unterrichts in unterschiedlichen Jahrgangsstufen sind die folgenden Voraussetzungen erforderlich. (Die besondere Problematik des Alters der Lernenden wurde bereits erörtert.)

1. Voraussetzungen in den Schulen

- Eine geeignete Infrastruktur muss vorhanden sein. In der Regel werden Bücher, Internetzugänge und eine Multimediaausstattung benötigt.
- Experimente spielen eine wesentliche Rolle. Die verwendeten Materialien sollten einfach in der Anwendung sein und einen möglichst großen Bezug zur Umwelt der Schülerinnen und Schüler haben.
- Es ist äußerst wichtig, dass die Schülerinnen und Schüler selbstständig experimentieren können. Sie sollen lernen, eigenständig zu arbeiten und sich für ihre Experimente verantwortlich zu fühlen.

- Um dies zu ermöglichen, müssen die Stundenpläne so angepasst werden, dass längere Experimentierphasen möglich sind.
- Unterrichten im Lehrerteam ist erforderlich, insbesondere wenn Lehrerinnen und Lehrer nur in einem naturwissenschaftlichen Fach ausgebildet sind.

2. Voraussetzungen im Lehrplan und in der Unterrichtsvorbereitung

- Ein Lehrplan für interdisziplinäre Naturwissenschaften sollte zu gleichen Teilen Bereiche aus der Biologie, der Chemie und der Physik behandeln sowie Verbindungen zu anderen Fächern herstellen, ohne aber die Themen einzelnen Unterrichtsfächern zuzuordnen, weil die Schülerinnen und Schüler in dieser Altersstufe diese Themenbereiche nicht getrennt wahrnehmen.
- Die Themen sollten in Verbindung zum Umfeld der Schülerinnen und Schüler stehen. Anfängliches phänomenologisches Lernen soll zu einem späteren Zeitpunkt in ein stärker spezialisiertes Lernen übergehen. Es soll versucht werden, einen fließenden Übergang zwischen den einzelnen naturwissenschaftlichen Fächern herzustellen.
- Ein interdisziplinär angelegtes Fach erfordert ein größeres Zeitbudget als ein einzelnes naturwissenschaftliches Fach.

3. Voraussetzungen bei der Aus- und Weiterbildung von Lehrkräften

- Kurse in allen drei naturwissenschaftlichen Disziplinen sollten für die Lehrerbildung obligatorisch sein, um die Konzentration auf ein einzelnes Fach zu verhindern.
- Für diejenigen Lehrkräfte, die in nur einem naturwissenschaftlichen Fach ausgebildet sind, müssen Kurse zur Weiterqualifizierung angeboten werden.

Ziele eines interdisziplinären naturwissenschaftlichen Unterrichtes

Der interdisziplinäre naturwissenschaftliche Unterricht (IDS) soll den Schülern einen umfassenden Überblick über natürliche Prozesse und Phänomene verschaffen. Er kann so auch einem kulturellen und gesellschaftlichen Zweck dienen – die Schülerinnen und Schüler sollen durch Hinterfragen befähigt werden, begründete Entscheidungen im Hinblick auf Naturwissenschaften, Technologie, Gesellschaft und Konsum zu treffen.

Ein IDS-Kurs soll praxisnah angelegt sein, er soll Teamwork und Autonomie fördern.

Die Schülerinnen und Schüler sollen in der Lage sein,

- unterschiedliche Hilfsmittel zu verwenden, um Daten zu sammeln, zu analysieren und zu präsentieren,
- Forschungsaufgaben mit Hilfe von Büchern, Veröffentlichungen und dem Internet zu lösen,
- mit Brainstorming und Diskussionen zu arbeiten,
- Experimente zu entwickeln und umzusetzen,
- mit Computern zu arbeiten.

In einem IDS-Kurs können die Schülerinnen und Schüler lernen, sich selbst und andere zu bewerten.

Die Schülerinnen und Schüler sollen in der Lage sein,

- die Genauigkeit von Messungen zu bewerten,
- sich der Verlässlichkeit ihrer Ergebnisse bewusst zu sein,
- Fehlerquellen ausfindig zu machen,
- sich selbst und andere objektiv und quantitativ einzuschätzen und zu bewerten.

Ein IDS-Kurs soll die Schülerinnen und Schüler befähigen, Methoden der wissenschaftlichen Forschung einzusetzen.

Sie sollen in der Lage sein,

- genaue Beobachtungen von Naturphänomenen durchzuführen,
- diese Phänomene unter Benutzung des fachgerechten Vokabulars zu beschreiben,
- die Phänomene zu analysieren,

- sie zu interpretieren oder ein Modell aufzustellen,
- Hypothesen zu bilden,
- Experimente durchzuführen, in denen diese Hypothesen geprüft werden können,
- zu beschreiben, inwieweit interdisziplinäre Aspekte der Naturwissenschaften nahezu überall zu finden sind.

Unterrichtsmethoden und grundlegende Fähigkeiten

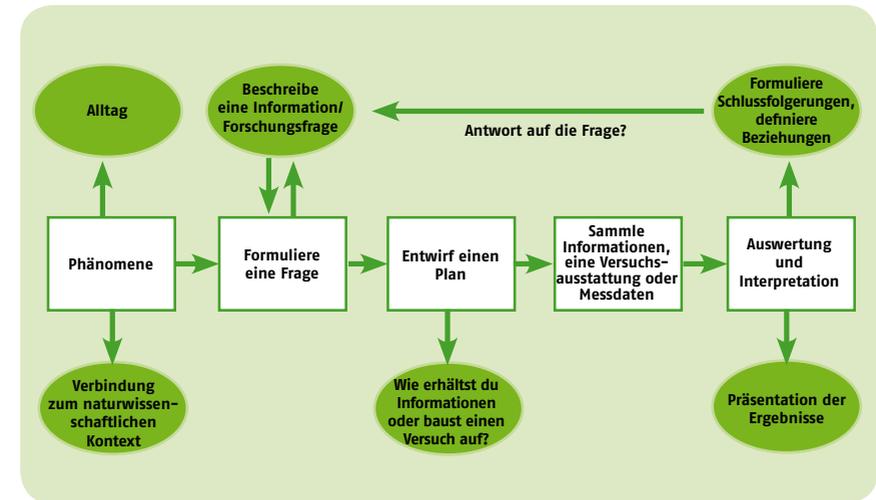
Bei einem interdisziplinären Ansatz im naturwissenschaftlichen Unterricht werden Grundkenntnisse der Naturwissenschaften in den Vordergrund gestellt – also das Wissen und Verständnis, das die Schülerinnen und Schüler benötigen, um Naturwissenschaft zu verstehen, wie sie ihnen im Alltag begegnet.

Die Unterrichtsmethode sollte sich nach den folgenden Grundsätzen richten:

- Bereits vorhandenes Wissen und Verständnis kommen zum Einsatz.
- Die Schülerinnen und Schüler sollten aktiv an ihrem Wissenserwerb mitarbeiten und nicht nur „Wissensempfänger“ sein.
- Sie sollten über ihr Lernen nachdenken und sich die Fähigkeit aneignen, ihr eigenes Lernen zu kontrollieren und zu steuern.

Durch eine große Bandbreite von Aktivitäten erlernen die Schülerinnen und Schüler, die Auswirkungen von Naturwissenschaften und Technik auf ihr alltägliches Leben zu erkennen. Der Lernprozess sollte die Vermittlung grundlegender Fähigkeiten im Bereich Forschung und im Umgang mit Informationen und Kommunikationsformen ebenso beinhalten wie die Entwicklung einer persönlichen Meinung zu naturwissenschaftlichen Themen. Aktivitäten, die Beobachtungen, Klassifizierungen, Experimentieren, das Erkennen von Zusammenhängen sowie Vergleich und Gegenüberstellung von Vorstellungen beinhalten, ermöglichen die Entwicklung einer naturwissenschaftlichen Grundbildung.

Flussdiagramm: „Arbeit mit Informationen“ oder „Realisierung eines Forschungsprojekts“:



Hindernisse für die Umsetzung eines interdisziplinären Ansatzes

Bei der Diskussion der Erfahrungen in verschiedenen europäischen Ländern stießen wir auf einige große Hindernisse für die Einführung von IDS. Es wäre fatal, diese Probleme einfach zu ignorieren. Lehrer, Behörden und Eltern müssen unbedingt von den Vorteilen des IDS-Ansatzes überzeugt werden. Lehrpersonen stellen teilweise selbst ein Hindernis dar, da einige von ihnen ‚altmodisch‘ sind und sich nur auf ihr eigenes Fach oder ihre eigenen Fächer konzentrieren. Sie zweifeln möglicherweise an diesem Ansatz, weil sie nicht mehrere naturwissenschaftliche Fächer studiert haben. Eltern teilen unter Umständen diese Angst, weil sie mit interdisziplinärem Unterricht und den Inhalten nicht vertraut sind. Ein weiteres Hindernis im schulischen Umfeld ist das Fehlen von Ressourcen und hier insbesondere von qualitativ hochwertigen Büchern und von finanziellen Mitteln. Das letzte Hindernis stellen unter Umständen die Schulbehörden dar, die oftmals an bildungspolitische Vorgaben gebunden sind. Es ist durchaus möglich, dass alle drei Gruppen fürchten, die Vermittlung fachspezifischer Methoden und Fakten zu vernachlässigen.

IDS-Unterrichtsmodule

Auf den folgenden Seiten werden einige Beispiele für mögliche IDS-Unterrichtsmodule vorgestellt. Die ausgewählten Themen beinhalten gleichermaßen Aspekte aus der Biologie, der Chemie sowie der Physik. Die Inhalte sind sehr eng mit der Umgebung und dem Alltag der Schülerinnen und Schüler verbunden. Als Beispiel sei die Behandlung des Themenmoduls „Sinneswahrnehmungen“ erwähnt. „Flug zum Mars“ verbindet die Faszination der Weltraumforschung mit Informationen über den Nutzen von Satelliten und unterschiedlichen Technologien. Andere diskutierte Module waren „Umwelt und Umweltverschmutzung“, „Metalle und ihre Verwendung“ oder „Astronomie“. Aus Platzgründen stellen wir diese Beispiele an anderer Stelle vor (www.science-on-stage.de). Jedes Thema verfügt – wie im Beispiel „Flug zum Mars“ gezeigt – über eine Referenzstruktur und eine inhaltliche Struktur.

Modul 1	Flug zum Mars
Modul 2	Sinneswahrnehmungen
Modul 3	Die Sonne und ich
Modul 4	Mein Körper und ich
Modul 5	Umwelt und Umweltverschmutzung
Modul 6	Metalle und ihre Verwendung
Modul 7	Astronomie

Inhalt des Moduls „Flug zum Mars“

Physik

- Raketentechnologie – Antriebskraft
- Die Newtonschen Gesetze – im Weltraum
- Das Keplersche Gesetz
- Was versteht man unter Mikrogravitation?
- Physikalische Parameter im Weltraum
- Unser Planetensystem, Astronomie
- Entstehung des Weltalls

Biologie

- Pflanzenwachstum bei Mikrogravitation
- Graviperzeption
- Der menschliche Körper im Weltraum: Muskeln, Knochen, Ernährung, Physiologie des Kreislaufs
- Strahlung
- Ökosysteme

Flug zum Mars

Chemie

- Antrieb einer Rakete
- Reinhaltung von Wasser und Luft
- Beschaffenheit von Himmelskörpern (Kernfusion)

Computerwissenschaften

- Steuerung (Kybernetik)
- Datenverarbeitung

Mathematik

- Navigation
- Flugbahnen

Geographie

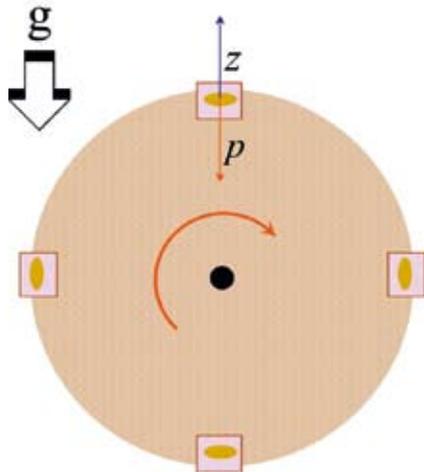
- Erdbeobachtung

Technik

- Materialien
- Aufbauten

Die „Reise zum Mars“ könnte Beispielprojekt für ein interdisziplinäres Unterrichtsmodul sein. Weltraumflüge haben seit jeher eine große Faszination auf junge Menschen ausgeübt, da sie deren Emotionen sehr ansprechen. Wie bei jedem komplexen Forschungsprojekt sind Beiträge aus allen naturwissenschaftlichen und technischen Disziplinen zwingend erforderlich, daher können interdisziplinäre Unterrichtseinheiten für unterschiedliche Klassenstufen leicht entwickelt werden. In der Folge werden zwei Beispielexperimente gezeigt – eines verbindet die Disziplinen Chemie und Physik, eines die Bereiche Biologie und Physik.

Abb. 1: Klinostat



Material/Versuchsumgebung

Eine runde Holzplatte (Durchmesser ca. 40 cm), Motor (ein alter Plattenspieler ist ebenfalls geeignet), einige Bohnen (Saatgut), Filterpapier, Draht oder Bindfaden, Wasser und ein dunkler Raum.

Hintergrund/Zielsetzung

Der Klinostat ist eine vertikale Zentrifuge. Bei der Umdrehung ändert sich ständig die Richtung, mit der die Gravitationskraft auf das untersuchte Objekt einwirkt. Ist das die Schwerkraft wahrnehmende System der Versuchsubjekte langsam (wie bei Pflanzen), kann es die Richtung der Gravitation nicht mehr feststellen.

Versuchsablauf

Der Motor wird mit der Holzscheibe – ähnlich einem Plattenteller – verbunden. Die Oberfläche der Scheibe muss jedoch vertikal ausgerichtet sein. Nun bohrt man einige Löcher in der Nähe des äußeren Randes und befestigt die Bohnen und das Filterpapier mit Draht oder Bindfaden. Das Papier wird befeuchtet und der Klinostat eingeschaltet. Bei permanenter Drehung wird der Klinostat einige Tage in einen abgedunkelten Raum gestellt. Eine weitere Bohne wird auf ein feuchtes Stück Papier in der Nähe des Plattentellers im selben Raum platziert. Die Bohnen müssen jeden Tag gewässert werden.

Was wird passieren?

Die Bohnen beginnen zu keimen. Die Wurzeln der Bohnen auf dem Tisch wachsen nach unten und ihre Triebe nach oben. Die Wurzeln und Triebe der Bohnen auf dem Klinostat wachsen jedoch in alle möglichen Richtungen. Was geschieht, wenn man das Experiment wiederholt und die Drehplatte horizontal ausrichtet (wie bei einem Plattenteller oder einer Zentrifuge)? Zur Fallbeschleunigung addiert sich eine Zentripetal- (oder Zentrifugal-)beschleunigung (a_z), die aus dem Radius (r) und der Winkelgeschwindigkeit (ω) berechnet werden kann: $a_z = \omega^2 r$

Ist die Zentripetalbeschleunigung wirksam? Wie viel g ($1g=9,81 \text{ m/s}^2$) erreicht man bei Einsatz eines alten Plattenspielers mit einem Scheibenradius von 0,13 m und einer Drehzahl von 78 min^{-1} ?

