

PLUS LUCIS

VEREIN ZUR FÖRDERUNG DES PHYSIKALISCHEN UND CHEMISCHEN UNTERRICHTS
ÖSTERREICHISCHE PHYSIKALISCHE GESELLSCHAFT - FACHAUSSCHUSS LEHRKRÄFTE AN HÖHEREN SCHULEN



Junge Bildungsforscher | Lesetagebücher | Nobelpreis 2006
Klassische Mechanik und Sport | Bildungsstandards | MOST-Weltraumforschung
Tragbare Sonnenuhren | Chemie der Salzlacken | Freihandexperimente | Bücher

Impressum

PLUS LUCIS, Mitteilungsblatt des Vereins zur Förderung des physikalischen und chemischen Unterrichts und des Fachausschusses LHS der Österreichischen Physikalischen Gesellschaft
Erscheint vierteljährlich

Medieninhaber und Herausgeber:

Verein zur Förderung des physikalischen und chemischen Unterrichts p. Adr. Institut für Theoretische Physik der Universität Wien
Strudlhofgasse 4, 1090 Wien.

Im Web: <http://pluslucis.univie.ac.at>

Redaktionsteam dieser Ausgabe:

H. Kühnelt und W. Rentzsch

Preis des Einzelhefts: € 6,-, für Mitglieder € 3,-
(ist im Mitgliedsbeitrag enthalten)
Die jährliche Abonnementgebühr für Nichtmitglieder beträgt € 20,-.

Offenlegung nach § 25 des Mediengesetzes:
Grundlegende Richtung: Fortbildung und fachliche Information für Physik- und Chemielehrer, organisatorische Mitteilungen, Vereinsinterna.

Beiträge werden erbeten an:

Dr. H. Kühnelt, Institut für Theoretische Physik der Universität Wien
Strudlhofgasse 4, 1090 Wien
Telefon: (01) 4277-51515
Fax: (01) 4277-9515
eMail: helmut.kuehnelt@univie.ac.at

HOL W. Rentzsch
Görgengasse 23/2/3, 1190 Wien

Mag. Dr. H. Stadler, Institut für Theoretische Physik der Universität Wien
Strudlhofgasse 4, 1090 Wien
Telefon: (01) 4277-51552

Es wird gebeten, Beiträge nach Möglichkeit per eMail einzureichen. Bevorzugtes Dateiformat: MS-Word. Bilder im tif oder jpg-Format



Umschlagbild:
Spannender Unterricht im
Naturwissenschaftlichen Labor
GRG 12 Rosasgasse, Wien
Foto: A. Mayer

Inhalt

Vorwort	1
Fachdidaktik	
Kippt das Klima? – G. Ratz, E. Zunegg	2
Ich will wissen, also forsche ich! – J. Reitinger	7
Die klassische Mechanik – keine trockene Materie – Th. Duenbostl	9
Der Mikrowellenofen als Unterrichtsthema	50
Aus der Forschung	
Renaturierung von Sodalacken im burgenländischen Seewinkel – R. Krachler	23
Weltraumteleskop MOST im Weltraum – T. Lüftinger	29
Die Nadelsuche im Heuhaufen – R. S. Taubner	31
Wer sucht, der findet – B. Schörkhuber	37
Historisches	
Tragbare Sonnenuhren in Europa ab 1400 – I. Fabian	40
Technik. Entdecke eine Sammlung – U. Streitt	48
Vom An-Greifen zum Be-Greifen – G. Schwentner	49
August Musger – Erfinder der Zeitlupe – D. Winkler	51
Freihandexperimente	
Experimentelle Schulchemie in der Unterstufe – W. Rentzsch, Chr. Mašin	33
Ruck-Zuck-(Solar-)Motor – H. Klinglmair	54
Drehspulamperemeter – H. Klinglmair	56
Erdmagnetfeld am Tageslichtprojektor – H. Klinglmair	57
Kartesischer Taucher – H. Klinglmair	57
Aktuelles	
Fachbereichsarbeiten Physik – Prämierung	58
Roman Ulrich Sexl-Preis der ÖPG 2006	59
37. Internationale Physikolympiade Signapur	59
Neufassung der Vereins-Statuten	60
Vereins-Hauptversammlung	63
Stellenausschreibung IMST3	67
Bücher	64

2006 erschien die Zeitschrift PLUS LUCIS als Doppelausgabe 1-2

Schule 2020

Zukunft der Bildung

Unter diesem Titel hat sich die Industriellenvereinigung unter Zuziehung externer und ministerieller Experten mit dem österreichischen Schulwesen beschäftigt. Eine eigene Arbeitsgruppe befasste sich intensiv mit der technisch-mathematisch-naturwissenschaftlichen Bildung. Aktuelle Datenerhebungen zeigen, dass nicht nur bei Facharbeitern, sondern auch im gehobenen technischen Bereich der Nachwuchs fehlt. Es sind dies die klassischen Bereiche Bauingenieurwesen, Maschinenbau, Elektrotechnik und selbst Elektronik. Unklar ist aber dabei, auf welchem Niveau die Industrie Personal einstellen möchte. Sollen die FH (noch) stärker beworben werden, oder ist ein Technik-Studium zu empfehlen? Dies ist kein isoliertes österreichisches Phänomen, es betrifft Europa und in steigendem Maß die USA. Mit der zunehmenden wirtschaftlichen Leistungsfähigkeit von China und Indien werden diese Länder attraktiv für jene jungen Wissenschaftler und Techniker, die zum Studium in die USA gingen und früher dort blieben.

Der kürzlich verstorbene Experimentalphysiker Univ.-Prof. Dr. H.-P. Winter (TU Wien) hat im Sommer 2006 einen spielerischen Zugang zur Technik in der Unterstufe angeregt. Diese Idee findet sich in den IV-Papieren als „neues“ Themenfeld *Naturwissenschaften und Technik*.

So neu ist das Thema allerdings nicht. Der Physik- und Chemieunterricht der 10 bis 14-Jährigen hat gemäß Lehrplan 99 diese Bereiche abzudecken, unterstützt vom Fach *Technisches Werken*.

Daher fordert der LP 99 in Physik:

„...Der Unterrichtsgegenstand trägt zu allen Bildungsbereichen bei und soll sich keinesfalls nur auf die Darstellung physikalischer Inhalte beschränken. Der Unterricht hat das Ziel, den Schülerinnen und Schülern das Modelldenken der Physik ... zu vermitteln und physikalisches Wissen in größere Zusammenhänge zu stellen.

Dies geschieht durch:

... Entwickeln von Erklärungsversuchen bzw. Modellvorstellungen und deren Anwendungen bei physikalischen Vorgängen in Natur und Technik.

Außerdem hat der Physikunterricht ... die Vielschichtigkeit des Umweltbegriffes bewusst zu machen. Dadurch soll eine bessere Orientierung in der Umwelt und entsprechend verantwortungsbewusstes Handeln erreicht werden.

Dies geschieht durch:

- Erkennen der kulturellen und wirtschaftlichen Bedeutung der Physik;
- Erkennen von Gefahren, die durch die Anwendung naturwissenschaftlich-technischer Erkenntnisse verursacht werden,...

In ähnlicher Weise werden bei PISA 2006 als „naturwissenschaftliche Fähigkeiten“ gefordert,

„grundlegende naturwissenschaftliche Konzepte und Theorien verstehen und anwenden zu können, sowie das Wesen der Naturwissenschaft als Form menschlichen Handelns zu begreifen und die Möglichkeiten, aber auch die Grenzen naturwissenschaftlicher und technologischer Entwicklungen zu erkennen.“

Die Liste ähnlicher Anforderungen mit der Verbindung von Naturwissenschaft und Technik lässt sich beliebig fortsetzen, in den künftigen Bildungsstandards Naturwissenschaften wird sie sich wieder finden lassen.

Wie kommt es, dass längst Verordnetes wieder eingefordert wird? Dass zumindest im öffentlichen Bewusstsein die genannten schulischen Aufgaben nicht erfüllt erscheinen?

Liegt es an der schlechten Kenntnis dessen, was in Schulen möglich ist und auch gemacht wird? (Fast 200 teilnehmende Schulen am VCÖ-Projektwettbewerb!) Liegt es an der mangelnden Fortbildung? Liegt es an der Ausstattung oder an der zeitlichen Dotierung, die das Ausbrechen aus den inhaltlichen Vorgaben des Lehrplans zugunsten von Schülerkompetenzen verhindert?

In Entwürfen zu naturwissenschaftlichen Kompetenzmodellen finden sich die Fähigkeiten zum

*Beobachten, Erfassen, Beschreiben
Untersuchen, Bearbeiten, Interpretieren
Bewerten, Entscheiden, Handeln*

Wie lassen sich die Fähigkeiten ausbilden?

Diese Frage stellte sich der in Wien geborene US-Bürger und theoretische Physiker Robert Karplus (1927-1990). Auf der Grundlage von Ideen Piagets entwickelte er um 1960 den *Learning Cycle*, der in seiner Urform drei Schritte umfasst:

Explain: Neue Denkmuster finden, neue Begriffe einführen
Extend: Sind die neuen Begriffe auf weitere Erscheinungen anwendbar?

Explore: Erfahrungen sammeln, Fragen stellen, Überraschendes feststellen (kognitiver Konflikt).

Worauf läuft dies hinaus? Lehrkräfte sollen Lernumgebungen schaffen, in denen Neugier und Lernbereitschaft der Jugendlichen befriedigt werden und gleichzeitig Verständnis und Handlungsfähigkeit gefördert werden. Gelungene Beispiele gibt es auch in Österreich – einige konnten in der Fortbildungswoche 2007 vorgestellt werden.

Das Interesse am naturwissenschaftlichen Unterricht steigt in der Öffentlichkeit, die Finanzierung des IMST-Projekts wird auch im „neuen“ BMUKK als Notwendigkeit erkannt.

An Sie, liebe Leserin, lieber Leser, richte ich den Wunsch: Berichten Sie in PLUS LUCIS über Ihre Ideen, regen Sie die Kollegenschaft zum Nachmachen an!

Erfolg und Freude am Unterrichten wünscht Ihnen

Ihr Helmut Kühnelt

Mailingliste: Zur Benachrichtigung der Mitglieder des Fördervereins und der Lehrkräfte in der ÖPG wurde eine Mailingliste eingerichtet. Zur Vermeidung von Spam wird sie moderiert geführt, Ihre Adresse kann nicht missbraucht werden. Sollten Sie in der letzten Zeit keine Vereinsausendung per eMail erhalten haben und in die Liste aufgenommen werden wollen, senden Sie bitte eine Mail an vfpc@thp.univie.ac.at.

PLUS LUCIS: Interessante Beiträge sind stets willkommen. Anregungen zu Themen ebenfalls.

Kippt das Klima?

Lesetagebücher im fächerintegrativen Unterricht Physik - Geografie

Gerhard Rath, Erich Zunegg

Was ist ein Lesetagebuch?

„Ein Lesetagebuch zu erstellen, bedeutet, dass man den Text eines Autors liest und gleichzeitig sein eigenes Buch (Heft, Mappe) zum gleichen Thema schreibt.“ (Schramke, Uhlenwinkel 2001, S. 1)

Die Methode des Lesetagebuches (engl: „response journal“ oder „reading log“) stammt aus den Sprach-Fächern. Es handelt sich dabei um eine Form des offenen Unterrichts, die eine selbstständige produktive Auseinandersetzung der Schüler/innen mit Texten ermöglichen soll. In der ursprünglichen Form ist es ein einfaches Schulheft, in dem Schüler/innen parallel zum Lesen des Textes ihre Eindrücke festhalten oder Aufgabenstellungen bearbeiten.

Auch Naturwissenschaftler/innen arbeiten an und mit Texten: Sie verfolgen die Publikationen in ihrem Fachgebiet und präsentieren ihre eigenen Forschungsergebnisse in dieser Form. Der gebildete, kritische Bürger sollte daran interessiert sein, durch das Lesen von populärwissenschaftlichen Zeitschriften – wie z.B. Spektrum der Wissenschaft, Bild der Wissenschaft oder GEO – auf dem „Laufenden“ zu sein.

Für den naturwissenschaftlichen Unterricht bietet sich die Bearbeitung eines allgemeinverständlichen Artikels an. Dazu haben wir die klassische Form des Lesetagebuches entsprechend abgewandelt und zusätzlich wesentliche Teile der Arbeit auf den Computer verlagert.

Warum das Thema „Klimawandel“?

Das Thema eignet sich aus verschiedenen Gründen für eine intensive Behandlung im Unterricht.

- **Aktualität:** Es ist ein aktuelles, brennendes Zeitproblem, ein globales „Schlüsselproblem“ unserer Gesellschaft im Sinne von Klafki (1985). Daher ist es auch medial präsent und steht in der Aufmerksamkeit der Öffentlichkeit.
- **Fächerübergreifendes Potenzial:** Zum kritischen Verständnis der Problematik ist eine Vernetzung von meh-

ren Zugangsweisen gefragt, z.B. Klimageografie, Physik oder Chemie, aber auch Wirtschaft und Politik.

- **Altersgemäßheit:** Eine grundlegende Auseinandersetzung und ein erstes Verständnis der Zusammenhänge ist für die Sekundarstufe 1 möglich. Geografische und physikalische Aspekte kommen in den entsprechenden Lehrplänen vor.

Die genannten Argumente motivierten uns dazu, ein fächerübergreifendes Unterrichtsvorhaben zu diesem Thema zu initiieren, wobei wir nach dem Motto „Unterricht einmal anders“ auf die in unseren Fächern wenig bekannte Methode des Lesetagebuches zurückgriffen. Aus organisatorischen und lehrplantechnischen Gründen führten wir das Projekt mit drei 3. Klassen (7. Schulstufe) des BRG Kepler in Graz durch, wo wir beide unterrichten.

Fächerübergreifender Unterricht

Eine komplexe Problematik wie jene des Klimawandels legt eine überfachliche Herangehensweise im Unterricht nahe. Die Fruchtbarkeit und Wirksamkeit dieses Zugangs steht in der didaktischen Diskussion außer Frage, wenn auch die Arten der Umsetzung nicht einheitlich verwendet und bewertet werden.

Der Geografie-Didaktiker Vielhaber (2006, S.11) spricht von fächerübergreifenden Unterrichtsabsichten und von fach- bzw. fächerübergreifenden Unterrichtstypen. In seinem Resümee kritisiert er formale Kategorisierungen in der gängigen Literatur und merkt an, dass es eher auf konkretes und praxistaugliches „TUN“ ankomme.

Ganz in diesem Sinne hielten wir uns nicht lange mit begrifflichen Unterscheidungen auf, sondern wählten eine Form intensiver Zusammenarbeit. Die Stunden der drei beteiligten Fächer dienten für eine gewisse Zeit der Arbeit am gemeinsamen Thema, es entstanden überfachliche Produkte: die Lesetagebücher. Diese Fächerzusammenführung wird nach Rinschede (2003, S.183) als „integrierter / überfachlicher Unterricht“ bezeichnet, auch Häußler u.a. (1998, S.51) nennen sie „integrierten Unterricht“.

Konkret wurde dabei über eine Woche in allen Stunden der Fächer Geographie, Physik und Informatik an den Lesetagebüchern gearbeitet.

Dr. Gerhard Rath, BRG Kepler Graz und Institut für Physik (Fachdidaktik) der Universität Graz, Regionales Zentrum für Physikdidaktik
Dr. Erich Zunegg, BRG Kepler Graz und Institut für Geographie und Raumforschung (Fachdidaktik), Universität Graz
Dieser Beitrag erscheint in ähnlicher Form in **GW-Unterricht-April 2007**

Angestrebte Ziele und Kompetenzen

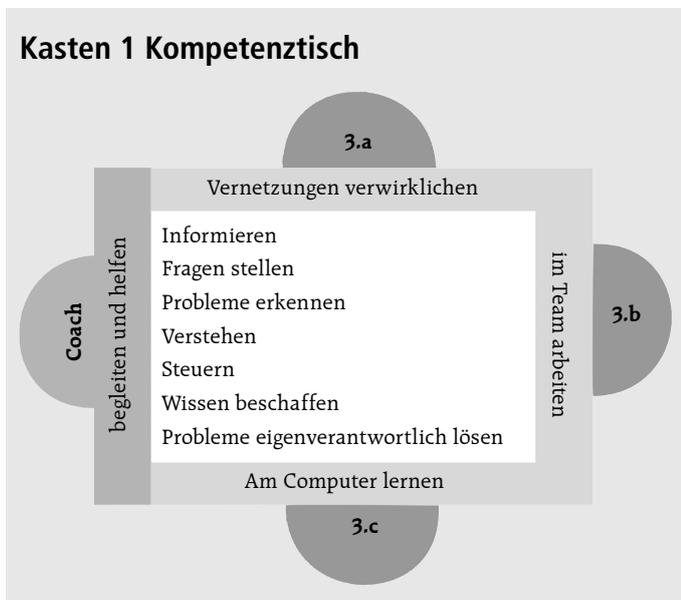
Aus der Perspektive der einzelnen Fächer ist es Ziel durch die Behandlung des Themas auf die Öffnung neuer Kontexte der entsprechenden Lehrplaninhalte wie Wärmelehre (Physik) oder Klima Österreichs (Geografie) hinzuwirken.