Fragen zur Diskussion:

- Wirkt die Erdanziehungskraft beim Klinostat-Versuch?
- Was versteht man unter Mikrogravitation?
- Würden Bohnen in einem Treibhaus auf dem Mars wachsen?

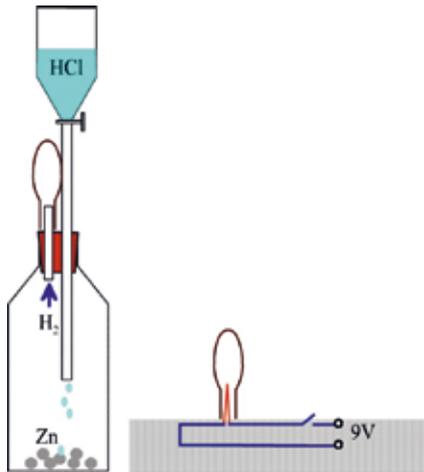


Abb. 2:
Raketenstartbasis

Materialien

Einweg-Pasteurpipetten, Salzsäure, Zink, Glasflasche, durchbohrter Stopfen, Glasröhre, Tropftrichter, Batterie oder Netzteil, Tastschalter, Draht, Heizdraht und eine Holzplatte.

Hintergrund/Zielsetzung

Dieses Experiment zeigt den Start einer mit Wasserstoff und Sauerstoff angetriebenen Rakete.

Versuchsablauf im Einzelnen

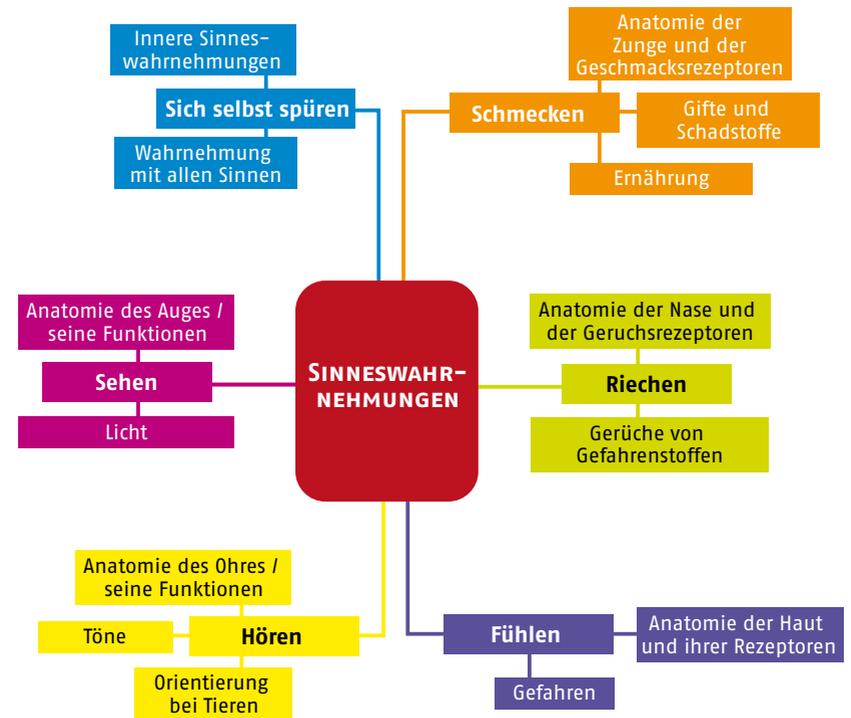
→ Der Kipp'sche Apparat wird wie in Abb. 2 gezeigt aufgebaut. Salzsäure reagiert mit Zink und erzeugt Wasserstoff und Zinkchlorid.

- Die „Abschussrampe“ wird aus der Holzplatte, der Batterie, dem Schalter und dem Heizdraht aufgebaut.
- Der Oberteil der Pasteurpipette wird abgeschnitten und zum Sammeln von Wasserstoff aus dem Kipp'schen Apparat verwendet. Wir werden Sauerstoff aus der Luft verwenden.
- Der obere Teil der Pasteurpipette wird über den Filamentdraht gestellt und die Rakete durch Einschalten des Heizdrahtes gestartet.

Fragen

- Wie wird eine Rakete angetrieben?
- Warum fliegt eine Rakete?
- Warum fliegt sie im All?

Sinneswahrnehmungen eignen sich besonders gut für interdisziplinären naturwissenschaftlichen Unterricht, da die Themen jeweils der Biologie zuzuordnen sind, die meisten Experimente jedoch in der Chemie oder der Physik angesiedelt sind. Es gibt eine große Anzahl von Versuchen, mit denen man die Funktionsweise unserer Sinne demonstrieren kann.



Sinneswahrnehmungen: Die Zunge und ihre Geschmacksrezeptoren

Hintergrund/Zielsetzung

Unsere Zunge kann vier verschiedene Geschmacksrichtungen unterscheiden: süß, salzig, sauer und bitter. Die Geschmacksrezeptoren liegen in verschiedenen Bereichen der Zunge, die von den Schülerinnen und Schülern im Rahmen dieses Experimentes leicht lokalisiert werden können.

Materialien

4 Tassen mit Zuckerwasser, Salzwasser, Kaffee, Essig, 1 Strohhalm (in vier Teile zerschnitten), ein Stück Brot.

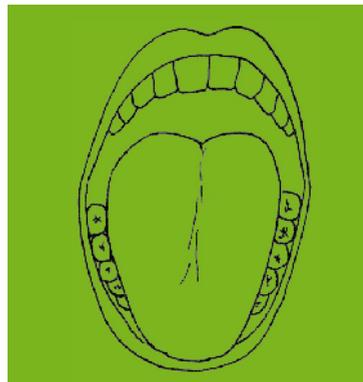
Versuchsablauf

- Der Strohhalm wird in eine der Flüssigkeiten getaucht und mit dem Zeigefinger abgedeckt (Abb. 3).
- Tropfen der Flüssigkeit werden auf verschiedene Bereiche der Zunge geträufelt, um festzustellen, wo der Geschmack am besten erkennbar ist.
- Nun neutralisiert man den Geschmack mit einem Stück Brot und probiert eine andere Flüssigkeit aus.
- Im Anschluss werden die verschiedenen Geschmackszonen in eine Zeichnung der Zunge (Abb. 4) eingetragen.

Abb. 3:
Geschmacksexperimente



Abb. 4:
Die Zunge



Sinneswahrnehmungen: Schmecken wir mit unserer Nase?

Hintergrund/Zielsetzung

Wenn wir unter einer Erkältung mit verstopfter Nase leiden, schmecken wir unser Essen nicht.

Materialien

Verschiedene Lebensmittel, zum Beispiel: Apfel, Karotte, Banane, Käse, usw. (jeweils in kleine Stücke geschnitten), ein Messer, eine Gabel oder ein Löffel, eine Wäscheklammer, ein Schal als Augenbinde.

Versuchsablauf

- Die Nase des Partners wird mit der Wäscheklammer verschlossen. Ihm/ihr werden die Augen verbunden.
- Der Partner wird nun mit einem der Nahrungsmittel „gefüttert“ und gefragt, worum es sich handelt. Das Experiment funktioniert am besten, wenn die Testperson nicht weiß, welche Art von Nahrungsmitteln er/sie bekommen wird und die einzelnen Stücke von ähnlicher Konsistenz sind.

Abb. 5:
Früchte

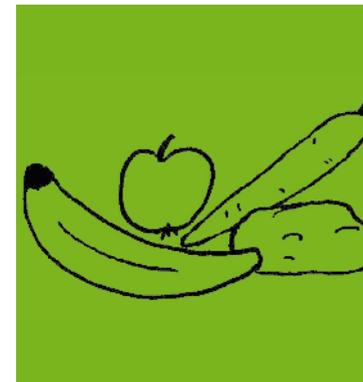


Abb. 6:
Blindverkostung



Sinneswahrnehmungen: Restaurierungsarbeiten entdecken

Modul 2

Hintergrund/Zielsetzung

Die Farbe eines Objekts wird normalerweise als kennzeichnendes Merkmal wahrgenommen. Es ist erstaunlich, dass die Wahrnehmung ein- und derselben Farbe sehr unterschiedlich sein kann. Durch genaues Untersuchen von restaurierten und retuschierten Werken, die anders als im Original gefärbt sind, kann – sowohl bei echten als auch selbst gefertigten Bildern – verdeutlicht werden, dass die Wahrnehmung einer Farbe zum großen Teil von der Interaktion zwischen dem Licht und den Molekülen des wahrgenommenen Objekts abhängt. Es kann gezeigt werden, dass der Eindruck einer Farbe bei anderer Beleuchtung vollkommen verändert sein kann. Die entscheidende Rolle des Lichts wird deutlich.

Materialien

Quecksilberdampfampe, Digitalkamera, Videoprojektor, Laptop, Malfarbe oder anderen Farbstoff derselben Farbe.

Versuchsablauf

Die Schülerinnen und Schüler beleuchten ein Bild oder ihre eigenen Werke mit einer Quecksilberdampfampe, die vorwiegend Licht der Wellenlänge 365 nm überträgt. Ein Teil der ultravioletten Strahlung wird

Bildauswahl



Quecksilberdampfampe



absorbiert und mit niedrigerem Energiegehalt im sichtbaren Spektralbereich emittiert (Fluoreszenz). Die Schülerinnen und Schüler erhalten die Aufgabe, mit der Digitalkamera Fotos zu machen.

Ergebnisse

Unterschiedliche Farbstoffe, die unter normalen Lichtverhältnissen einen fast identischen Farbeindruck erzeugen, sehen anders aus, wenn eine andere Lichtquelle verwendet wird. Nutzt man das Phänomen der Fluoreszenz als eine neue Wahrnehmungsform, kann die spezifische Rolle des Lichtes sehr deutlich beobachtet werden.



Fluoreszenz

Sinneswahrnehmungen: Wie man ein Pigment herstellt

Modul 2

Hintergrund/Zielsetzung

Die Schülerinnen und Schüler lernen, Alizarinlauge herzustellen, erfahren historische Hintergründe des Färbens und erwerben Kenntnisse über Pflanzen in ihrer Umgebung. Sie lernen außerdem, ein chemisches Experiment durchzuführen.

Materialien

Färberröte, Salzsäure, Bunsenbrenner, Wasser, Alaun, Soda, Buchnertrichter.



Krapppflanze (Färberröte)



Wurzeln der Krapppflanze

Versuchsablauf

Alizarin kommt in erster Linie in den fleischigen Wurzeln der Färberröte als Glykosid der Ruberythrinsäure vor. Es ist daher notwendig, diese Säure zu hydrolysieren und die Disaccharidgruppe abzuspalten. Stücke abgespülter Wurzeln werden 48 Stunden lang in 1% w/w Salzsäurelösung bei Raumtemperatur eingelegt, um die Hydrolyse auszulösen und die Flavonoide zu entfernen, die das Pigment abstumpfen würden. Die Wurzeln werden getrocknet und mit einer Alaunlösung behandelt (12% w/w): Alizarin wird extrahiert und bildet einen Komplex. Wir erhalten das Pigment durch Zugabe einer Sodalösung (5% w/w): Aluminiumhydroxid fällt das Alizarin aus. Das Pigment wird durch den Buchnertrichter gefiltert, ausgewaschen und getrocknet.

Ergebnis

Das Pigment als Endprodukt.

Klein gehackte Wurzeln in Lösung



Pigment



Hintergrund/Zielsetzung

Die Schülerinnen und Schüler lernen, dass:

- Sonnenlicht aus verschiedenen Farben besteht,
- Sonnenlicht unsichtbares Licht mit der Bezeichnung UV- Licht enthält,
- UV-Licht zur Bräunung der Haut führt,
- UV-Licht Hautkrebs verursachen kann,
- sie sich vor gefährlichen UV-Strahlen schützen können.

Die Schülerinnen und Schüler sollen in der Lage sein:

- Einen Regenbogen zu beobachten, zu beschreiben und herauszufinden, unter welchen Bedingungen er sichtbar wird,
- eine Hypothese über seine Entstehung aufzustellen,
- Experimente zur Bestätigung ihrer Hypothese zu entwerfen und durchzuführen,
- einen Bericht über ihre Arbeit zu schreiben.

Materialien

- Bild eines Regenbogens
- Sprühflasche oder Rasensprenger, Wasser und eine Lichtquelle für weißes Licht.

Regenbogen

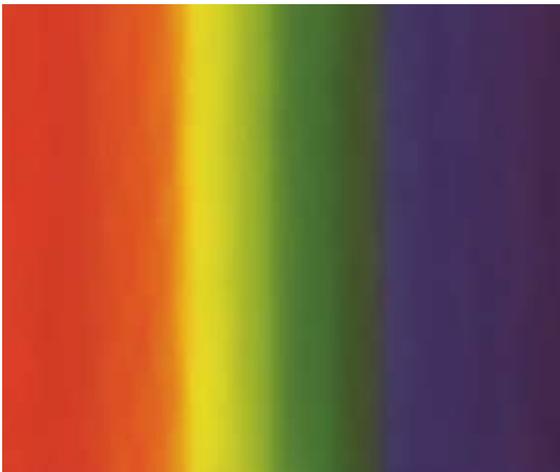


- Transparente Körper: Prismen, Kugeln, mit Wasser gefülltes Glas, eine sphärische, mit Wasser gefüllte Flasche, usw.
- Alle Schülerinnen und Schüler erhalten eine Lichtquelle (mit dazugehöriger Stromversorgung) und eine Blende (oder eine Taschenlampe, mit der sie ihre eigene Blende erzeugen können).

Versuchsablauf

Die Schülerinnen und Schüler werden gebeten, einen Regenbogen zu malen. Sie sollen dabei die Reihenfolge der Farben beachten. Die Lehrkraft zeigt im Anschluss die Abbildung eines echten Regenbogens und bittet die Schülerinnen und Schüler, selbst einen Regenbogen herzustellen. Wasser wird aus der Sprühflasche oder dem Rasensprenger gesprüht und mit einer weißen Lichtquelle angeleuchtet (am besten funktioniert dieser Versuch mit Sonnenlicht). Ziel ist es, die Bedingungen herauszufinden, unter denen ein Regenbogen beobachtet werden kann. Die Schülerinnen und Schüler sollen insbesondere herausfinden, dass der Regenbogen nur dann erscheint, wenn der Betrachter einen bestimmten Standpunkt einnimmt.