Der Schwerpunkt des vorangegangenen Unterrichts aus Physik lag auf Energie und Leistung, wobei die Analyse globaler Energiebilanzen unmittelbar zum Thema führte. Hier waren bereits Studierende des „Schulpraktischen Seminars“ (als Beobachter) integriert, die Stunden nach dem Projekt wurden dann von ihnen als kontextorientierte Unterrichtssequenz zum Thema Wärmelehre/Wetterkunde gehalten (http://rath.brgkepler.at/pl_an/wetter06).

Für die Lesetagebücher selbst waren aus unserer Sicht die verfolgten überfachlichen Ziele bedeutsamer:

- Lesen und Bearbeiten eines populärwissenschaftlichen Artikels zum Thema
- Erstellen von (elektronischen) Lesetagebüchern in Zweier-teams
- Bewusstwerden der Problematik: Ursachen, Folgen, mögliche Aktivitäten

Diese Ziele bedeuteten Erwerb bzw. Vertiefung verschiedenster Kompetenzen der Informationsbeschaffung, Präsentation und Bewertung, Lesekompetenz und sozialer Kompetenzen, bis hin zu Anleitungen zum konkreten Handeln im eigenen Lebensumfeld der Schülerinnen und Schüler.



Eine andere Sichtweise zeigt Kasten 1: Verschiedene Schüler- und Lehreraktivitäten sollen zu einer Vielfalt von Erklärungszugängen einer einzigen Frage führen: „Kippt das Klima?“. Fragen haben hier die Aufgabe, Zukünftiges wissen zu wollen, Selbstverantwortung zu erkennen, Horizonte des Machbaren zu finden. Nach Horx (2005, S.12-17) soll dieses Handeln in eine Zukunft führen, in der wir Sitz und Stimme haben sollen.

Nach unserem Verständnis soll das Lesetagebuch dabei helfen,

- Konzentrierter zu arbeiten, besser zu verstehen,
- einen Blick für das Wesentliche zu bekommen,
- Freude am Lernen zu finden, neugierig zu werden,
- Interesse zu zeigen, Ideen zuzulassen,
- Verständnis für das Thema zu erreichen,
- ein persönliches Zeitmanagement zu finden,
- Medien zu nutzen, eigene Potenziale zu entwickeln,
- Ziele zu erreichen, voneinander zu lernen,
- Zusammenhänge zu verstehen,
- Gemeinsame Erfahrungen zu sammeln,
- Lösungen zu suchen, Fragen zu beantworten,
- gemeinsame Ergebnisse zu präsentieren.

Ablauf

Nach unseren ersten Ideen ging es darum, einen für 13 Jährige geeigneten Text zum Thema zu finden. Die intensive Suche führte uns zu einem Artikel von Engeln (2001, S.108 ff) aus GEO 7/01 in der Internetversion: „Weltklima: Vor der Katastrophe?“, der zwar nicht ganz aktuell war, dafür aber komprimierte Überblicksinformationen in bewältigbarer Sprache bot. Außerdem ermöglichte die zeitliche Distanz einen Vergleich der darin präsentierten Fakten und Behauptungen mit neuesten Erkenntnissen.

Der nächste Schritt war das Erstellen der Arbeitsaufträge für die Schüler/innen. Ausgangspunkt war das von Schramke (2005, S.43-44) publizierte Konzept eines Lesetagebuches mit dem Thema „Oase“ und den vor, während und nach dem Lesen beschriebenen Aktivitäten, die für den Inhalt des Klimawandels für die 3. Klassen (Sekundarstufe 1) adaptiert wurden. Zusätzlich wurde auf das fächerübergreifende Element sowie den verstärkten Einsatz der Informationstechnologien Rücksicht genommen. Letztlich kamen wir auf die im Kasten 2 gezeigten Aufgaben, deren Bearbeitung jeweils im Lesetagebuch dokumentiert werden musste. Alle fett gedruckten Titel waren Pflicht-Aufgaben, aus W6 – W11 mussten 3 Aufgaben gewählt werden.

Nach der Akkordierung der beteiligten Lehrkräfte (außer uns beiden waren dies 8 – der Informatikunterricht erfolgte in kleineren Gruppen) konnte das Vorhaben für die Schüler/innen beginnen. Den Einstieg zum Thema bildete ein gemeinsamer Kinobesuch: „Eine unbequeme Wahrheit“ von Al Gore.

In der nächsten Phase erhielten die Schüler/innen genaue Informationen über die Tätigkeiten zur Erstellung der elektronischen Lesetagebücher in Zweier-teams. Der zu bearbeitende Artikel und die zugehörigen Aufgaben wurden in elektronischer Form auf der Schulhomepage zur Verfügung gestellt. Auf diese Weise war eine Nutzung innerhalb und außerhalb des Unterrichts möglich.

Damit begann die eigentliche Arbeitswoche, die für alle beteiligten Klassen (insgesamt 95 Schüler/innen) in den betreffenden Stunden im GWK-Saal des BRG Kepler stattfand (dieser ist mit 17 vernetzten PCs ausgestattet). Die Lehrer/

innen halfen und unterstützten, schalteten sich aber sonst nicht mehr lenkend in das Geschehen ein.

Nach der Arbeitswoche wurden die Lesetagebücher der Gruppen ausgedruckt und in den einzelnen Fächern getrennt, jedoch nach gleichen Kriterien bewertet:

- Formale Qualität
- Inhaltliche Qualität
- Zusätzliche Aktivitäten

Ein gemeinsamer Fragebogen (Kasten 3) sowie ein offenes Feedback schlossen das Projekt ab.

Kasten 2: Aktivitäten & Aufgaben für Schüler/innen

Vor dem Lesen:

- V1. Sucht im Internet eine Karikatur zum Thema Klimawandel. Ihr könnt diese für euer Titelblatt verwenden.
- V2. Schreibt kurz auf, was ihr aufgrund des Titels von dem Artikel erwartet!
- V3. Notiert im ABC-Bogen zu jedem Buchstaben ein Wort, das euch einfällt, wenn ihr an diesen Titel denkt!

Während des Lesens:

- W1. Notiert Begriffe, die ihr für das Verständnis des Textes für wichtig haltet, deren Bedeutung euch aber unklar ist! Sucht Erklärungen im Internet und fasst diese auf einer Seite zusammen!
- W2. Entwerft ein Mind Map zum Thema Klimawandel (Power Point)
- W3. Schreibt einen Leserbrief an eine Tageszeitung, in dem auf die Problematik aufmerksam gemacht wird!
- W4. Im Artikel ist vom Treibhauseffekt die Rede. Dieser Begriff wird in eurem Physik-Lehrbuch erklärt. Lest die entsprechenden Seiten und fasst die Erklärung zusammen!
- W5. „CO₂ ist der zentrale Faktor“. Auf der CD-ROM „Wetter + Klima“ findet ihr ein Diagramm, das die Entwicklung der CO₂-Konzentration und der globalen Durchschnittstemperatur darstellt (Navigator -> Globales Klima -> Anthropogener Klimawandel). Kopiert dieses Diagramm und kommentiert es:
Wie groß war die Temperaturzunahme von 1880 bis 2000? Vergleicht die Zunahme mit der im Artikel prognostizierten! Wie sieht der Vergleich Temperatur – CO₂-Konzentration aus?
- W6. Stellt euch vor, die durchschnittliche Temperatur steigt tatsächlich um 5°C an. Welche Auswirkungen hätte dies auf Regionen in Österreich? Verwendet die Klimakarten (Österreich, Europa) – mit welcher Region in Europa (jetzt) lässt sich z.B. die Südsteiermark (2100: +5°C) vergleichen?
- W7. Erstellt ein Kreuzworträtsel mit dem Schlüsselwort KLIMAWANDEL, verwendet dazu wichtige Begriffe dieses Artikels.
- W8. Sucht im Internet nach Fotos, die einen der im Artikel angesprochenen Sachverhalte illustrieren! Erstellt damit eine Foto-Seite!
- W9. Stellt euch vor, ihr haltet über den Artikel ein Referat vor eurer Klasse. Gestaltet einen „Spickzettel“ dazu!
- W10. Sucht einen aktuellen Text, der sich mit Klimawandel

in Österreich oder der Steiermark beschäftigt! Druckt diesen für die Mappe aus und lest ihn durch.

- W11. Sucht im Internet nach einer steirischen Institution, Firma oder einem Institut, das sich mit dem Thema beschäftigt. Druckt die entsprechenden Seiten aus!

Nach dem Lesen:

- N1. Könnt ihr nach dem Lesen des Textes in das ABC-Blatt weitere Begriffe (mit anderer Farbe) eintragen?
- N2. Stellt euch vor, ihr seid Journalisten. Formuliert 2 „Reißer“ – Schlagzeilen zum Thema!
- N3. Was kann jeder von euch persönlich zur Verminderung der Klimaprobleme (z.B. zu Hause) beitragen? Notiert eure Beiträge!
- N4. Welche Fragen sind nach dem Lesen des Textes offen geblieben?

Does it work? – Evaluation

Uns interessierten folgende Untersuchungsfragen:

1. Hat den Schüler/innen die Arbeit an/mit den Lesetagebüchern Spaß gemacht?
2. Welche Aspekte bewerten sie als positiv, welche als verbesserungswürdig?
3. Haben sie das Gefühl, etwas Neues gelernt zu haben, bzw. was?
4. Ist ihnen die Problematik des Klimawandels bewusster geworden?
5. Sind sie zu eigenen Aktivitäten bereit?
6. Sind sie nun besser über mögliche Ursachen und Folgen informiert?

Als Methoden standen uns zur Verfügung:

- Feedback: Unterrichtsbeobachtungen der beteiligten Lehrer/innen
- Die Lesetagebücher selbst. Daraus ließen sich Anhaltspunkte zu einigen der Fragestellungen gewinnen, etwa zur Qualität verschiedener Aufgabenstellungen
- Ein Fragebogen, der nach der Arbeitswoche ausgefüllt wurde (Kasten 3)

Kasten 3: Fragebogen

1. Wie hat dir die Arbeit an dem Lesetagebuch insgesamt gefallen? Kreuze auf der Skala von 1 (schlecht) bis 6 (sehr gut) an:

1	2	3	4	5	6
Gar nicht					super

Kommentar:

- Was war nicht so gut, was sollte verbessert werden?
- Was hat dir besonders gefallen (Spaß gemacht)?
- Was war ganz neu für dich?
- Du hast in der Woche verschiedene Aufgaben absolviert. Nenne jene, die dir am besten gefallen hat, sowie eine,

die dir gar nicht gefallen hat!

Die beste Aufgabe:

Die schlechteste Aufgabe:

Begründung:

5. Was hast du für dich persönlich gelernt?

6. Sollte so eine Aktion (zu einem anderen Thema) wieder einmal gemacht werden? Kreuze an:

1	2	3	4	5	6
Nein					ja

Ergebnisse:

In der Betrachtung der Ergebnisse fiel eine Diskrepanz zwischen der Stimmung der Schüler/innen, ihren Erfahrungen und Einstellungen (Fragebogen) und den erzielten Ergebnissen (Lesetagebücher) auf.

Die **Befragung** ergab durchwegs positives Feedback, eine Zustimmung in hohem Maße mit wenigen Kritikpunkten, und zwar unabhängig vom jeweiligen Lehrer/innenteam. So lag der Durchschnittswert der Antworten auf die Frage 6 (so eine Aktion wieder einmal machen?) insgesamt bei 5,6. Auch das fächerübergreifende Element wurde ausschließlich positiv erwähnt.

Eine Zunahme von Wissen und Bewusstsein bezüglich Klimawandel war eindeutig sichtbar, ebenso bezüglich methodischer Kompetenzen (Arbeit am PC, Gruppenarbeit, Umgang mit Zeitdruck). Dies zeigen die Antworten auf die Fragen 3 und 5. „Was hast du für dich persönlich gelernt?“ ergab zu etwa zwei Dritteln Aussagen, die sich unmittelbar auf die Klimaproblematik bzw. auf mögliche eigene Beiträge bezogen, ein ähnliches Bild zeigte Frage 3

Die **Lesetagebücher** ergaben ein differenzierteres Bild: Es zeigten sich große Unterschiede zwischen den Besten und den Schwächsten. Im Gesamtschnitt wurden aber die Pflichtaufgaben zu über 80% bewältigt. Manche der Aufgaben waren nicht sehr beliebt (z.B. V2, W1) bzw. wurden wegen Zeitknappheit nicht mehr bewältigt (insbesondere jene nach dem Lesen: N_x). Die Arbeit am Computer motivierte zwar, brachte aber auch einige Probleme: Sie brauchte mehr Zeit, lenkte manchmal ab, es gab Datenverluste.

Die Zusammenarbeit und Motivation der beteiligten Lehrer/innen war unterschiedlich, schlug sich aber letztlich nur in einigen kritischen Anmerkungen der Schüler/innen nieder, nicht aber in der Gesamtbewertung des Projekts und nicht in der Qualität der Lesetagebücher.

Aus den Ergebnissen und Rückmeldungen kamen wir zu dem Schluss, dass die Aktion für fast alle Beteiligten – bei aller Anstrengung – eine weitaus positive Erfahrung war, weshalb wir sie auch in diesem Rahmen präsentieren. Folgende Modifikationen würden wir allerdings vorschlagen:

- Die Zahl der Aufgaben sollte für die gegebene Arbeitszeit (6 Unterrichtsstunden) reduziert und die Länge der einzelnen Einheiten erhöht werden (z.B. Doppelstunden). Eine weitere Möglichkeit wäre die Erhöhung des Anteils

der Wahl- gegenüber den Pflichtaufgaben.

- Teile der Arbeit sollten jedenfalls ohne Computer stattfinden, z.B. das Lesen der Texte oder zeitraubende Aufgaben wie Mind Map oder Kreuzworträtsel.

Schlussfolgerung – Fazit

Für eine zufriedenstellende Tätigkeit als Lehrer/in spielen didaktisch-methodische Handlungskompetenzen, die sich im Schulalltag bewähren müssen, eine entscheidende Rolle. Diesbezüglich sehen wir das Lesetagebuch eindeutig als Bereicherung, als eine Art „Frischzellenkur“ für den Umgang mit aktuellen Themen. Gerade bei komplexen Fragen wie der Klimaproblematik geht es nicht um richtig oder falsch, sondern um den Umgang mit und Bewertung von Informationen oder um ein Entwickeln und Argumentieren von persönlichen Auffassungen.

Diese in unseren Fächern wenig bekannte Arbeitsform hat uns und den Schüler/innen einen Kompetenzerwerb im Umgang mit Wissen, mit verschiedenen Methoden, mit Partner/innen und dem Computer ermöglicht. Sie kann so vielleicht einen Weg in Richtung zukunftsweisendes, welt-offenes Lernen aufzeigen.

Mit der Aufhebung des traditionellen Fachunterrichtes konnten vergleichbare Ziele und Inhalte von Physik und Geographie angesprochen werden, wodurch Lernen in multiplen Kontexten angeregt und der Anteil von unproduktivem Nebeneinander („Kasterldenken“) verringert wurde. Man darf sich als Lehrkraft ruhig freuen, solche positiven Erfahrungen mit offenem Unterricht gemacht zu haben – Nachahmung kann empfohlen werden.