Spektrum



Sonnenschutz



Melanom (Veröffentlichung genehmigt durch ESSEX – siehe www.melanom.de)

Diesen Versuchen folgen weitere Versuche, die entweder von den Schülerinnen und Schülern oder von der Lehrkraft durchgeführt werden und bei denen Spektren durch Prismen erzeugt werden. Da jeder Lehrer mit diesem Versuchsaufbau vertraut ist, sind keine detaillierten Beschreibungen notwendig. Es ist wichtig, in den Experimenten zu zeigen, dass Licht seine Richtung ändert, wenn es durch unterschiedliche Medien tritt. Die Ränder des entstehenden Lichtbündels sind farbig. Nach Möglichkeit sollten die Schülerinnen und Schüler selbst experimentieren, auch wenn sich im Ergebnis kein so farbintensives Spektrum ergeben sollte wie beim Experiment der Lehrerin oder des Lehrers.

Materialien

- Abbildungen von Sonnenbadenden,
- Versuchsausstattung zur Erzeugung eines ultravioletten Spektrums mit einer strombetriebenen Lichtquelle (die UV-Strahlen enthält), Blende, Quarzglasprisma, ZnS-Schirm, Quarzlinse und Sonnenschutzmittel.

Versuchsablauf

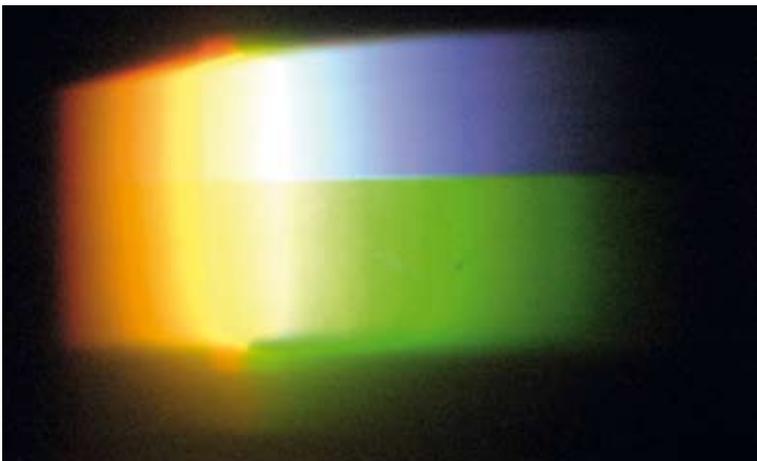
- Die Abbildungen werden anhand folgender Fragen diskutiert: Was führt zu gebräunter Haut? Wird man hinter einer Fensterscheibe braun? Die Schülerinnen und Schüler sollen ein Experiment durchführen, bei dem gezeigt wird, dass Sonnencreme UV-Licht absorbieren kann.

- In einem separaten Experiment demonstriert die Lehrkraft die absorbierende Funktion der Sonnencreme.
- Die Schülerinnen und Schüler sollen ihren Hauttyp anhand von Internetrecherchen oder einem Hauttypetest herausfinden.

Ergebnisse

Nicht das sichtbare Licht der Sonne führt zur Bräunung, sondern die UV-Strahlen. Diese Strahlen können Hautkrebs verursachen, also muss man vorsichtig sein und sich z. B. mit Sonnencreme schützen.

Absorbierende Funktion der Sonnencreme



Die Rolle des Experiments im naturwissenschaftlichen Unterricht

C

66

KONTAKT ZUR ARBEITSGRUPPE

Dipl.-Phys. StD Jürgen Miericke, Universität Erlangen-Nürnberg
miericke@odn.de

Dr. Annette Schmitt, Johannes-Gutenberg-Universität Mainz
anschm@uni-mainz.de

Dieser Beitrag gibt einen kurzen Überblick über die Rolle des Experiments im naturwissenschaftlichen Unterricht und versucht, Richtlinien für das Experimentieren in der einführenden Unterrichtsphase zu geben. Die Wahrnehmung der Lehrer für die Bedeutung der Arbeit mit Experimenten und der Auswahl geeigneter Experimente zum richtigen Zeitpunkt und für die richtige Klassenstufe soll geschärft werden. Da diese Aufgabe natürlich nicht innerhalb eines kurzen Fachbeitrags dargestellt werden kann, verstehen wir unsere Arbeit und diesen Beitrag als Ausgangspunkt für weitere Aktivitäten. Insbesondere wurde während der Arbeit mit Lehrern aus anderen europäischen Ländern die weit reichende Bedeutung dieser Initiative deutlich.

Nach einer kurzen Einführung und Motivationsdarstellung werden Aufgaben und die Bedeutung des Experiments für die Naturwissenschaften diskutiert. Didaktische Argumente für die Durchführung von Experimenten im naturwissenschaftlichen Unterricht und mögliche methodische Probleme werden im Anschluss herausgearbeitet. Die Funktion des Experiments im Lernprozess wird behandelt und es werden Hinweise gegeben, wie Experimente vorbereitet, aufgebaut, durchgeführt und ausgewertet werden können. Unser abschließendes Fazit konzentriert sich auf Evaluationskriterien für Experimente. Diese Kriterien können unter Umständen dabei helfen, Experimente zu identifizieren, die die Schülerinnen und Schüler z. B. in einer einführenden Unterrichtsphase motivieren und langfristig bei ihnen Interesse und Begeisterung für die Naturwissenschaften wecken.

C

67

Die Rolle des Experiments
im naturwissenschaftlichen Unterricht



Einführung und Motivation

Es besteht keinerlei Zweifel über die grundlegenden Anreize von Experimenten im naturwissenschaftlichen Unterricht und ihre Bedeutung für das Verständnis naturwissenschaftlicher Phänomene. In der Literatur existieren eine ganze Reihe von Abhandlungen und viele Informationen zu dieser Thematik. Spezifische Forschungsansätze und Untersuchungen ergeben jedoch, dass eine Einbindung von Experimenten in die Unterrichtsstunden manchmal nur sehr wenig zum spezifischen Lernprozess der einzelnen Schülerinnen und Schüler beiträgt. Ein Grund dafür könnte sein, dass die Schülerinnen und Schüler oftmals nicht verstehen, was die Lehrerin oder der Lehrer beabsichtigen, wenn sie/er ein bestimmtes Experiment auf einer bestimmten Stufe des Lernprozesses einsetzen. Die Lehrkräfte sollten sich dieser Problematik bewusst sein und die Experimente für den Unterricht sehr sorgfältig vorbereiten und organisieren.

Hier soll ein kurzer Überblick über die Überlegungen zur Rolle des Experiments gegeben werden. Der Beitrag konzentriert sich dann im Wesentlichen auf die ersten Ergebnisse der Arbeitsgruppe zur Auswahl und Vorbereitung von Experimenten für die einführende Unterrichtsphase. Es wird der Versuch unternommen, eine Richtlinie für die Auswahl geeigneter Experimente für die jeweiligen Wissensstufen und Klassen

zu schaffen. Zusätzlich nehmen wir Bezug auf verfügbare Sekundärliteratur zum Thema als weiterführende Lektüre. So sollte dieser Überblick den Hintergrund für die künftige Arbeit liefern, wie sie in den folgenden Kapiteln dieses Beitrags dargestellt wird.

Die Bedeutung des Experiments für die Naturwissenschaften

Experimente dienen in den Naturwissenschaften zur Verifizierung einer Hypothese oder zu einer Vorhersage in Verbindung mit der Theorie. Bei einem naturwissenschaftlichen Ansatz ist ein Experiment eine zweckbestimmte Anordnung von Geräten zur Beobachtung von Prozessen unter reproduzierbaren, kontrollierten Bedingungen. Das Experiment kann zu jeder Zeit und an jedem Ort wiederholt werden, um die Inhalte naturwissenschaftlicher Gesetze und Regeln zu verdeutlichen. Die Versuchsanordnung dient oftmals auch dazu, natürliche Prozesse von störenden Einflüssen zu befreien, die bestimmte Beobachtungen oder Auswertungen beeinträchtigen.

Experimentelle Wissenschaften sind im Allgemeinen induktiv. Führt also eine Vielzahl von Experimenten zu derselben Aussage, lässt sich daraus die Allgemeingültigkeit schlussfolgern. Im Rahmen dieses Prozesses führen Experimente oftmals zu weiteren Hypothesen und dienen damit der Weiterentwicklung und dem Wachstumsprozess wissenschaftlichen Wissens und Verständnisses.

Es muss eine genaue Unterscheidung zwischen einem Experiment und einer Beobachtung gemacht werden. Letztere kann nicht an jedem Ort und zu jeder Zeit genau gleich reproduziert werden. Ein Beispiel für eine Beobachtung ist der *Regenbogen*. Ein Beispiel für ein verwandtes Experiment wäre die *Spektralanalyse*.

Was können Schülerinnen und Schüler im naturwissenschaftlichen Unterricht durch Experimente lernen?

Auf diese Frage gibt es eine Vielzahl von Antworten, die sich auf unterschiedliche Aspekte konzentrieren: Der erste, relativ allgemeine Aspekt ist die Erklärung des wissenschaftlichen Ansatzes an sich. Die Analyse des Prozesses des „Experimentierens“ im Detail führt zu einer ganzen

Reihe von Antworten. Eine davon wäre „Erwerb praktischer Fähigkeiten“. Die Schülerinnen und Schüler entwickeln und trainieren ihre manuellen Fähigkeiten in konzentrierter und genauer Arbeit und beim Einsatz empfindlicher experimenteller Gerätschaften, die sie unter Umständen nach Anleitung sogar selbst aufbauen oder zusammensetzen müssen. Im Vorfeld muss das Experiment geplant werden und die Schülerinnen und Schüler müssen lernen, ihre Arbeit einzuteilen, deren Gliederung zu diskutieren und den notwendigen Einsatz von Arbeitszeit und Material zu planen. Sie entwickeln Strategien für ihr experimentelles Arbeiten und verstehen, auf welche Weise ein bestimmtes, sorgfältig ausgewähltes Experiment ein bestimmtes Wissen vermittelt. Bei komplexen Prozessen beinhaltet dies auch eine Prozessanalyse und eine Aufteilung in einfache Einzelabläufe. Abschließend lernen die Schülerinnen und Schüler, die Abläufe von Experimenten zu planen, sie zu beschreiben, Daten zu erfassen und mit eigenen Aufzeichnungen zu arbeiten. Sie müssen einzelne Datensätze zusammenstellen und mögliche Störungen und Fehler bei den erzielten Ergebnissen diskutieren.

Die Schülerinnen und Schüler werden die Vorteile – aber auch die Probleme – gemeinschaftlichen Arbeitens während der Planung, Durchführung und Auswertung eines Experiments erkennen. Normalerweise beeinflussen diese Aspekte von Experimenten den Lernprozess und den Lernerfolg der Schülerinnen und Schüler positiv. Sie sind eindeutig motivierend.



Methodische Schwierigkeiten von Experimenten im naturwissenschaftlichen Unterricht

Jedes Experiment ist eine Abstraktion der Realität. Oftmals werden Experimente als „laboratory science“ bezeichnet. Die Lehrkräfte sind dafür verantwortlich, diese besondere Lernumgebung und die dazugehörigen Fakten so einzuführen und zu erläutern, dass sie von den Schülerinnen und Schülern angenommen werden und ihnen auch die Möglichkeit geben, das Gelernte zu behalten.

Dies stellt insbesondere für jüngere Schülerinnen und Schüler unter Umständen ein Problem dar, das nicht unterschätzt werden sollte. Manchmal bieten qualitative Experimente oder vereinfachte Versuchsanordnungen, die sehr praxisnah sind, einen sehr viel größeren Bezug zur Realität und sind „High-Tech Ansätzen“ vorzuziehen. Die Wahl hängt im Einzelnen sicherlich von der jeweiligen Klasse und deren Situation ab und erfordert ein hohes Maß an Verständnis für die jeweilige Lerngruppe von Seiten der Lehrkraft.

Experimente – insbesondere solche mit starkem Praxisbezug – sind oft sehr zeitaufwändig. Dieser Faktor wird oftmals unterschätzt. Es ist jedoch nicht notwendig, in jeder naturwissenschaftlichen Unterrichtsstunde Experimente durchzuführen oder ausschließlich diesen induktiven Ansatz zu wählen. Eine Kombination mit traditionelleren Unterrichtstechniken kann gegebenenfalls den Nutzen von Experimenten sogar noch verstärken.

Welche Art von Experimenten ist für das Erlernen von Naturwissenschaften sinnvoll?

Experimente dienen in allen Naturwissenschaften als eine sorgfältig ausgearbeitete und geprüfte Methode des Wissenserwerbs. Dies gilt nicht nur für den Unterricht, sondern noch viel mehr für die allgemeinen Bereiche Forschung und Entwicklung. Dieses ausgesprochen breit angelegte Spektrum erfordert eine Unterscheidung zwischen ganz unterschiedlichen Niveaustufen bei Experimenten, die im Unterricht zum Einsatz kommen.

→ Ein „Experiment in der Phase der Einführung“ verfolgt in erster Linie das Ziel, die Schülerinnen und



Schüler in den Bann zu ziehen und ihre Aufmerksamkeit auf eine Problemstellung zu lenken und sie darauf zu konzentrieren. Diese Art von Experimenten kann ausgewählt werden, um die Schülerinnen und Schüler zu überraschen, ihnen den gleichen Enthusiasmus für den Lehrstoff zu vermitteln, den sie bei einer besonderen Vorführung entwickeln würden oder um ein mehr oder weniger bekanntes natürliches Phänomen zu zeigen oder zu erläutern.

- „*Experimente in der Phase des Wissenserwerbs*“ sollten die Möglichkeit bieten, Neues zu entdecken. Sie können aufgebaut werden, um Größen zu messen, ein bestimmtes Naturgesetz zu bestätigen oder dessen Geltungsbereich zu überprüfen. Diese Art von Experimenten ist besonders lehrreich, wenn die Verifizierung oder Widerlegung einer Hypothese durch die Schülerinnen und Schüler erfolgen kann.
- „*Experimente in der Phase der Vertiefung*“ können geeignet sein, ein tieferes Verständnis von Alltagsabläufen in Natur und Technik zu erzielen. Sie sind für die gedankliche Wiederholung neuer Ent-

deckungen wichtig. Unter Umständen sind ihre Ergebnisse überraschend und widersprechen auf den ersten Blick vorangehenden Entdeckungen und bereits gemachten Erfahrungen. Sie fordern daher eine Erklärung.

Vorbereitung und Durchführung von Experimenten

Experimente sollten unter Bezugnahme auf ein bestimmtes Problem oder eine Fragestellung geplant werden. Die Schülerinnen und Schüler sollten so viel wie möglich an der Vorbereitungsphase und der darauf folgenden Durchführung und Auswertung beteiligt sein. Sie können der Lehrkraft assistieren. In Ausnahmefällen kann eine einzelne Schülerin oder ein einzelner Schüler bzw. eine Schülergruppe eigenständig ein Experiment vorbereiten und präsentieren. Nur wenn sehr viel Zeit für die Vorbereitung, den Versuchsaufbau und Anpassungen notwendig ist, sollte das Experiment vor Unterrichtsbeginn vorbereitet werden. Der Einsatz eines modernen Versuchsaufbaus mit Blackbox-Charakter setzt eine detaillierte Erläuterung voraus und könnte gegebenenfalls kontraproduktiv sein. Aus diesem Grund sollten die Experimente sehr sorgfältig ausgewählt und umgesetzt werden.