Die elektronischen Vorlagen sowie einige Ergebnisse finden sich im Internet unter <http://web.brgkepler.at/science/>

Quellen

- Engeln, H.: Vor uns die Sintflut. In GEO 7/01, S. 108 – 138.
Internetversion: Weltklima: Vor der Katastrophe? <http://www.geo.de/GEO/natur/oekologie/609.html?t=print>.
Zugriffsdatum: 15. Oktober 2006.
- Häußler, Bündler, Duit, Gräber, Mayer, 1998: Perspektiven für die Unterrichtspraxis, 256 S. - IPN Kiel
- Horx, M., 2005: Zukunft passiert, 159 S.–Molden Verlag, Wien.
- Klafki, W., 1985: Konturen eines neuen Allgemeinbildungskonzepts. In: Fichtner, Fischer, Lippitz (Hrsg.): Pädagogik zwischen Geistes- und Sozialwissenschaft, S. 91-102 – Hain-Verlag, Königstein/Ts
- Rinschede, G., 2003: Geographiedidaktik, 510 S. – Verlag Ferdinand Schöningh, Paderborn.
- Schramke, W., Uhlenwinkel, A., 2001: Lesetagebuch „Oasen“ - Texte konstruktiv verarbeiten im Geographieunterricht der Sekundarstufe II. RAAbits Geographie 29., S. 1-23.
<http://www.geographiedidaktik.uni-bremen.de/ltboasen.htm>.
Zugriffsdatum 10. Oktober 2006.
- Schramke, W., 2005: Geographieunterricht nach PISA. In: GW-Unterricht 98/2005., S. 39-46.
- Vielhaber, C., 2006: Fachübergreifender Unterricht. Der Mehrperspektivität eine Chance geben. In: GW-Unterricht 104/2006, S. 3-11.

Ich will wissen, also forsche ich!

Schülerinnen und Schüler als Bildungsforscher

Johannes Reitinger

Wissen wollen – das motiviert!

„Mich würde interessieren, ob die Leute von der Straße das wissen!“, sprach eine Schülerin der 4a-Klasse, als ich im Chemieunterricht Vitamin C als Konservierungsmittel mit der offiziellen E-Nummer 300 vorstellte. Wir diskutierten darüber und kamen zur Annahme, dass viele Menschen der Meinung sein dürften, alles, was „E“ heißt, müsste gesundheitsbedrohlich sein. Wir dachten darüber nach, wie viele Menschen tatsächlich wissen, dass solche kategorischen chemiebezogenen Negativannahmen schlicht und einfach falsch sind.

Das Interesse an der Frage, was denn nun wirklich Meinung oder Annahme der Bevölkerung sei, sprang im Zuge der Diskussion auf die übrigen Schülerinnen und Schüler der Klasse über. Ich sagte hierzu im Unterricht: „Wenn ihr es genau wissen wollt, dann müssen wir dazu wohl eine Untersuchung durchführen!“

Und so sollte es sein. Interessant war dabei, dass aus dieser einen Forschungsfrage im Zuge der Planung mehrere wurden. Der Wunsch nach Antworten erfasste die Schülerinnen und Schüler dermaßen, dass selbst die Auseinandersetzung mit theoretischen Vorüberlegungen sowohl für sie als auch für mich zu einem Erlebnis wurde.



Abb. 1: Die Projektgruppe ¹⁾
4a-Klasse der Musikhauptschule in Schärding

¹⁾ Aumaier Victoria, Baumann Rebecca, Daller Eva-Maria, Dietrich Marlene, Eder Sarah, Fischer Martin, Gaderbauer Astrid, Gieler Tobias, Grundnig Katrin, Haas Doris, Haderer Ramona, Hager Stefanie, Haslehner Laura, Hechinger Miriam, Hinterlechner Daniel, Hofinger Margareta, Hubinger Cornelia, Liebl Sebastian, Lindinger Lukas, Löffleitner Anna, Peham Selina, Schwendinger Jacqueline, Schwingenschlögl Christine, Söldenwagner Katrin, Utz Ramona, Weinzingler Heidrun, Weiß Magdalena, Zauner Manuel, Zibuschka Katrin

Johannes Reitinger unterrichtet Physik, Chemie und Informatik an der HS I in Schärding, eMail: j.reitinger@eduhi.at

Die Methode

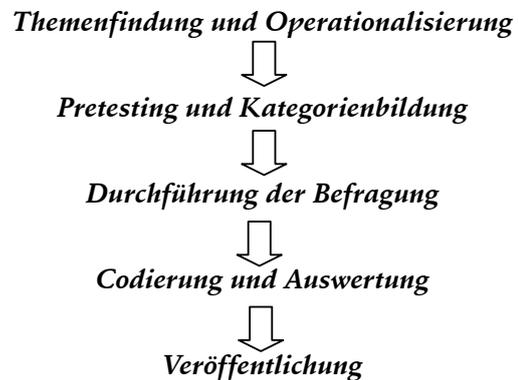


Abb. 2: Forschungsablauf

Uns erschien eine narrative Befragung nicht zielführend, da eine anschließende Auswertung auf qualitativer oder inhaltsanalytischer Basis den zur Verfügung stehenden zeitlichen Rahmen gesprengt hätte. Wir entschieden uns daher für die Methode des fragebogenbasierten Interviews. Im Unterrichtsfach New Media entwarfen wir dazu ein Fragenformular mit kategorisierter Antwortauswahl zu folgenden vier Fragen aus dem Kontext des Physik- und Chemieunterrichts:

Frage 1: Erklären Sie bitte den Unterschied zwischen Physik und Chemie!

Frage 2: Was denken Sie, wenn Sie in den Nachrichten hören, dass sich über der Wüste von Afrika mehrere 100 Tonnen Dihydrogeniummonooxid, kurz H_2O , freigesetzt haben?

Frage 3: Warum bildet sich eine Stichflamme, wenn man versucht, einen Speiseölbrand mit Wasser zu löschen?

Frage 4: Was kommt Ihnen in den Sinn, wenn Sie auf einer Lebensmittelpackung lesen: „Enthält E 300 – Ascorbinsäure“?

Die Wahl der Antwortkategorien wurde auf Grundlage der qualitativen Ergebnisse einer Voruntersuchung getroffen. Hierzu befragten die jungen Forscherinnen und Forscher 29 Schülerinnen und Schüler aus anderen Klassen und extrahierten aus den gewonnenen Rückmeldungen aussagekräftige und homogene Kategorien. Die Kategorien sind in den weiter unten dargestellten Tabellen als Nominalausprägungen ersichtlich.

Als Stichprobe (Untersuchungspersonen = Upn) wählten wir Passantinnen und Passanten am Schäringer Stadtplatz (OÖ). An zwei Nachmittagen führten wir die Interviews durch und erhielten auf diese Weise 84 vollständige Rückmeldungen.

Ergebnisse

Die Auswertung auf Basis einer gemeinsam durchgeführten Fragebogencodierung erfolgte mit dem Programm MS Excel. Im Folgenden zeigen vier Tabellen die wesentlichen Auswertungsergebnisse unserer Untersuchung²⁾.

Tab. 1: „Erklären Sie bitte den Unterschied zwischen Physik und Chemie!“

K1	Die Upn nennt die Definitionen beider Gebiete und untermauert diese mit Beispielen.	11 Upn	13,1 %
K2	Die Upn nennt die Definitionen beider Gebiete.	19 Upn	22,6 %
K3	Die Upn nennt Beispiele zu beiden Gebieten.	5 Upn	6,0 %
K4	Die Upn nennt die Definition eines Gebietes und untermauert dieses mit einem Beispiel.	4 Upn	4,8 %
K5	Die Upn nennt die Definition eines Gebietes.	4 Upn	4,8 %
K6	Die Upn nennt ein Beispiel zu einem Gebiet.	3 Upn	3,6 %
K7	Die Upn nennt Definitionen und untermauert diese mit Beispielen, vertauscht aber die Gebiete.	3 Upn	3,6 %
K8	Die Upn liefert eine falsche Aussage.	3 Upn	3,6 %
K9	Die Upn hat keine Ahnung.	25 Upn	29,8 %
K10	Die Upn hat keine Ahnung und ist zusätzlich sichtlich verwirrt.	5 Upn	6,0 %
K11	Sonstige Antworten	2 Upn	2,4 %