Ein bedeutender Aspekt ist, dass ein Experiment dem Wissenserwerb dienen sollte. Zu diesem Zweck sollte der einfachste und überzeugendste Versuch ausgewählt werden. Andererseits ist es aber auch wünschenswert, die Schülerinnen und Schüler zu be-





eindrucken, um den gewünschten und erwarteten Erfolg zu erzielen. Die Lehrkraft muss in jedem Fall sicherstellen, dass die Schülerinnen und Schüler klare Vorstellungen haben und genau wissen, was sie während eines bestimmten Experiments beobachten sollen. In manchen Fällen könnte es sinnvoll sein, dass die Lehrkraft die anfänglichen Erwartungen hinsichtlich eines Experiments zurückstellt und zusammen mit den Schülerinnen und Schülern im Hinblick auf ihr Lernziel improvisiert.

Kriterien zur Bewertung von Experimenten

Es ist offensichtlich, dass eine Lehrkraft, die Versuchsaktivitäten umsetzt und mit den Schülerinnen und Schülern im Verlauf des Experiments zusammenarbeitet, den größten Einfluss auf die Effektivität des Lernprozesses hat. Die Lehrerin bzw. der Lehrer kennt ihre/seine Schülerinnen

und Schüler am besten und kann ihren naturwissenschaftlichen Hintergrund und gegebenenfalls vorhandene Verständnisschwierigkeiten am besten einschätzen. Auf diese Weise kann die Lehrkraft die Wahl des Experiments, den Schwierigkeitsgrad und die Anzahl der Versuchsaktivitäten anpassen. Wir haben trotzdem in der Folge einige allgemeine Kriterien zur Bewertung eines Experiments zusammengefasst: ob es das Interesse und die Begeisterung der Schülerinnen und Schüler hinsichtlich der Naturwissenschaften weckt, ob es überhaupt keinen Einfluss auf sie hat, oder sie sogar negativ motiviert.

Experimente, die einen positiven Anreiz geben und die Schülerinnen und Schüler positiv für Naturwissenschaften motivieren, sollten im Idealfall die folgenden Kriterien erfüllen, die natürlich nicht alle gleichzeitig angelegt werden können:

- einfach und klar sein;
- einfach zu wiederholen sein und in der Regel ähnliche Ergebnisse erzielen;
- keine komplizierte Ausstattung erfordern;
- faszinieren, überraschen und provozieren;
- deutlich das ausgewählte Problem behandeln oder demonstrieren;
- mit dem Alltag der Schülerinnen und Schüler in Verbindung stehen und auf deren Altersgruppen abgestimmt sein;
- Schülerinnen und Schüler motivieren, über ein Problem nachzudenken und sich der Bedeutung der Naturwissenschaften zu öffnen;
- einen Anreiz bieten, die Natur zu erforschen und zu verstehen;
- die Interessen der Schülerinnen und Schüler und deren Geschlecht respektieren;
- Kontraintuition, Überraschungseffekte oder theatrale Fähigkeiten – falls zum Experiment passend – einbauen.

In den nachfolgenden Abschnitten werden wir eine Reihe physikalischer Experimente zum Archimedischen Prinzip und der Lorentzkraft vorstellen.

Unserer Meinung nach entsprechen diese Experimente einer Reihe der oben genannten Kriterien und wurden aus diesem Grund ausgewählt. Es handelt sich jedoch trotzdem in gewisser Weise um eine etwas willkürliche Auswahl aus einer großen Anzahl von Beispielen, die von Lehrerinnen und Lehrern und anderen vorgeschlagen wurden, die entweder auf dem Gebiet der naturwissenschaftlichen Didaktik tätig sind oder andere Berührungspunkte mit diesem Bereich haben. Die Mitglieder der Autorengruppe stammen aus unterschiedlichen Ländern Europas. Bei Fragen zu den Experimenten wenden Sie sich bitte an die Koordinatoren.

Beschreibungen weiterer Experimente sind in Vorbereitung zur Veröffentlichung, beispielsweise auf der Website von Science on Stage, Germany e.V., www.science-on-stage.de.

Zitate

„Wir müssen erneut lernen, dass Naturwissenschaft ohne Verbindung zu Experimenten ein Unterfangen ist, dass höchstwahrscheinlich vollkommen vom Weg abkommt und sich in imaginären Hypothesen verliert“

Hannes Alfvén

„Moderne Naturwissenschaftler haben die Experimente durch Mathematik ersetzt und durchlaufen Gleichung über Gleichung, um dann schließlich ein Konstrukt zu entwickeln, dass mit der Realität nichts mehr zu tun hat.“

Nicola Tesla

„Der pädagogische Wert eines Experiments ist oftmals entgegengesetzt zur Komplexität der Versuchsanordnung.“

James Clerk Maxwell

Bibliographie

- C. Hart, et al., *What is the Purpose of this Experiment? Or Can Students Learn Something from Doing Experiments?*, J. Res. Sci. Teach. 37(7), 655, 2000
- E. Etkina, et al., *Role of Experiments in Physics Instruction – A Process Approach*, The Physics Teacher 40, 351, 2002
- W.M. Roth, et al., *Why may students fail to learn from demonstration? A social practice perspective on learning in physics*, J. Res. Sci. Teach. 34 (5), 509, 1997
- A. Hofstein, et al., *The Role of the Laboratory in Science Teaching: Neglected Aspects of Research*, Rev of Edu. Res. 52(2), 201, 1982

Coca-Cola oder Coca-Cola light?

→ Physikalisches Thema

Archimedisches Prinzip

→ Stufe im Lernprozess

Einführung oder Vertiefung

→ Altersstufe

9–99 Jahre

→ Kurzdarstellung

Zwei identische Plastikflaschen mit einer Kapazität von jeweils 2 Litern enthalten entweder Coca-Cola oder Coca-Cola light. Die Etiketten wurden entfernt. Um festzustellen, welche der beiden Flaschen Coca-Cola light enthält, werden beide Flaschen in einen größeren Behälter gestellt (z.B. ein Aquarium), der anschließend mit Wasser gefüllt wird. Kurz bevor der Wasserspiegel die Schraubverschlüsse erreicht, beginnt die Flasche mit Coca-Cola light im Wasser zu schwimmen, während die Flasche mit Coca-Cola auf dem Boden des Behälters verbleibt.

Die Flasche mit Coca-Cola light schwimmt



Materialliste

- zwei 2-Liter Plastikflaschen ohne Etiketten. Eine von beiden enthält Coca-Cola, die andere Coca-Cola light
- durchsichtiger Behälter (z. B. Aquarium)
- Wasser

Beschreibung des Versuchsaufbaus

Die zwei vollkommen identisch aussehenden, verschlossenen Flaschen, von denen jede dieselbe Menge Flüssigkeit enthält, werden in einen durchsichtigen Behälter gestellt, der ein wenig höher als die Flaschen ist. Das Gefäß wird langsam mit Wasser gefüllt. Die Schülerinnen und Schüler erwarten, dass sich die Flasche mit Coca-Cola light schon bald vom Boden löst und anfängt zu schwimmen.

Ergebnis: Der Versuchsausgang bleibt bis ganz zum Schluss ausgesprochen spannend, da die eine der beiden Flaschen (mit Coca-Cola light gefüllt) erst dann auf dem Wasser zu schwimmen beginnt, wenn das Wasser die beiden Schraubverschlüsse erreicht hat, während die andere Flasche (mit Coca-Cola gefüllt) auf dem Boden des Gefäßes bleibt (siehe Foto).

Beschreibung der Versuchsrealisierung

Eine Möglichkeit der Versuchspräsentation ist seine Einbindung in eine kleine Geschichte:

Inszenierung

„Julia landete als Schiffsbrüchige zusammen mit einigen Kisten voller mit brauner Flüssigkeit gefüllter Plastikflaschen auf einer einsamen Insel. Auf den Flaschen klebten keine Etiketten mit Inhaltsangaben – sie hatten sich im Meerwasser abgelöst. Julia hatte bisher auf der Insel keine Süßwasserquelle finden können, um ihren enormen Durst zu löschen. Sie öffnete daher eine der Flaschen und kostete vorsichtig den Inhalt – um festzustellen, dass er nach süßer Coca-Cola schmeckte. Eigentlich hätte Julia darüber sehr glücklich sein sollen. Sie runzelte jedoch bei dem Gedanken an ihre Krankheit mit der Bezeichnung „Diabetes“ die Stirn, die es ihr nicht gestattete, Zucker zu sich zu nehmen. Falls jedoch in einigen der Flaschen

Coca-Cola light wäre, könnte sie davon problemlos trinken. Die entscheidende Frage ist – wie konnte sie herausfinden, welche der Flaschen Zucker enthielten und in welchen der für sie bedenkenlose Süßstoff war?

Da sich Julia schon während ihrer Schulzeit für Naturwissenschaften und insbesondere für Physik interessiert hatte, kam ihr eine Idee. Sie experimentierte mit den Flaschen und fand so einen Weg, die Flaschen mit Coca-Cola light von denen mit Coca-Cola zu unterscheiden. Wie sich später herausstellte, gab es auf der gesamten Insel kein Trinkwasser, aber Julia konnte dank der Flaschen mit Coca-Cola light bis zu ihrer Rettung überleben.“

Versuchshinführung

Diese Geschichte kann die Schülerinnen und Schüler zur Entwicklung ihrer eigenen Ideen motivieren. Da die meisten der Schülerinnen und Schüler in den unteren Klassen noch nicht über das notwendige physikalische Wissen verfügen, um auf die richtige Lösung zu kommen, sollten sie einige Hinweise erhalten.

Eine Möglichkeit wäre, sie darauf aufmerksam zu machen, dass Coca-Cola mit künstlichen Süßstoffen von den Herstellern als „Light“-Getränk beworben wird – also sollten die Flaschen mit Coca-Cola light auch leichter sein als Flaschen mit herkömmlicher Coca-Cola. Man könnte an dieser Stelle vorschlagen auszuprobieren, ob eine Flasche mit Coca-Cola light auf dem Wasser schwimmt, während eine mit Coca-Cola gefüllte Flasche untergeht. Julia hätte wahrscheinlich keine Schwierigkeiten bei der Durchführung dieses Experiments gehabt, da die Insel von einer Menge Wasser (Meerwasser) umgeben war.

„Wir wissen nicht, welches Experiment Julia tatsächlich durchgeführt hat. Aber Moment mal! Wie ihr vielleicht schon wisst, führen physikalische Experimente immer zum selben Ergebnis, wenn sie jedes Mal mit derselben Genauigkeit durchgeführt werden – unabhängig davon, wo und wann sie durchgeführt werden. Wir sind wahrscheinlich in der Lage, Julias

Versuch zu wiederholen und festzustellen, ob er erfolgreich war.“

Fachbezogene Erklärung

Coca-Cola und Coca-Cola light sind sehr süße Getränke. Coca-Cola hat stets einen sehr hohen Zuckergehalt und damit eine höhere Dichte als Wasser. Das Gewicht einer mit Coca-Cola gefüllten Flasche ist daher größer als die Auftriebskraft des Wassers. Deshalb verbleibt die Flasche mit Coca-Cola auf dem Boden des Behälters.

Bei Coca-Cola light wird Zucker durch einen erheblich geringeren Anteil künstlichen Süßstoffs ersetzt. Daher verfügt das Getränk nur über eine unwesentlich größere Dichte als Wasser.

Da Flaschen niemals ganz gefüllt sind, enthalten sie bereits einen bestimmten Anteil an Luft. Die Auftriebskraft reicht also aus, damit die Flasche mit Coca-Cola light auf dem Wasser schwimmt.

Zusatzbemerkungen

Das Experiment funktioniert auch mit kleinen Leichtmetalldosen, die mit Coca-Cola oder Coca-Cola light gefüllt sind. Je nach Inhalt ist jedoch nur so wenig Luft in der Dose, dass eventuell die mittlere Dichte zu groß ist, um der Coca-Cola light Dose den notwendigen Auftrieb zu ermöglichen. In diesem Fall hilft es, die Dichte des Wassers durch Zugabe von Salz oder Zucker zu erhöhen, was zu einer erhöhten Auftriebskraft führt, die auf die Dosen einwirkt. Es ist jedoch wichtig, nicht zuviel Salz oder Zucker hinzuzufügen, da sonst beide Dosen aufsteigen würden!

Bibliographie

Berry, D.A.: *A potpourri of physics teaching ideas, selected reprints from The Physics Teacher April 1963 to December 1986*, American Association of Physics Teachers, College Park, MD 20740-4100, U.S.A. o. J. 1987
Meisinger, K.: *Physikalische Experimente mit Dosen*, Schriftliche Zulassungsarbeit zur Ersten Staatsprüfung für das Lehramt an Hauptschulen, Augsburg 1994

Ebenholz & Kiefernholz

→ Physikalisches Thema

Archimedisches Prinzip

→ Stufe im Lernprozess

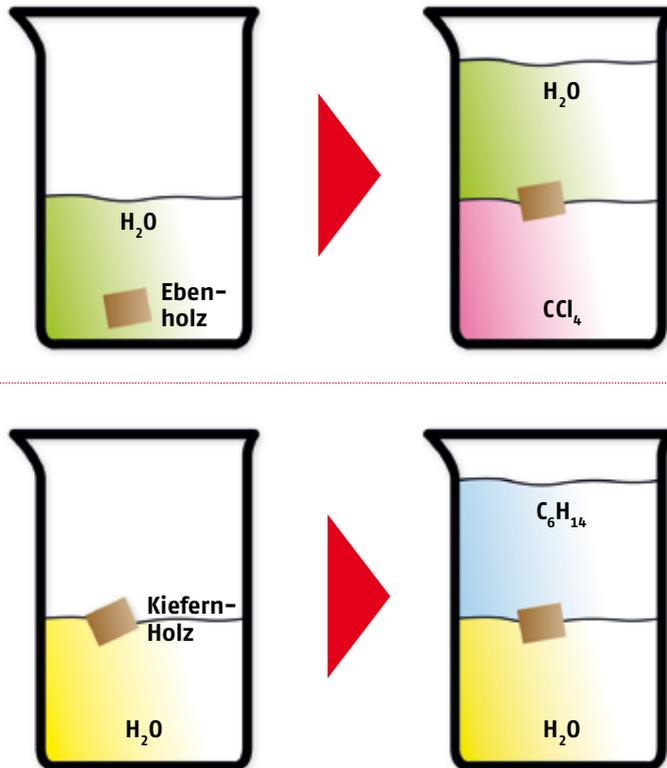
Einführung

→ Altersstufe

15–16 Jahre

→ Kurzdarstellung

Abhängig von der Dichte der Flüssigkeit und der Dichte eines Holzstücks schwimmt dieses auf der Flüssigkeit oder sinkt.