Immerhin 22,6 % kennen die Definitionen der Disziplinen Physik und Chemie. Dennoch aber sind es noch mehr (K8, K9, K10, K11; 3,6 % + 29,8 % + 6,0 % + 2,4 % = 41,8 %), die keine richtigen Statements zu den Wirkungsbereichen der beiden naturwissenschaftlichen Gebiete abgaben. Als wir diese Zahlen errechneten, waren die Schülerinnen und Schüler sowohl betroffen als auch in Ihrer Vermutung bestätigt. Irgendwie ahnten doch alle, dass manche negativen Merkmalskategorien stark besetzt sein würden. Gespannt und motiviert durch diese erste Auswertung stürzten sich die jungen Forscherinnen und Forscher über die weiteren Fragen. Auch diese zeigten ähnliche Gewichtungen:

Tab. 2: „Was denken Sie, wenn Sie in den Nachrichten hören, dass sich über der Wüste von Afrika mehrere 100 Tonnen Dihydrogenmonoxid, kurz H₂O, freigesetzt haben?“

K1	Die Upn gibt zu erkennen, dass es sich dabei um das Phänomen Regen handelt und assoziiert, dass dies für die Wüste Afrikas nur gut sein kann.	13 Upn	15,5 %
K2	Die Upn gibt zu erkennen, dass es sich dabei um das Phänomen Regen handelt.	12 Upn	14,3 %

²⁾Die dargestellten Tabellen zeigen einen Auszug aus dem gewonnenen Datenmaterial. Im Rahmen des Projektes wurde auch nach dem Geschlecht (45 % männlich, 55 % weiblich) und dem Alter der Upn gefragt. Diesbezügliche Klassenverteilungen wurden nicht analysiert. Ich habe vor, zu einem späteren Zeitpunkt mit einem anderen jungen Forschungsteam diese Analyse anhand des vorliegenden Datenmaterials durchzuführen.

K3	Die Upn erwähnt zögernd „Wasser!?“.	9 Upn	10,7 %
K4	Die Upn liefert eine falsche Aussage.	7 Upn	8,3 %
K5	Die Upn hat keine Ahnung	11 Upn	13,1 %
K6	Die Upn hat keine Ahnung und ist zusätzlich sichtlich verwirrt.	7 Upn	8,3 %
K7	Die Upn ist der Meinung, dass es sich dabei nur um eine Umweltkatastrophe handeln kann.	24 Upn	28,6 %
K8	Sonstige Antworten	1 Upn	1,2 %

Tab. 3: „Warum bildet sich eine Stichflamme, wenn man versucht, einen Speiseölbrand mit Wasser zu löschen?“

K1	Die Upn erklärt, dass das Wasser verdampft, entweicht und dabei das brennende Öl mitreißt.	11 Upn	13,1 %
K2	Die Upn weiß keine passende Antwort, spricht aber davon, dass man diesen Brand durch Abdecken löschen sollte.	13 Upn	15,5 %
K2	Die Upn liefert eine teilweise richtige Antwort.	14 Upn	16,7 %
K4	Die Upn liefert eine falsche Aussage	15 Upn	17,8 %
K5	Die Upn hat keine Ahnung.	18 Upn	21,4 %
K6	Die Upn hat keine Ahnung und ist sichtlich verwirrt.	8 Upn	9,5 %
K7	Die Upn ist der Meinung, dass das Wasser „mitbrennt“.	3 Upn	3,6 %
K8	Die Upn meint, dass Wasser und Öl miteinander reagieren.	2 Upn	2,4 %
K9	Sonstige Antworten	0 Upn	0,0 %

Tab. 4: „Was kommt Ihnen in den Sinn, wenn Sie auf einer Lebensmittelpackung lesen: „Enthält E 300 – Ascorbinsäure?““

K1	Die Upn erklärt, dass Ascorbinsäure Vitamin C sei und assoziiert, dass dieser Stoff u.a. zur Konservierung von Lebensmitteln verwendet werde.	14 Upn	16,7 %
K2	Die Upn erklärt, dass Ascorbinsäure Vitamin C ist, kann aber nicht verstehen, warum dieser Stoff eine E-Nummer trägt.	12 Upn	14,3 %
K3	Die Upn kann den Stoff nicht zuordnen, assoziiert aber, dass es sich womöglich gar nicht um etwas gesundheitlich Bedenkliches handeln muss.	12 Upn	14,3 %
K4	Die Upn liefert eine falsche Aussage	6 Upn	7,1 %
K5	Die Upn hat keine Ahnung.	15 Upn	17,8 %
K6	Die Upn hat keine Ahnung und ist zusätzlich sichtlich verwirrt.	4 Upn	4,8 %
K7	Die Upn ist der Meinung, dass es sich dabei um einen gesundheitlich bedenklichen Stoff handeln muss.	18 Upn	21,4 %
K8	Sonstige Antworten	3 Upn	3,6 %

Positiv überrascht waren wir über die Ergebnisse zur vierten Frage. Immerhin 45,3 % (K1, K2, K3) äußerten sich sachlich korrekt oder zumindest gegenstandsbezogen positiv.

Publizieren im „Journal für methodisches Entdecken“

Den Anspruch, Forschungsergebnisse zu veröffentlichen, lösten wir ein, indem wir im Eigenverlag ein kleines Journal ins Leben riefen. Entsprechend dem Layout und der Struktur bekannter Forschungsjournale beinhaltet unser „Journal für methodisches Entdecken“ einen klaren inhaltlichen Aufbau, übersichtliche Diagramme und eine Zusammenfassung.

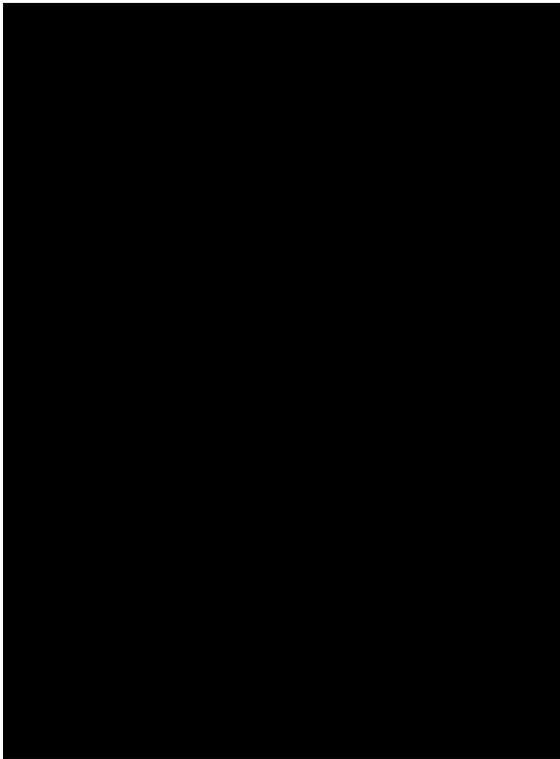


Abb. 3: „Journal für methodisches Entdecken“ – Titelblatt

Die Formulierung der Texte zu den entworfenen Fragen sowie die Darstellung der Forschungsmethode waren in meinen Augen die schwierigsten Passagen des Forschungsprojektes. Da die Schülerinnen und Schüler bisher wenig bis gar keinen Kontakt mit Forschungsberichten hatten, benötigten sie bezüglich der Wahl der Inhalte und oft auch der richtigen Worte meine Hinweise und Ratschläge. Dennoch war es mir als Projektleiter wichtig, dass der Bericht im „Journal für methodisches Entdecken“ das Produkt der Schülerinnen und Schüler ist und nicht meines. Dadurch war der Umfang an investierter Zeit für diesen Projektabschnitt größer als ursprünglich geplant.

Was die Schülerinnen und Schülerinnen rückwirkend zum Projekt zu sagen wissen

„Es ist eine interessante Sache methodisch etwas über Wissen und Einstellungen der Bürgerinnen und Bürger herauszufinden!“ (Ramona Haderer, Schülerin der 4a)

Ich finde es aus pädagogischen Gründen gut, wenn Schülerinnen und Schülern Gefallen am methodischen Forschen finden. Da erfahrungsgemäß nicht davon ausgegangen werden kann, dass methodisches Arbeiten an sich das Interesse weckt, trifft den Motivator für methodisches Handeln wesentliche Bedeutung. Man forscht nicht des Forschens wegen, man forscht, weil man etwas wissen will. Dieses Bedürfnis zu erzeugen ist das primär wichtige didaktische Element.