Materialliste

- zwei hohe Becher mit einer Kapazität von jeweils einem Liter
- je ein halber Liter Tetrachlorkohlenstoff und Hexan
- 1 Liter Leitungswasser
- ein kleines Stück Ebenholz
- ein kleines Stück Kiefernholz
- grüner-, orangefarbener-, gelber- und blauer Farbstoff zum Färben (kleine Mengen)

Beschreibung des Versuchsaufbaus

Ebenholz verfügt über eine Dichte $d=1,3 \text{ g/cm}^3$ – daher versinkt es im Wasser, schwimmt jedoch auf Tetrachlorkohlenstoff (CCl_4) mit einer Dichte $d=1,6 \text{ g/cm}^3$. Der qualitative Versuch verläuft wie folgt: Wir gießen Wasser in einen der hohen Becher mit einer Kapazität von einem Liter, bis er halb voll ist. Anschließend geben wir ein Stück Ebenholz hinzu, das im Wasser herabsinkt. Im Anschluss fügen wir Tetrachlorkohlenstoff hinzu, bis der Becher bis zum Rand gefüllt ist. Beide Flüssigkeiten vermischen sich nicht miteinander. Wir können beobachten, dass das Ebenholz innerhalb der Grenzschicht H_2O/CCl_4 verbleibt. Da die beiden Flüssigkeiten durchsichtig und farblos sind, können wir das Experiment eindrucksvoller gestalten, indem wir das Wasser mit nur einem Tropfen Lebensmittelfarbe anfärben. Dadurch bleibt das Wasser klar, ist jedoch nicht mehr farblos. Der Tetrachlorkohlenstoff wird mit nur einem Tropfen Methylorange eingefärbt.

Kiefernholz verfügt über eine Dichte $d=0,9 \text{ g/cm}^3$. Das Stück Holz schwimmt also auf dem Wasser, versinkt jedoch in Hexan mit einer Dichte $d=0,7 \text{ g/cm}^3$. Das phänomenologische und qualitative Experiment läuft wie folgt ab: Wir gießen Wasser in einen großen, hohen Becher mit einer Kapazität von einem Liter, bis der Becher zur Hälfte gefüllt ist und fügen dann ein Stück Kiefernholz hinzu, das auf dem Wasser schwimmt. Im Anschluss füllen wir den Rest des Bechers mit Hexan auf, bis der Behälter voll ist. Die beiden Flüssigkeiten vermischen sich nicht untereinander. Wir können beobachten, dass dieses Stück Kiefernholz ebenfalls an der Grenzschicht von Wasser und Hexan verbleibt.

Wie im ersten Experiment können wir unter Umständen mit Färbemitteln besondere Effekte erzielen. Man benötigt nur einen Tropfen gelbe Lebensmittelfarbe für das Wasser und einen Tropfen Äthylblau für das Hexan.

Anmerkungen

Alle Körper schwimmen oder sinken. Den Ausschlag geben die Dichte der Flüssigkeit und die Dichte der Körper.

Risiken

Hexan und Tetrachlorkohlenstoff sind giftige Substanzen. Bitte halten Sie die Sicherheitsbestimmungen ein.

Frei auf einem Gas „schwebendes“ Schiff

→ Physikalisches Thema

Archimedisches Prinzip

→ Stufe im Lernprozess

Einführung oder Vertiefung

→ Altersstufe

13–19 Jahre

→ Kurzdarstellung

Ein leichtes Schiff „schwebt“ frei auf dem Gas Schwefelhexafluorid (SF_6). Dieses Gas hat eine ungefähr fünfmal höhere Dichte als Luft. Die Auftriebskraft ist daher groß genug, um das Gewicht des leichten Schiffs auszugleichen.

Das frei „schwebende“ Schiff



Materialliste

- großes Aquarium oder durchsichtiger Behälter
- blau gefärbtes Wasser
- einige kleine Spielzeugenten
- eine Flasche mit SF₆-Gas
- Ventil zur Druckreduzierung
- Schlauch zum Einleiten des Gases in den Behälter
- Messgerät zur Kontrolle des Gasflusses
- ein leichtes Schiff

Beschreibung des Versuchsaufbaus

Schiff

Ein „schwebendes“ Schiff (wie im Bild dargestellt) muss einerseits leicht sein, andererseits auch über ein Mindestvolumen verfügen, um eine ausreichende Auftriebskraft zu erfahren. Zum Bau des Schiffes können die Spanten aus dünnen Polystyrolplatten geschnitten werden. Der Zusammenbau des Schiffskörpers erfolgt mit möglichst wenig Klebstoff. Die Außenhaut des Schiffes kann aus Rettungsfolie bestehen.

Gasfüllung

Das Gas Schwefelhexafluorid ist unsichtbar und ungiftig. Das Einatmen des Gases kann jedoch unter Umständen zu Erstickung führen. Daher sollte der Gasbehälter aus Acryl oder Glas mit einem Deckel verschlossen werden, der ein Loch für den Gasschlauch hat. Mit Hilfe eines Ventils zum Druckabbau und einem zusätzlichen Messinstrument für den Gasfluss wird dieser so reguliert, dass sich die Luft im Behälter nicht mit dem Gas vermischt. Die Luft soll sehr langsam nach oben verdrängt werden. Aus diesem Grund sollte das Gas so nah wie möglich am Boden des Behälters einströmen. Mit den Spielzeugenten, die auf dem blau gefärbten Wasser im Gefäß schwimmen, kann gleichzeitig das Archimedische Prinzip bei Flüssigkeiten demonstriert werden.

Beschreibung der Versuchsrealisierung

Um eine besonders faszinierende Wirkung zu erzielen, sollte die Lehrkraft davon sprechen, dass sie über spezielle Fähigkeiten zur Überwindung der Schwerkraft verfügt und plant, ein sehr großes Schiff zu bauen, dass sie in die ganze weite Welt hinausschweben lassen kann.

Als Beweis dieser Ausführungen hätte sie bereits ein kleines Schiffsmodell gebaut und erfolgreich getestet.

15 bis 30 Minuten vor Versuchsbeginn muss der Behälter in einem angrenzenden Raum mit dem SF₆-Gas befüllt werden und sollte mit einem großen Tuch abgedeckt werden. Das Schiff wird ebenfalls abgedeckt. Nun wird der Behälter enthüllt und die Schülerinnen und Schüler erkennen zuerst nur die unspektakulär schwimmenden Spielzeugenten auf dem blau gefärbten Wasser. Bevor nun das Schiff enthüllt wird, kann die Lehrkraft die Aufmerksamkeit und die aufgeregte Begeisterung noch steigern, indem sie anmerkt, dass dieses Phänomen bisher nur von einigen Tausend Menschen auf der Erde beobachtet werden konnte. Vorsichtig wird die Abdeckung des Behälters weggenommen und das Schiff wird sehr langsam in das Gefäß abgesenkt und an einem Ende kurz nach unten angestoßen. Das Schiff treibt scheinbar schwerelos mit langsamen Schaukelbewegungen über den Enten.

Am Ende sollten die Schülerinnen und Schüler lernen, dass nicht die Physiker die Gravitation überwunden haben, sondern dass bekannte physikalische Gesetze (in diesem Fall das Archimedische Prinzip) für dieses Phänomen verantwortlich sind.

Fachliche Erklärung

Das Archimedische Prinzip besagt, dass die Auftriebskraft eines Körpers, der von einem Gas umgeben ist, betragsmäßig gleich der Gewichtskraft des Gases ist, den der Körper verdrängt.

Ist das mit Luft gefüllte Schiff z. B. mit Luft umgeben, schwebt es nicht, denn die Auftriebskraft ist kleiner als sein Gewicht. Die Luft, die das Schiff verdrängt, ist leichter als das Schiff selbst, denn das Schiff ist aus einem Material gebaut, dessen Dichte größer ist als die Dichte der Luft. Im Gegensatz dazu hat Schwefelhexafluorid (SF₆) bei derselben Temperatur eine Dichte, die fünfmal größer ist als die Dichte von Luft. Ist das Schiff groß genug, ist das von dem Schiff verdrängte SF₆-Gas schwerer als das Schiff selbst. Das Schiff sinkt so lange in das SF₆-Gas ein, bis ein Gleichgewicht zwischen der Auftriebskraft und der Gewichtskraft

hergestellt ist. Das Schiff „schwebt“ scheinbar schwe-
relos auf dem Gas.

Zusatzbemerkungen

- Es ist für die Betrachter ein beeindruckender Anblick, wenn das Schiff durch Antippen mit einem Finger hin- und herschwingt.
- Falls nicht genug Gas im Behälter ist, „schwebt“ das Schiff innerhalb des Behälters. Es besteht dann jedoch das Risiko, dass das Gas über die oberen Schiffsränder in das Schiffsinne strömt, was letztlich zum Sinken des Schiffes führt.
- Das Gas Schwefelhexafluorid ist teuer. Eine 10-Liter Flasche kostet ungefähr 400 Euro. Mit einer Flasche können jedoch viele Behälter befüllt werden. Eine Möglichkeit zur Kostenersparnis wäre es, die Flasche mit mehreren Schulen zu teilen und nur eine Art Miete zur Nutzung des Flaschengases zu zahlen.
- Das Schiff sollte aus sehr leichtem Material hergestellt werden. Ansonsten wird es verhältnismäßig groß, was sich auch auf die Größe des Behälters auswirkt. Im Hinblick auf die Kosten für das Gas sollte das Schiff auf jeden Fall klein sein.
- Ein vergleichbares Experiment: Schwebende Seifenblasen auf CO₂-Gas.

Bibliographie

www.physikanten.de

Rotierender Metall-Streifen (monopolarer Motor)

→ Physikalisches Thema

Lorentzkraft

→ Stufe im Lernprozess

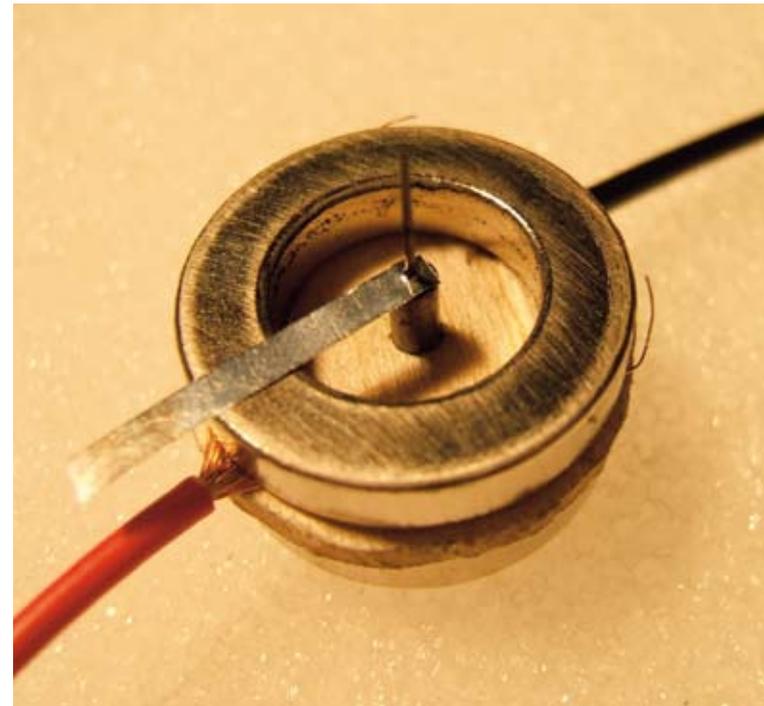
Einführung oder Vertiefung

→ Altersstufe

16–19 Jahre

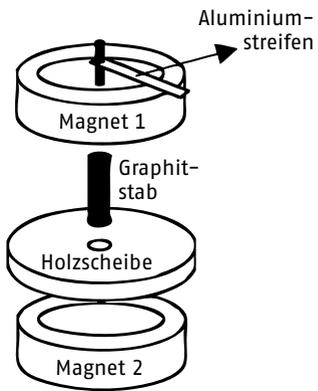
→ Kurzdarstellung

Ein elektrischer Strom in einem dünnen Metallstreifen in einem senkrecht dazu ausgerichteten Magnetfeld führt zu einer schnellen Rotation des Streifens durch die wirkende Lorentzkraft.



Materialliste

- zwei ringförmige NdFeB (NIB) axial magnetisierte Magnete (26,75/16x5mm. r-27-16-05-N, www.supermagnete.de)
- eine runde Scheibe aus Balsaholz (~5mm, etwas größerer Durchmesser)
- zwei Graphitstäbe, von denen einer in der Mitte ein Loch hat, in das der zweite Stab hineinpasst (der dünnere Stab kann beispielsweise ein Graphitstab mit einem Durchmesser von 0,5 mm von einem Bleistift sein)
- Alufolie für die Konstruktion des Metallstreifens
- Mehradriges Stromkabel
- Gleichstromtransformator als Stromquelle (3-12V) oder eine 9V Batterie (weniger langlebig)



Beschreibung des Versuchsaufbaus

Die Scheibe aus Balsaholz wird kreisförmig mit einem etwas größeren Durchmesser als die Magneten ausgeschnitten. Im Anschluss wird in der Mitte ein Loch für den dickeren Graphitstab gebohrt, der genau in dieses Loch passt. Das Loch im Graphitstab bleibt offen. Die Holzscheibe wird dann zwischen die beiden Magneten geklemmt, die sich gegenseitig stark anziehen (dieser Effekt wird zum Anschluss eines der Elektrokabel an den oberen Magneten genutzt).

Das andere Kabel wird an dem Graphitstab in der Mitte unterhalb der Trennscheibe aus Balsaholz angeschlossen. Danach wird der dünnere Graphitstab in das offene Loch des dickeren Stabes gesteckt und ein elektrischer Kontakt hergestellt. Am einen Ende des Aluminiumstreifens (siehe Abbildung) wird ein kleines Loch gebohrt, das ihm die freie Rotation um den dünneren Graphitstab ermöglicht.

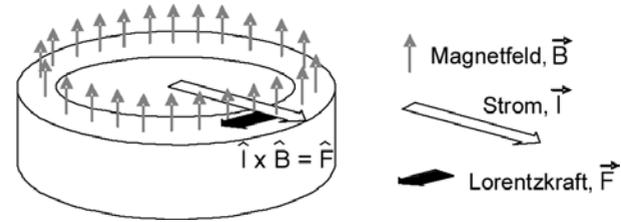
Beschreibung der Versuchsrealisierung

Der oben beschriebene Versuchsaufbau steht auf einem nicht-magnetischen waagerechten Untergrund. Die Elektrodrähte werden dann an die Gleichstromquelle oder die 9V-Batterie angeschlossen. Eine leichte Berührung des Blattes löst die Rotationsbewegung aus. Das Metallblatt

rotiert mit sehr hoher Drehzahl. In der Nähe der Kontakte werden winzige Funken erzeugt.

Fachbezogene Erklärung

Da an den Enden des Alu-Streifens eine Gleichspannung anliegt, fließt ein Gleichstrom durch diesen. Unabhängig von der jeweiligen Position des Alu-Streifens ist dieser Radialstrom immer senkrecht zum Magnetfluss in der Nähe des Magneten gerichtet und damit wirkt stets eine Kraft, die den Alu-Streifen zum Rotieren bringt. So lange der Radialstrom fließt, wirkt die Kraft. Der einfache Versuchsaufbau erklärt sich fast von selbst.



Zusatzbemerkungen

- Mindestens einer der Magnete muss eine Metallumhüllung haben, ansonsten fließt kein Strom (die Magnete in dem Versuch sind z. B. mit einer Ni-Beschichtung überzogen).
- Ist die Alufolie zu dünn, sollte man sie ein- oder zweimal in Form des Streifens falten, bevor das Loch gebohrt wird.
- Die Oberfläche des oberen Magneten muss sauber und glatt sein, um die Reibung zu minimieren und den elektrischen Kontakt zu optimieren. Wird die Oberfläche nach vielen Umläufen rau, reinigt man die Magnetoberfläche mit feinem Sandpapier und entfernt die Restpartikel mit Klebeband.
- Die Gleichstromquelle eines Transformators eignet sich besser zur Regelung als eine 9V-Batterie.

Aluminiumband in Wellenbewegung

→ Physikalisches Thema

Lorentzkraft

→ Stufe im Lernprozess

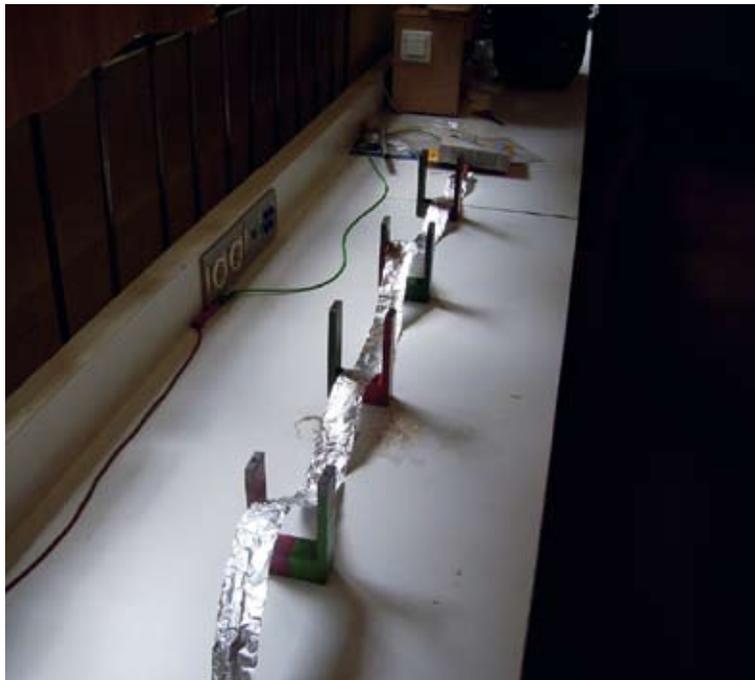
Einführung oder Vertiefung

→ Altersstufe

16–19 Jahre

→ Kurzdarstellung

Eine Lorentzkraft, die sich in Richtung und Betrag zeitlich verändert, führt bei einem flexiblen Aluminiumband zu einer Wellenbewegung.



Materialliste

- mindestens vier Hufeisenmagnete
- flexibles Aluminiumband, Länge: 2 m, Breite: 3 bis 4 cm
- 2 Klemmen für die Stromzufuhr
- Wechselstrom mit variabler Frequenz (bis zu 3A)
- 2 elektrische Kabel
- Fußschalter
- goldfarbene Folie zur „Verkleidung“ der Hufeisenmagnete
- Tücher zur Abdeckung der Kabel und der Klemmen

Beschreibung des Versuchsaufbaus

Vier oder mehr Hufeisenmagnete werden in einer Reihe mit einem Abstand von jeweils 20 bis 40 cm bei wechselnder Polarität auf einen Tisch gestellt. Das Aluminiumband wird jeweils zwischen die beiden Pole platziert (siehe Abbildung). An beiden Enden des Aluminiumbandes werden Klemmen zur Stromzufuhr angebracht und mit den 2 Kabeln an den Wechselstromgenerator mit variabler Frequenz angeschlossen.

Beschreibung der Versuchsrealisierung

Das sich wellenförmig bewegende Aluminiumband kann ein sehr motivierender Versuch zur Einführung der Lorentzkraft sein, wenn er z.B. auf folgende Weise umgesetzt wird: Die Hufeisenmagnete sollten abgedeckt werden, beispielsweise mit goldfarbener Folie, damit sie nicht sofort erkannt werden können. Die Stromklemmen und die Kabel sollten ebenfalls nicht sichtbar sein. Der Wechselstromgenerator sollte mit einem Fußschalter bedient werden und für die Schülerinnen und Schüler unsichtbar unter dem Tisch stehen. Eine eingestellte Wechselstromfrequenz von ungefähr 1 Hz führt dazu, dass das Aluminiumband auf mysteriöse Weise sanfte Wellen bildet.

Der Versuch ist sehr klar und einfach und kann mehrere Male wiederholt werden – stets mit demselben Ergebnis. Es ist ein überraschender und faszinierender Versuch, der die Schülerinnen und Schüler motiviert, über die Gründe für ihre Beobachtung des beweglichen Bandes nachzudenken.

Fachbezogene Erklärung

Auf einen elektrischen Leiter – in diesem Fall das Aluminiumband – der lotrecht zu einem Magnetfeld steht, welches hier durch die Hufeisenmagnete erzeugt wird, wirkt eine Kraft, die senkrecht zum Stromfluss und der Richtung des Magnetfeldes steht – die so genannte Lorentzkraft. Abhängig von der Polarität der Hufeisenmagnete wird das Aluminiumband entweder angehoben oder nach unten gedrückt. Bei Gleichstrom können mehrere Anhebungen (in Abhängigkeit von der Anzahl der Hufeisenmagnete) beobachtet werden. Bei einem sinusförmigen Wechselstrom ändert die Lorentzkraft, die auf das Aluminiumband einwirkt, ihre Richtung und ihre Stärke, was zur Bildung einer sich verändernden Welle führt.

Zusatzbemerkungen

- Der Abstand der Hufeisenmagnete beeinflusst die Form der zu beobachtenden Welle.
- Das Aluminiumband sollte keine Knicke haben.
- Die maximale Stromstärke sollte so gewählt werden, dass das Aluminiumband nicht über die Hufeisenmagnete gehoben wird und letztlich auf einer Seite herunterfällt.
- Die Hufeisenmagnete sollten möglichst dieselbe magnetische Feldstärke haben.

Eine Sonderrolle des Experiments im Physikunterricht –

„Versuch der Woche“

Jürgen Miericke,

Hardenberg-Gymnasium Fürth

miericke@odn.de

Können Sie sich Schülerinnen und Schüler vorstellen, die Treppen und Gänge im Schulhaus rennend zurücklegen, um einen Platz in den vorderen Reihen des Physiksaals zu ergattern? Seit November 2002 haben wir – die Fachleiter für Physik sowie Physikreferendare des Hardenberg-Gymnasiums – dieses Phänomen jede Woche während einer der Pausen beobachten dürfen.

Dieser Beitrag beschreibt das Projekt „Versuch der Woche“, bei dem überraschende und spannende physikalische Phänomene beobachtet werden können, die insbesondere geeignet sind, ein besseres Verständnis vertrauter Alltagssituationen herzustellen. Informationen zu den Voraussetzungen für die Projektrealisierung und mögliche Einschränkungen werden gegeben, um Lehrer anderer Schulen dazu anzuregen, ähnliche Projekte durchzuführen.

Wie begann das Projekt und was sind seine Inhalte?

Physik ist überall – aber nur wenige Schüler mögen den Physikunterricht. Physik als Schulfach scheint den Bildungsanforderungen nicht gerecht zu werden. Viele Lerninhalte sind zu kompliziert. Insgesamt gibt es nicht genügend Zeit zum Lernen, zum physikalischen Denken und zum vollständigen Verständnis sowie für die praktische Umsetzung

des Gelernten. Die Schülergruppen sind zu groß; es werden nicht genügend praktische Aufgaben durchgeführt und viele Physiklehrer bieten einen zu mathematisch orientierten Unterricht an. Sie wagen es zu selten, mit Demonstrationsexperimenten oder – noch anspruchsvoller – mit Unterrichtsmethoden zu arbeiten, bei denen die Schülerinnen und Schüler selbst mitmachen dürfen. Diese Rahmenbedingungen haben dazu geführt, dass viele Schülerinnen und Schüler in erster Linie physikalische Formeln und technische Begriffe auswendig lernen, ohne eine Verbindung des Gelernten zu ihrer Umgebung herstellen zu können. In vielen Fällen hat die Physik als Schulfach sehr viel von ihrer eigentlichen Nähe zur Natur und der Umwelt eingebüßt. Vielen Schülerinnen und Schülern erscheint daher die Physik als etwas Entferntes, Abgehobenes – genau wie eine tote, komplizierte Fremdsprache. Sie erkennen daher keinerlei Sinn oder Nutzen im Erlernen dieses Fachs. [1].

Vor ungefähr 12 Jahren haben wir daher damit begonnen, selbst gebaute Experimentierstationen auf dem Gang vor den Physiksälen des Hardenberg-Gymnasiums auszustellen. Die Schülerinnen und Schüler sollten die Möglichkeit bekommen, in Eigeninitiative spielerisch und ungestört eine Auswahl von physikalischen Phänomenen zu erfahren [1]. Bis heute wurden bereits 40 Experimentierstationen mit Schülern und Referendaren gebaut und 27 sind ständig im Gang ausgestellt. Für neue Stationen ist kein Platz mehr vorhanden. Viele weitere interessante physikalische Phänomene können wir wegen möglicher Risiken der unbeaufsichtigten Nutzung durch die Schülerinnen und Schüler nicht an Experimentierstationen zugänglich machen.

Wir haben aufgrund dieser Einschränkungen den „Versuch der Woche“ entwickelt. Es handelt sich dabei um eine regelmäßig einmal wöchentlich stattfindende Veranstaltung, bei der den Schülerinnen und Schülern attraktive physikalische Phänomene vorgeführt werden. Einige dieser Phänomene sind ihnen bis zum Zeitpunkt des Versuchs noch vollkommen unbekannt. Zusätzlich eignen sich die Versuche besonders gut, um Verbindungen zu vertrauten Situationen aus dem Alltag herzustellen. Dadurch wird ein besseres Verständnis und ein Gefühl für die generelle

Bedeutung der Physik erreicht. Außerdem können spektakuläre physikalische Erscheinungen auf unterhaltsame, für die Zuschauer unerwartete oder überraschende Weise gezeigt werden. Schülerinnen und Schüler erleben so Naturwissenschaften mit Freude und Spaß. Dieser motivierende Ansatz regt die Schülerinnen und Schüler sehr viel langfristiger dazu an, sich an ihre Beobachtungen zu erinnern und darüber mit intellektuellem Vergnügen und intellektueller Neugier zu reflektieren, als der normale Unterricht dies erreichen kann.

*Physik ist überall –
überraschend und
manchmal sogar
höchst spannend.*

Wo und wann finden die Präsentationen statt?

Seit Anfang November 2002 findet die Vorführung des „Versuchs der Woche“ jeden Dienstag während der ersten Pause in einem Physiksaal statt. Poster im Schulgebäude kündigen das jeweilige Thema der Versuche an. Diese beginnen ca. fünf Minuten nach Pausenbeginn. Dies ermöglicht allen interessierten Schülerinnen und Schülern die Teilnahme, auch denjenigen, die aus weiter entfernten Klassenräumen hinzukommen. Die Veranstaltung endet einige Minuten vor Ende der Pause.



Ein Versuch zur
Wärmeleitung



Faszinierte Betrachter

Wer schaut bei den Versuchen zu?

Das Angebot richtet sich in erster Linie an alle interessierten Schülerinnen und Schüler des Hardenberg-Gymnasiums. Wurden für die ersten Vorführungen Schülerinnen und Schüler noch auf dem Weg zum Schulhof werbend zur Teilnahme eingeladen, hat sich in der Zwischenzeit eine Gruppe regelmäßiger Teilnehmer herausgebildet, von denen einige sogar zum Physiksaal rennen, um die begehrten vorderen Plätze zu besetzen. Stößt ein angekündigter Versuch auf besonderes Interesse, ist der Raum überfüllt und die Tür muss offen bleiben, um den Schülerinnen und Schülern auf dem Flur die Möglichkeit zu geben, den Versuch zumindest aus der Entfernung zu beobachten.

Die Teilnehmer sind in der Regel zahlreich und verteilen sich über alle Altersgruppen: Schülerinnen und Schüler der Klassenstufen 5 bis 13 (einschließlich jener oftmals noch sehr jungen „Fans“, die selbst noch *keinen* Physikunterricht haben), junge Lehrerinnen und Lehrer während ihres Referendariats (unter anderem auch Referendare, die selbst *nicht* Physik unterrichten) und „ältere“ Lehrer (gelegentlich auch Lehrer, die bisher *keinerlei* Interesse für Physik gezeigt haben).

Wer führt die Versuche vor?

Die Versuche werden von überwiegend jungen Lehrerinnen und Lehrern in der Referendariatszeit vorbereitet und durchgeführt. Es ist selbstverständlich nur selten möglich, Versuche vorzuführen, die eine sehr lange Vorbereitungszeit, eine umfangreiche Ausrüstung oder komplizierte Technologien erfordern – beispielsweise Computer, Laser oder Messgeräte. Die meisten Versuche werden aufgrund ihrer wirkungsvollen und spektakulären Ergebnisse ausgewählt, obwohl wir nicht unbedingt beabsichtigen, mit populären Fernsehshows in Konkurrenz zu treten. Wegen der kurzen verfügbaren Zeit – jeweils nur wenige Minuten – ist nur eine elementare Erläuterung der einzelnen Phänomene möglich. Die „harten Fakten“ der physikalischen Hintergründe können in diesem Kontext nur ansatzweise behandelt werden. Gerade dies stellt jedoch eine der Schwierigkeiten für eine qualitativ hochwertige Präsentation dar, die viel Reflexion, Fachkenntnis und Kreativität erfordert.

Welche Versuche wurden bereits präsentiert?