„Ich hätte nicht gedacht, dass so wenige Leute wissen, was H₂O ist!“ (Doris Haas, Schülerin der 4a)

Eine Untersuchung schafft dann nachhaltiges Interesse, wenn dabei Erkenntnisse gewonnen werden, die nicht

immer dem entsprechen, was man vorher vermutet hat. Bereits im Design und in der Planung des Forschungsinstruments muss berücksichtigt werden, dass solche Erkenntnisse überhaupt eine Chance bekommen. Fix rechnen kann man ohnehin nicht damit.

„Ich fand es toll, dass die Zusammenarbeit zwischen uns Schülerinnen und Schülern und unserem Lehrer so gut funktioniert hat! Außerdem hab ich nun eine andere, positivere Einstellung zu den Naturwissenschaften“ (Ramona Utz, Schülerin der 4a)

Schön!

„Würden wir noch ein solches Projekt machen, wäre ich sofort dabei“ (Sarah Eder, Schülerin der 4a)

Was sich für mich als Lehrer durch das Projekt ergeben hat

Ich habe für mich persönlich das Gefühl, mit dieser Form von projektorientiertem Unterricht einen Weg gefunden zu haben, der

- a) meinem persönlichen Interesse,
- b) den Wünschen und Bedürfnissen der Schülerinnen und Schüler, sowie
- c) dem Anspruch auf Nachhaltigkeit und Kompetenzorientierung gleichermaßen entgegenkommt.

Weiters konnte ich die erfreuliche Erkenntnis gewinnen, dass Schülerinnen und Schüler der Sekundarstufe I durchaus Kompetenz zu anspruchsvollem theoriegeleiteten Arbeiten aufweisen. Ich finde es wichtig, diesbezügliche Auseinandersetzungen nicht auf die Oberstufe zu verschieben, sondern so bald wie möglich zu inszenieren. Davon hätten auch die Naturwissenschaften einen Gewinn, geht es ihnen doch um das methodische und genaue Erschließen unserer Welt.

Freilich könnte man auch die Nachhaltigkeit des Projektes selbst empirisch evaluieren. Möglicherweise werden wir das auch irgendwann einmal tun, vorausgesetzt für die jungen Forscherinnen und Forscher erscheint die damit angestrebte Erkenntnis dermaßen wichtig, dass ein solches Projekt von vornherein entsprechend motiviert ist. Dennoch lässt sich ein nachhaltiges Element auch ohne empirische Untermauerung schon jetzt statuieren. Ich meine damit die Kompetenz des gezielten Hinterfragens, die auf einer gesunden skeptischen Grundhaltung basiert. Diese Kompetenz, die in konstruktivistisch orientierten Weltbildern ein wesentliches Merkmal für Weiterentwicklung darstellt, kann nach meinem Erachten mit schülerzentrierten Forschungsprojekten entwickelt und gestärkt werden. Und nicht zuletzt ist es die soziale Komponente solcher Projekte, die einerseits den Prozess der Erkenntnisgewinnung fördert, andererseits aber auch durch diesen Erfahrungszuwachs selbst gefördert wird.

„Seit ich am Stadtplatz an unserer Umfrage teilgenommen habe, trage ich ein ganz anderes Bild bezüglich unserer Bevölkerung in mir. Wir sind auf die Leute zugegangen, und diese haben sich mit Freude auf unsere Fragen eingelassen. Die Durchführung der Untersuchung hat mir wirklich gefallen. Ich freue mich schon auf ein nächstes Projekt!“ (Tobias Gieler, Schüler der 4a).

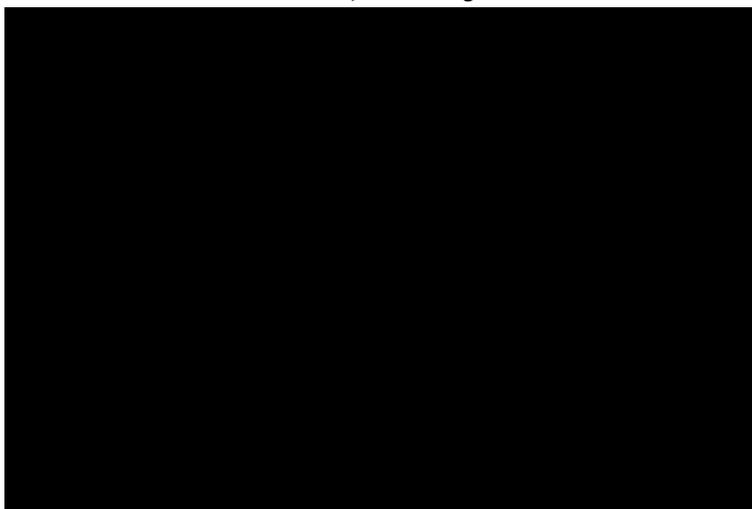
Die klassische Mechanik – keine trockene Materie

Mit Datenlogger und Videoanalyse

Theodor Duenbostl

Rückblick

Die Ausgangsidee zu diesem Titel stammt von Univ. Prof. Dr. Roman U. Sexl [1], der die abgebildeten Karikaturen als Einstieg bei seinen Vorträgen im Rahmen der Lehrerseminare in den frühen 80er-Jahren zeigte.



War damals der Titel „Die klassische Mechanik – eine trockene Materie?“ fürs erste berechtigt, so kann man heute das Fragezeichen getrost weglassen. Der Computer mit dem entsprechenden Messsystem ermöglicht einerseits Messungen außerhalb des Klassenraumes, andererseits können Schüler und Schülerinnen heute ihre eigenen Bewegungsabläufe filmen und dann am Computer auswerten. Schon damals war Sexls Intention, die Vermittlung der Mechanik in der Schule für die Schüler und Schülerinnen spannend zu gestalten. Dazu bediente er sich vertrauter Vorgänge aus dem Sport, sei es Tennis, Laufen oder Fußball.

Meine erste Messung mit Hilfe eines Computers führte ich auf Sexls Anregung hin mit Helmut Kühnelt und Ernst Leiss in Saalbach 1983 am Apple II durch. Es handelte sich um die Lade- und Entladekurve eines Kondensators und diese Aufgabe beschäftigte uns einige Tage lang.

OSTR Mag. Theodor Duenbostl unterrichtet Physik und Mathematik am BG 10, Ettenreichg. Wien und ist AG-Leiter Physik am AHS Wien
eMail: theodor.duenbostl@univie.ac.at

[1] Roman Ulrich Sexl, Professor für Theoretische Physik und Didaktik der Physik an der Universität Wien (1939 – 1986)

Neue Möglichkeiten für den Physikunterricht

Die Computermesssysteme haben sich in den letzten Jahren enorm weiterentwickelt. Die Computer wurden immer leistungsfähiger und es wurden Systeme entwickelt, mit denen man abgekoppelt vom Computer Daten aufnehmen konnte. Für Messungen außerhalb des Physiksaales eröffneten sich dadurch neue Einsatzgebiete. Die Messungen können an beliebigen Orten durchgeführt werden, die Messdaten werden im Messgerät gespeichert und anschließend über normierte Schnittstellen (heute USB) auf den Computer überspielt und dann ausgewertet. Ein derartiger Datenlogger ist das hier beschriebene System ULAB mit der Software Coach [2]. Messungen wurden auf den Gängen im Schulgebäude, am Sportplatz und im Wiener Prater durchgeführt.

Coach bietet zusätzlich die Funktion Videoanalyse an. Dabei können selbst erstellte Videosequenzen von Bewegungsabläufen ausgewertet werden. Aus den gewonnenen Daten können Diagramme erzeugt und durch mathematische Operationen weitere physikalische Größen ermittelt werden.

Ein Impuls zur Durchführung neuer Messungen im Physikunterricht ging vom MNI-Fond [3] aus, der neben finanzieller Unterstützung auch Beratung und Hilfe bei der Evaluation solcher Projekte anbietet. Ich habe bereits zwei MNI-Projekte durchgeführt, das dritte ist gerade in Arbeit. Die Ergebnisse der Projekte „Physik im Sport“ und „Physik des Praters“ samt einigen Weiterentwicklungen sind hier auszugswise vorgestellt.

Zwischenzeiten beim 60-m-Lauf

Die Begriffe „Mittlere Geschwindigkeit“ und „Momentangeschwindigkeit“ sowie die Unmöglichkeit des Erbringens einer konstanten Geschwindigkeit über eine längere Strecke sollten an diesem Beispiel demonstriert und diskutiert werden.