Nachfolgend eine kleine Auswahl der Versuche, die wir bisher vorgeführt haben:

- Wie unterscheidet man Coca-Cola von Coca-Cola light? (Siehe Versuch auf S. 78)
- Wie entkorkt man eine Flasche Wein ohne Korkenzieher, ohne die Flasche dabei zu zerstören?
- Wie entleert man eine volle Wasserflasche auf dem schnellsten Weg?
- Warum „tanzen“ Rosinen in einem Glas kohlenstoffhaltigem Wasser?
- Gibt es Büroklammern, die wieder ihre ursprüngliche Form annehmen, nachdem man sie verbogen hat?
- Wie stellt man einen elastischen Hüpfball aus Modelliermasse her?
- Wie zersägt man ein Stück Kreide mit einem Blatt Papier?
- Wie bläst man eine Kerzenflamme aus einer Entfernung von 5 m aus?
- Wie erzeugt man Funken und Blitze?
- Was sind die speziellen Eigenschaften verflüssigter Luft? Wozu dient sie?
- Wie zerbricht man einen hölzernen Stab, der an den Enden in Papierschlaufen gelagert ist, ohne diese Schlaufen zu zerstören?
- Physikalisches Experiment in der Küche.

- Alternative Verwendungsmöglichkeiten für Luftballons.
- Wie bringt man ein Aluminiumband zu einer wellenartigen Bewegung? (Siehe Versuch auf S. 92)
- Kann man ein Schiff scheinbar schwerelos in einem Gas „schweben“ lassen? (Siehe Versuch auf S. 85)

Die meisten der Versuche stammen aus zwei Büchern mit dem Titel „Physikalische Freihandexperimente“ [2].

Warum führen wir das Projekt langfristig weiter?

Schauen Sie sich einfach die Fotos an – unser Klassenraum ist häufig während der Pausen überfüllt! Die Schülerinnen und Schüler sind mit großer Begeisterung bei den „kleinen Shows“ dabei; sie verlangen stets nach weiteren Informationen zu den gezeigten Effekten und bitten uns oftmals, das Projekt in Zukunft fortzuführen.

Folgende Weiterentwicklungen sind denkbar:

- Auch chemische und biologische Experimente werden in Szene gesetzt.
- Schülerinnen und Schüler könnten ihre eigenen Experimente planen und vorbereiten und sie alleine oder mit einer gewissen Unterstützung von Lehrerseite präsentieren.
- Experimente werden auch an anderen Orten innerhalb des Schulgebäudes oder sogar auf dem Schulhof selbst gezeigt.
- Erklärende Handzettel werden zu besonderen Versuchen erstellt und verteilt.

Nach unseren Erfahrungen schlussfolgern wir, dass unser Pausenprojekt „Versuch der Woche“ ein idealer Weg ist, Physik attraktiver und interessanter für die Schülerinnen und Schüler zu gestalten [3]. Und was noch wichtiger ist – die Schülerinnen und Schüler öffnen sich für den Spaß und die Schönheiten, die den Naturwissenschaften innewohnen (und erkennen auch deren Bedeutung). Vielleicht führen die Experimente letztlich sogar dazu, dass „einige anfangen, Physik zu mögen“.

Bibliographie

- [1] Miericke, J.: *Physik zum Anfassen*. In: *PhyDid 1/2* (2003) S.30–38
- [2] *Physikalische Freihandexperimente*. 2 Bände, inkl. CD, Aulis-Verlag Deubner, Köln, 2004
- [3] Miericke, J.: *Physik in der Pause – Erfahrungen mit dem Versuch der Woche*. In: *Unterricht Physik 17* (2006), Nr. 93, S. 46–48

Astronomie in der Schule

D

102

KONTAKT ZUR ARBEITSGRUPPE

Dr. Michael Geffert,

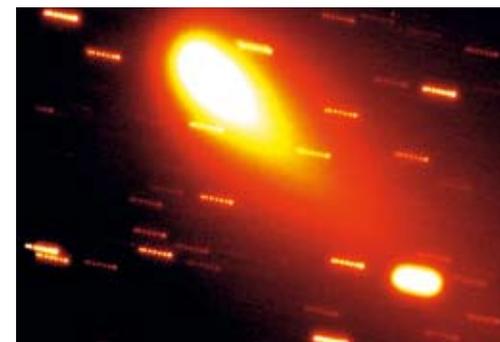
Argelander-Institut für Astronomie der Universität Bonn
geffert@astro.uni-bonn.de

Obwohl Astronomie in der Regel kein eigenes Schulfach ist, haben viele Lehrerinnen und Lehrer die Erfahrung gemacht, dass Schülerinnen und Schüler oft fasziniert sind, wenn im Unterricht astronomische Themen behandelt werden. Ein Grund dafür ist, dass spektakuläre astronomische Ereignisse wie Finsternisse, Kometen und Sternschnuppen direkt selbst beobachtet werden können.

Auch alltägliche Erscheinungen, wie z.B. die Bahn der Sonne am Himmel, die Mondphasen oder sogar die Bewegung der Planeten gegenüber anderen Sternen werden interessante Ereignisse, wenn Schülerinnen und Schüler zur eigenen Beobachtung angeleitet werden. Aus der eigenen astronomischen Beobachtung aber kann bei Jugendlichen ein allgemeines Interesse an Naturwissenschaften wachsen.

Warum Astronomie so faszinierend ist

In den letzten 15 Jahren ist das Interesse an Astronomie durch eine Folge von spektakulären Ereignissen geweckt worden, die von Menschen in vielen Ländern beobachtet wurden. Als im Jahre 1993 und 1994 zwei Supernovae in den bekannten Spiralgalaxien Messier 51 und Messier 81 aufleuchteten, waren es zunächst nur die Amateurastronomen, die mit ihren Fernrohren dieses seltene Spektakel fotografierten. Demgegenüber



Kinder und Erwachsene sind gleichermaßen fasziniert von „neuen“ Objekten am Himmel. Kometen – wie in diesem Fall der Komet 73P/Schwassmann-Wachmann – erscheinen manchmal als beeindruckende Gebilde am Nachthimmel, die mit bloßem Auge gesehen werden können. (Foto: Observatorium Hoher List)

D

103

Astronomie in der Schule

konnten im Jahre 1997 Tausende von „normalen“ Bürgern die Erscheinung des Kometen Hale-Bopp verfolgen, der für Wochen mit bloßem Auge am Nachthimmel zu sehen war. Im Jahre 1998 gab es bei den Sternschnuppen der Leoniden ein ungewöhnliches Maximum von sehr hellen Sternschnuppen, während 1999 zahlreiche Menschen in ganz Europa zu den Regionen fuhren, wo die totale Sonnenfinsternis zu beobachten war. Nach 1999 wurde selbst eine einfache Mondfinsternis zu einem grossen Ereignis, was in der Öffentlichkeit wahrgenommen wurde.

Eine weitere Motivation entsteht durch Bilder von fernen Galaxien, die durch Medien verbreitet werden. Von weit entfernten Galaxien braucht selbst das Licht – als das Schnellste, was wir kennen – Millionen von Jahren, um zu uns zu kommen. Hier ist es vor allem die Kombination aus Bildern und Zahlen, die faszinieren und neugierig auf Erklärungen machen. Auch Kinder in Schulen möchten moderne astronomische Bilder verstehen. Besonders bei Grundschulern wird das Interesse durch Berichte in Zeitungen, Fernsehen und Internet geweckt. Sie erhalten dort eine Fülle von astronomischen Fakten, die sie neugierig auf Erklärungen macht, um die Informationen einordnen zu können.

Grundschul Kinder im Alter von 6 bis 12 Jahren lassen sich im Unterricht besonders für Astronomie motivieren. (Foto: Deutsches Museum Bonn)



Astronomie – geeignet für viele Schulfächer

Astronomie kann in der Schule leicht in naturwissenschaftliche Fächer wie z.B. Physik, Chemie, Erdkunde aber auch Mathematik eingebaut werden. Naturwissenschaft ist der Teil der menschlichen Kultur, der sich mit den Fragen beschäftigt, die ausgelegt sind, die Umwelt zu verstehen. Mit einem besseren Verständnis der Umwelt ist es auch möglich, Modelle zu entwickeln und Lösungen für ungelöste Probleme zu finden.

Außerdem gibt es aber auch Verbindungen von der Astronomie zu anderen Wissenschaften. Von einer höheren Warte betrachtet sind Lehrer und Schüler Individuen, die in einer bestimmten Umgebung handeln. Dieses Handeln wird auch durch andere Wissenschaften bestimmt.



Zwischen Kunst und Naturwissenschaften gibt es einige Beziehungen. Ein Beispiel dafür sind Sternbilder. Sternbilder sind wertvolle Ergebnisse menschlicher Fantasie, auch wenn sie für die moderne Astronomie keine Bedeutung mehr haben. Das Erstellen von eigenen selbst erfundenen „Sternbildern“ ist nicht nur ein interdisziplinärer Ansatz zwischen Kunst und Astronomie, sondern kann Kindern auch das Wesen der klassischen Sternbilder vermitteln.

Beziehungen zwischen Kunst und Naturwissenschaften haben zum Beispiel eine lange Tradition von der Biologie bis zur Astronomie. Da die Fotografie zur Dokumentation von Beobachtungen erst später möglich wurde, mussten Zeichentechniken verwendet werden, um visuelle Beobachtungen festzuhalten. Der Astronom E.W. Tempel (1821–1889) war einer der erfolgreichsten Entdecker von Kometen in seiner Zeit. Seine Beobachtungen profitierten von der Tatsache, dass Tempel seine Karriere als Künstler mit entsprechender Ausbildung startete. Tempel war ein begabter Zeichner, seine Beobachtungen halfen auch bei der Untersuchung „astronomischer Nebel“ von denen sich einige als die bedeutenden Galaxien herausstellten. Auf der anderen Seite haben Künstler

immer wieder auf neue technische und medizinische Entwicklungen reagiert. Maler wie S. Francis (1923–1994) haben Strukturen neuerer Beobachtungen aus Biologie, Medizin und Raumfahrt in ihre Bilder integriert. Heutzutage werden in Grundschulen Zeichnungen und Bilder benutzt, um gelerntes Wissen zu reflektieren und zu vertiefen.

Oft gibt es interessante historische Bezüge bei naturwissenschaftlichen Experimenten, die didaktisch genutzt werden können. Wenn Schülerinnen und Schüler der historischen Entwicklung einer Wissenschaft folgen, kann das zu einem besseren und umfassenderen Verständnis führen. Die Entdeckung der kleinen Planeten – von der ersten gemeinsam organisierten Suche nach dem zwischen Mars und Jupiter vermuteten Planeten bis zur Wiederentdeckung des Planeten mittels der Berechnungen von Gauss – ist ein schönes Beispiel, wie die Geschichte einen einfachen Einblick in moderne Forschungsmethoden geben kann. Die Suche nach dem vermuteten Planeten war nämlich eines der ersten Gemeinschaftsprojekte in der Astronomie und zeigte dann die fruchtbare Zusammenarbeit von theoretischer und praktischer Arbeit in der Astronomie.

Europäische Astronomie

Für eine Wissenschaft, die im Prinzip kein eigenes Schulfach darstellt, ist der aktive Austausch von geeigneten Experimenten und Lernmethoden von entscheidender Bedeutung. Verschiedene Sternwarten und Institutionen in unterschiedlichen europäischen Ländern bieten Material für Schulen an. Ausserdem gibt es mit „The European Association for Astronomy Education“ (EAAE) eine europäische Institution, die Sommer Schulen und Material für den Unterricht anbietet.

Mit dem Kapitel „Astronomie“ im Kontext dieses Buches wollen die Mitglieder der Arbeitsgruppe einen Einblick in die Möglichkeiten geben, die die Astronomie in den verschiedensten Bereichen der Schule bietet. In den Diskussionen über eine mögliche Themenstruktur haben wir folgendes Ordnungsschema für astronomische Experimente entwickelt:

Alltägliche Beobachtungen

Tag und Nacht, Mondphasen, Sonnenuhren, Strichspuren von Sternen, Auf- und Untergang von astronomischen Objekten, Sternbilder, Polarstern, einfache Orientierung am Sternhimmel, Beobachtung von Satelliten und Sternschnuppen, Beobachtung von Gezeiten

Sonne, Mond, Erde

Finsternisse, Erklärung der Mondphasen, wechselseitige Einflüsse von Himmelskörpern, Erklärung der Gezeiten, tägliche und jährliche Bewegung der Sonne, gebundene Rotation

Sonnensystem

Teile des Sonnensystems, Planeten, kleine Planeten, Kometen, Sternschnuppen, Monde – auch von anderen Planeten, Objekte des Kuiper Gürtels, Bewegungen im Sonnensystem, Entstehung des Sonnensystems

Sterne

Sternbilder, mythologische Geschichten, Tierkreis, Jahreszeiten, Sternentstehung, Sternentwicklung, Sternhaufen, Entfernungen von Sternen, extrasolare Planeten

Milchstrasse, Galaxien

Milchstrasse als Sternsystem, Sternhaufen, Struktur der Milchstrasse, Milchstrasse als Galaxie, unterschiedliche Form der Galaxien, Dimensionen, „Dunkle Materie“

Universum

Raumfahrttechnik, Bewegungen im Raum – von der Erde bis zum Universum, Expansion des Universums, Urknall, Unendlichkeit?, „Dunkle Materie und Energie“, Zukunft des Universums, Leben im Universum, extrasolare Planeten, Wurmlöcher

Um die Diskussion unter den Lehrern weiter zu führen und weitere Experimente auszutauschen, haben wir eine Webseite („Das astronomische Experiment des Monats“) errichtet, die in Zukunft in jedem Monat ein neues Experiment zur Astronomie für den Schul-

unterricht anbietet. Im folgenden geben wir drei Beispiele für geeignete Experimente für den Schulunterricht. Die Autoren stammen aus verschiedenen Ländern Europas. Aus den verschiedensten Angeboten in der Literatur haben wir drei Experimente ausgewählt, die von einfacher astronomischer Beobachtung (Experiment 1) über ein Modell des Tierkreises, was mit Schülern dargestellt werden kann (Experiment 2) bis zu einem Experiment mit physikalischem Hintergrund (Experiment 3) reicht.

Literatur

Hannula I., 2005, Doktorarbeit, University of Helsinki, "Need and possibilities of astronomy teaching in the Finnish comprehensive school"
<http://ethesis.helsinki.fi/julkaisut/mat/fysik/vk/hannula/>

Homepage der EUROPEAN ASSOCIATION FOR ASTRONOMY EDUCATION (EAAE),
<http://www.eaae-astro.org/>

Homepage des EUROPEAN SOUTHERN OBSERVATORY (ESO):
<http://www.eso.org/>

Homepage des Astronomischen Experiments des Monats:
www.astro.uni-bonn.de/~geffert/ASTEM/astem.html

Experiment 1: Bestimmung der geografischen Breite mit Hilfe von Strichspurenaufnahmen

→ Physikalische Fachrichtung

Beziehung zwischen Horizontsystem und Äquatorialsystem in der Astronomie

→ Lernprozess

Einführung in die (oder Wiederholung der) astronomischen Koordinatensysteme

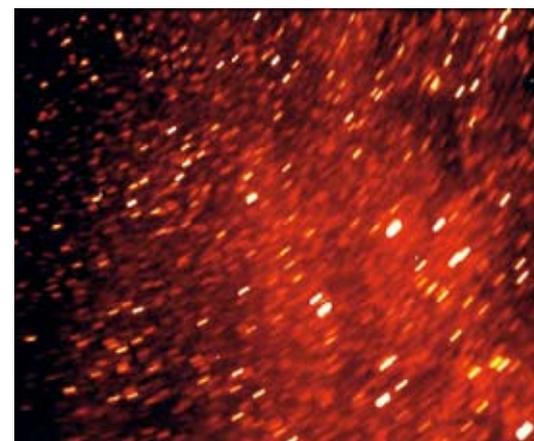
→ Altersgruppe

14–15 Jahre

→ Kurzbeschreibung

Die geografische Breite eines Ortes auf der Erde wird bestimmt durch Messung des Winkels zwischen einer Sternspur und dem Horizont.

Strichspuren von Sternen entstehen durch die Drehung der Erde. Aus der Orientierung der Spuren lässt sich die geografische Lage des Beobachtungsortes ermitteln.



Materialliste

Spiegelreflexkamera mit Normalobjektiv (Brennweite etwa 50 mm); Stativ; Stoppuhr; Drahtauslöser; rote Taschenlampe; Diafilm (1000 bis 1600 ASA); Schreibutensilien für Schüler (Stifte, Lineale, Radiergummi; Winkelmesser; Pauspapier)

Beschreibung des Aufbaus

Der erste Schritt besteht in der Aufnahme des Sternhimmels. Die Fotos müssen bei klarem Himmel an Orten mit wenig Fremdlicht (zum Beispiel Straßenlaternen!) hergestellt werden. Die Kamera muss nach Osten oder Westen ausgerichtet werden. Die Belichtungszeit beträgt wenigstens 15 Minuten. Nach der Entwicklung des Films kann die Arbeit im Klassenzimmer fortgesetzt werden.

Beschreibung der Durchführung

Zuerst müssen die Schülerinnen und Schüler die Beziehungen der verschiedenen astronomischen Koordinatensysteme kennenlernen. Die geografische Breite ist 90 Grad minus dem Winkel zwischen Horizont und Strichspuren der Sterne. Um die geografische Breite zu bestimmen, muss der Horizont und die Strichspur auf das Pauspapier kopiert werden. Mit dem Winkelmesser kann dann der Winkel ermittelt und die geografische Breite ausgerechnet werden.

Fachliche Erklärung

Sternspuren entstehen durch die Drehung der Erde. Die Erdachse zeigt in etwa in die Richtung des Polarsterns. Die Orientierung der Sternspuren hängt deswegen von der geografischen Breite ab. (Stellen Sie sich in einem Gedankenexperiment vor, Sie befänden sich am Nordpol oder am Äquator.)

Zusätzliche Bemerkungen

Um gute Ergebnisse zu bekommen, muss die Kamera genau parallel zum Horizont ausgerichtet sein. Es ist üblich, mehrere Fotos aufzunehmen und unabhängig auszuwerten. Das Resultat kann durch Mittelung der Ergebnisse aus den einzelnen Aufnahmen bestimmt werden.

Literaturhinweis

Vinaules, E. & Ros, R.M.; 1995; La fotografia una herramienta para hacer Astronomia, MIRA Ed. Zaragoza (Spanien)

Experiment 2: Tierkreis

→ **Physikalische Fachrichtung**

„Lebendiges“ Modell des Tierkreises

→ **Lernprozess**

Modellierung und praktische Realisation

→ **Altersgruppe**

13–19 Jahre

→ **Kurzbeschreibung**

Lage und Sichtbarkeit der Tierkreis-Sternbilder in Bezug auf die Bahn der Erde um die Sonne.

Materialliste

Farbiges DIN A3 Papier; Farbstifte; Overheadprojektor; Folien mit den Tierkreissternbildern und eventuell den mythologischen Gestalten

Beschreibung des Aufbaus

Personen stellen die Sternbilder des Tierkreises, Sonne und Erde dar.

Beschreibung der Durchführung

Zeichnen Sie mit Hilfe des Overheadprojektors die zwölf Tierkreiszeichen vergrößert auf die DIN A3 Papiere (eventuell mit mythologischer Figur). Stellen Sie im Raum den Tierkreis mit Personen dar, die die entsprechenden Papiere mit den Sternbildern halten. Zwei Personen kommen in die Mitte des Kreises als Sonne und Erde. Diskutieren und demonstrieren Sie am Modell die Reihenfolge der Tierkreissternbilder, die Drehung der Erde und den Umlauf der Erde um die Sonne oder auch die Beziehung zwischen Sichtbarkeit der Sternbilder und Stellung der Erde usw.

Fachliche Erklärung

Die Sonne scheint sich im Laufe eines Jahres am Himmel längs eines Kreises durch die Sternbilder zu bewegen. Diesen Kreis nennt man die „Ekliptik“. Mit diesem „lebenden“ Modell lassen sich die Bewegungen im Sonnensystem darstellen und die Unterschiede zwischen unserer Wahrnehmung auf der Erde und der tatsächlichen Bewegung im Raum studieren.

Zusätzliche Bemerkungen

Es ist wichtig, zu Beginn die Schülerinnen und Schüler auf die Entfernungsbestimmung und die Entstehung der Sternbilder hinzuweisen. Je nach Altersstufe lassen sich weitere Details mit dem Modell demonstrieren.

Literaturhinweis

Ros, Rosa M., 2000, Proceedings of the 4th EAAE International summer school

Experiment 3: Sonnenspektrum mit einer CD-Rom

→ **Physikalische Fachrichtung**

Optik, Spektroskopie, Sonne

→ **Lernprozess**

Spektroskopie der Sonne und Sterne. Die Methode kann auch verwendet werden, um das Spektrum einer Neonlampe zu erzeugen.

→ **Altersgruppe**

10–19 Jahre

→ **Kurzbeschreibung**

Eine CD-Rom wird verwendet, um ein Spektrum der Sonne zu erzeugen.

Eine CD-Rom kann benutzt werden, um ein Spektrum z.B. einer Neonlampe zu erzeugen.



Materialliste

CD-Rom; dunkler Raum; ein Stück Papier oder Pappe mit einem Spalt etwa (1 mm x 5 mm)

Beschreibung des Aufbaus

In einem dunklen Raum muss Tageslicht (vom Himmel oder auch von einer weissen Wand) an einer kleinen Stelle durch das Fenster fallen. Das Papier oder die Pappe muss mit dem Spalt (vertikal orientiert) in Richtung des Lichtes gehalten werden. Der Beobachter steht mit dem Rücken zum Fenster und hält die CD-Rom in vordere Richtung.

Realisierung

Die Orientierung der CD-ROM muss so sein, dass der Betrachter das Spiegelbild des Spaltes auf der CD-ROM sehen kann. **Der Spalt muss in der Region der CD-Rom zu sehen sein, wo die Furchen parallel zum Spalt sind!** Dann wird die CD-Rom vertikal gedreht (nach links oder rechts) bis ein Spektrum zu sehen ist.

Fachliche Erklärung

Der Aufbau enthält alle Elemente (Spalt, dispergierendes Medium) eines einfachen Spektrographen. Die Furchen auf der CD-Rom haben einen Abstand von 1,4 Micrometern. Das entspricht der Größenordnung von einigen Lichtwellenlängen. Deswegen wirkt die CD-ROM wie ein Beugungsgitter.

Zusätzliche Bemerkungen

Das Experiment kann erweitert werden durch den Bau eines kleinen Spektrographen oder auch durch die Beobachtung einer Neonlampe usw.

Literaturhinweis

Der Autor dieses Experiments ist J. Köppen vom Observatoire de Strasbourg in Frankreich. Eine deutsche, englische und französische Beschreibung ist im Internet unter: <http://astro.u-strasbg.fr/~koppen/spectro/spectrod.html> verfügbar.



Veranstaltungen im Rahmen des Projektes

2004

26.–28. November

Auftaktveranstaltung im Physikzentrum der Deutschen Physikalischen Gesellschaft in Bad Honnef bei Bonn (Deutschland)

2005

09.–11. Juni

Folgetagung im Rahmen der Bildungskonferenz „EduNetwork 05“ in der Landesschule Pforta in Schulpforte bei Leipzig (Deutschland)

21.–25. November

Folgetagung im Rahmen des Festivals „Science on Stage 2005“ bei der Europäischen Organisation für Kernforschung (CERN) in Genf (Schweiz)

2006

22.–24. September

Konferenz „Teaching Science in Europe“ im Science Centre „phaeno“ in Wolfsburg (Deutschland)

2007

02.–06. April

Fortsetzung im Rahmen des Festivals „Science on Stage 2007“ bei den europäischen Forschungsorganisationen „European Synchrotron Radiation Facility“ (ESRF), dem Institut für Neutronenforschung „Laue-Langevin“ (ILL) und dem „Europäischen Laboratorium für Molekularbiologie“ (EMBL) in Grenoble (Frankreich)

Teilnehmerinnen und Teilnehmer

Arbeitsgruppen-Themen: 1 = Naturwissenschaften in der Grundschule, 2 = Interdisziplinärer Unterricht, 3 = Die Rolle des Experiments im naturwissenschaftlichen Unterricht, 4 = Astronomie im Unterricht.

	NAME	VORNAME	LAND	THEMA
Herr	Beddegenoodts	Marc	Belgien	2
Herr	Bonnefonds	Pierre	Frankreich	1
Herr	Bräucker	Richard	Deutschland	2 Koordinator
Herr	Buschhüter	Klaus	Deutschland	2 Koordinator
Frau	Cerrato	Guseppina	Italien	2
Herr	Daman	Pascal	Luxemburg	2
Frau	De Craemer	Sonja	Belgien	1
Frau	De Masi	Ernesta	Italien	2
Frau	Dobkowska	Maria	Polen	2
Herr	Farusi	Gianluca	Italien	2
Herr	Fernandes	Antonio	Portugal	3
Herr	Geffert	Michael	Deutschland	4 Koordinator
Herr	Gravenberch	Frits	Niederlande	1
Frau	Hannula	Irma	Finnland	4
Herr	Haupt	Wolfgang	Österreich	2
Frau	Heber	Irmgard	Deutschland	1
Herr	Heiderer	Hans	Österreich	3
Frau	Hellemans	Jacqeline	Belgien	3

Frau	Huemer	Judith	Österreich	4
Herr	Jilek	Miroslav	Tschechische Republik	3
Herr	Kettunen	Juha	Finnland	2
Herr	Konstantinou	Dionisios	Griechenland	2
Frau	Kucerova	Radka	Tschechische Republik	1
Herr	Lusignan	François	Frankreich	1
Frau	Massidda	Victoria	Italien	2
Herr	Miericke	Jürgen	Deutschland	3 Koordinator
Frau	Musilek	Monika	Österreich	1 Koordinatorin
Herr	Nieminen	Harri	Finnland	1
Herr	Obdržálek	Jan	Tschechische Republik	2
Frau	Palici di Suni	Cristina	Italien	1
Herr	Papamichalis	Konstantinos	Griechenland	3
Herr	Pausenberger	Rudolf	Deutschland	1
Herr	Popov	K. Tsviatko	Bulgarien	1
Frau	Reinholtz	Christine	Deutschland	2
Frau	Schmitt	Annette	Deutschland	3 Koordinatorin
Frau	Schweitzer	Ingrid	Deutschland	1
Frau	Serra	Maria	Italien	3
Herr	Serrano	Antonio	Spanien	3
Frau	Shurelova	Yana	Bulgarien	2



Herr	Stadler	David	Schweiz	2
Frau	Starakis	Ioannis	Griechenland	1
Herr	Taylor	Bernard	UK	2
Herr	Tokar	Jan	Polen	1
Frau	Tsankova	Albena	Bulgarien	3
Frau	Turricchia	Angela	Italien	1
Herr	van Bergen	Henry	Niederlande	3
Frau	Vinuales	Eder	Spanien	2
Herr	Welz	Wolfgang	Deutschland	Gesamt- koordination
Frau	Wodzinski	Rita	Deutschland	1
Frau	Zweifel	Stefanie	Deutschland	Gesamt- koordination

Rückmeldebogen

Publikation „Teaching Science in Europe“

Rückgabe bitte per Post an Science on Stage Deutschland e.V.,
Poststraße 4/5, 10178 Berlin, Deutschland oder per Fax an
++49 - (0)30 - 4000.67.35.

Land:

- | | | |
|-----------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|
| <input type="radio"/> Belgien | <input type="radio"/> Italien | <input type="radio"/> Schweden |
| <input type="radio"/> Bulgarien | <input type="radio"/> Luxemburg | <input type="radio"/> Schweiz |
| <input type="radio"/> Dänemark | <input type="radio"/> Österreich | <input type="radio"/> Spanien |
| <input type="radio"/> Deutschland | <input type="radio"/> Polen | <input type="radio"/> Tschechien |
| <input type="radio"/> Finnland | <input type="radio"/> Niederlande | <input type="radio"/> anderes: |
| <input type="radio"/> Frankreich | <input type="radio"/> Norwegen | |

Schulstufe:

- | | | |
|-------------------------------------|---------------------------------------|--|
| <input type="radio"/> Primarstufe | <input type="radio"/> Sekundarstufe I | <input type="radio"/> Sekundarstufe II |
| <input type="radio"/> andere: | | |

Lehrkraft für: (Mehrfachnennungen möglich)

- | | |
|--------------------------------|---|
| <input type="radio"/> Biologie | <input type="radio"/> Technik |
| <input type="radio"/> Chemie | <input type="radio"/> Mathematik |
| <input type="radio"/> Physik | <input type="radio"/> anderes Fach: |

Ist die Schrift für Ihre Arbeit anregend?

.....

.....

.....

.....

Finden Sie die Form der Broschüre ansprechend?

.....

.....

.....

.....



Welche Frage(n) oder welches Thema würden Sie gerne in einem europäischen Lehrer-Workshop bearbeiten?

Vielen Dank!

Was ist Science on Stage Deutschland?

Der gemeinnützige Verein Science on Stage Deutschland (SonSD) knüpft für deutsche Lehrerinnen und Lehrer der Naturwissenschaften ein Netzwerk, über das sie sich mit Pädagogen aus anderen Ländern Europas austauschen können. Er veranstaltet Workshops und Fortbildungen, um spannende Experimente und neue Unterrichtskonzepte aus ganz Europa in Deutschland zu verbreiten. Der Verein lädt Lehrkräfte mit besonders interessanten Projekten ein, am internationalen Bildungsfestival „Science on Stage“ teilzunehmen, das von den sieben größten multinationalen Forschungsorganisationen in Europa veranstaltet wird.

Der Verein fördert die naturwissenschaftlich-technische Bildung in Deutschland und Europa. Machen Sie mit!

www.science-on-stage.de