[2] ULAB mit der Software Coach 5 bzw. Coach 6 wurde vom Centre for Microcomputer Applications an der Amstel-Universität Amsterdam entwickelt. Infos unter <http://www.cma.science.uva.nl>

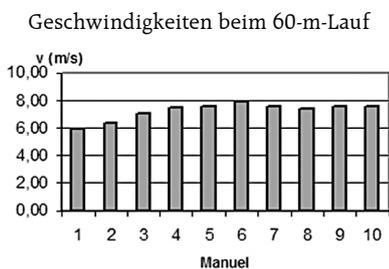
[3] MNI-Fond als Teil der Initiative IMST3. Infos und Projektdatenbank unter <http://imst.uni-klu.ac.at/index.php>



Die 60-m-Laufstrecke wurde in zehn gleich lange Abschnitte unterteilt, mit Hilfe von zehn Lichtschranken wurden die Durchgangszeiten ermittelt. Dazu diente eine eigens angefertigte Lowcost-Lichtschrankenkette [4].

Die Fototransistoren wurden über eine Auswerteelektronik, die auch das akustische Startkommando erzeugte, mit dem ULAB-Datenlogger verbunden. Dieser erhielt ein Spannungssignal, das sich beim Start und beim Durchqueren einer Lichtschranke änderte. Diese Signale wurden in mehreren Messreihen festgehalten und ausgewertet.

Am Datenlogger wurde eingestellt, dass die Messung 20 Sekunden dauern sollte und dabei pro Sekunde 200 Messwerte aufgezeichnet werden. Das ergab enorme Datenmengen (4000 Messwerte je Läufer), die im Anschluss in einen PC übertragen und dann exportiert wurden.



Mit der Tabellenkalkulation wurden die Daten ausgewertet (Änderungen in den Spannungswerten gesucht). Geschwindigkeiten berechnet und grafisch dargestellt. Es waren nur wenige

Datenreihen unbrauchbar, bei denen sich offenbar der Laser oder der Empfänger mechanisch verstellt hatten.

Das Ergebnis

Dieses Projekt bot die Gelegenheit zur Zusammenarbeit mit den Fächern „Bewegung und Sport“ und Informatik.

Wegaufzeichnung beim Laufen

An den Datenlogger lässt sich ein Ultraschallsensor [5] anschließen. Dieser misst Entfernungen zwischen 0,2 m bis 8 m. Schüler und Schülerinnen sollten einerseits vom Sensor weg laufen (Laufstart), andererseits auf den Sensor zu laufen (Bremsvorgang). Diese Messungen wurden sowohl in der Oberstufe als auch in einer Unterstufenklasse (2. Klasse) durchgeführt. Jede Schülerin und jeder Schüler erhielt

[4] Die Lichtschrankenkette besteht aus zehn Lichtschranken aus jeweils einem Laser und einem Fototransistor, die alle in Serie geschaltet sind. Stromversorgung erfolgt über einen 6-V-Akku.

[5] Ultraschall-Bewegungssensor von CMA, <http://www.cma.science.uva.nl>

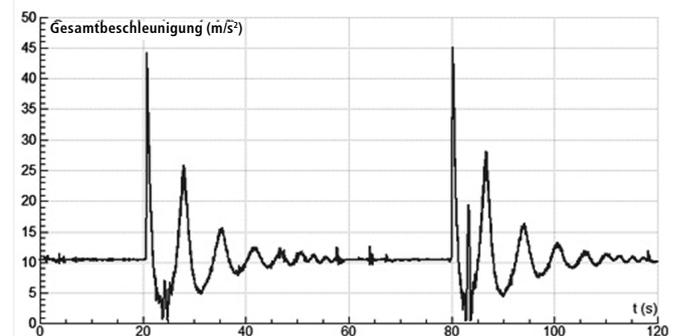
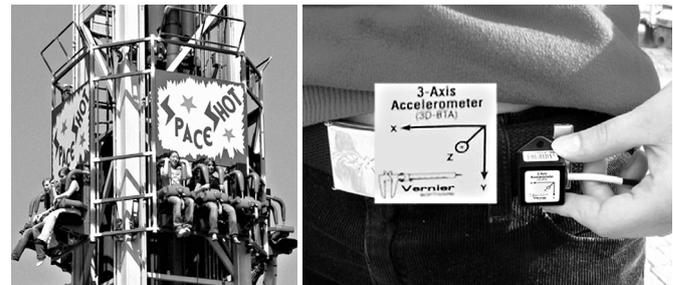
anschließend seine eigenen Laufdiagramme zur Ermittlung ihrer/seiner Geschwindigkeit bzw. Beschleunigung. Analog lässt sich der Weg beim Radfahren aufzeichnen.

Beschleunigungsmessung im Wiener Prater

Space Shot

An ULAB wurde ein 3D-Sensor angeschlossen, der Beschleunigungen in allen 3 Raumrichtungen bis zu 5 g misst.

Mehrere Schüler/innen erhielten Beschleunigungssensoren, die an ihrem Gürtel befestigt wurden, und durften sich im „Space Shot“ in die Höhe schießen lassen. Die Beschleunigungswerte wurden anschließend in Diagrammen dargestellt. Bei der Auswertung mit Coach wurde daraus rechnerisch die Gesamtbeschleunigung (Vektorsumme) ermittelt und im Diagramm dargestellt. Als maximale Beschleunigung beim Start wurde 3,5 g ermittelt.



Das Projekt lässt sich ausweiten, wenn man den Startvorgang filmt und mit der Methode der Videoanalyse auswertet.

Autodrom

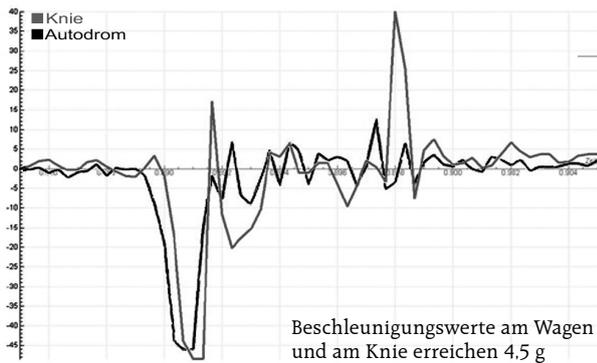
Diesen Messungen lag folgende zentrale Frage zugrunde: Entspricht ein Frontalzusammenstoß zweier gleicher Fahrzeuge mit entgegengesetzt gleicher Geschwindigkeit in seiner Wirkung dem Aufprall eines gleichen Fahrzeuges mit derselben Geschwindigkeit gegen eine feste Mauer?

Ein Autodrom-Fahrzeug (Höchstgeschwindigkeit etwa 11 km/h) im Wiener Prater wurde gegen den Fahrbahnrand gelenkt und prallte an ihm auf. Zum Vergleich wurden zwei Autodrom-Fahrzeuge frontal auf einander zu gelenkt und stießen dann ungebremst zusammen. Um die am Fahrzeug und an der Person wirkenden Bremsbeschleunigungen messen zu können, wurde ein Sensor direkt am Wagen, der andere Sensor am Knie der Fahrerin befestigt.



Die Messwerte wurden anschließend auf einen PC übertragen und die Diagramme erzeugt.

Aus den beiden Diagrammen konnte man erkennen, dass die Beschleunigungswerte beim Anprall an die Wand und beim Frontalzusammenstoß nahezu identisch sind.



Kraftanalyse beim senkrechten Sprung

Bestimmung der Bein-Sprungkraft

Diese kann zunächst mit einfachen Mitteln bei einem Sprung aus der Hocke abgeschätzt werden [6]. Die Versuchsperson stellt sich vor eine Wand und springt mit erhobenen Händen. Zuerst muss die Hocktiefe, das ist die Position, bei der die höchste Sprunghöhe erzielt wird, bestimmt werden. An der Wand wird durch eine zweite Person die Position der gestreckten Hände in Normalstellung und dann in Hockstellung markiert. Während des Sprunges muss nun die Position der gestreckten Hände in Höchststellung bestimmt werden, wodurch die Hubhöhe des Körpers ermittelt wird.

Eine genauere Bestimmung ermöglicht die Verwendung einer Videokamera. Damit kann man den Sprung aufzeichnen und aus dem Video die drei markanten Positionen, wie Normalstellung, Hockstellung und Höchststellung ermitteln.

Kraftaufzeichnung

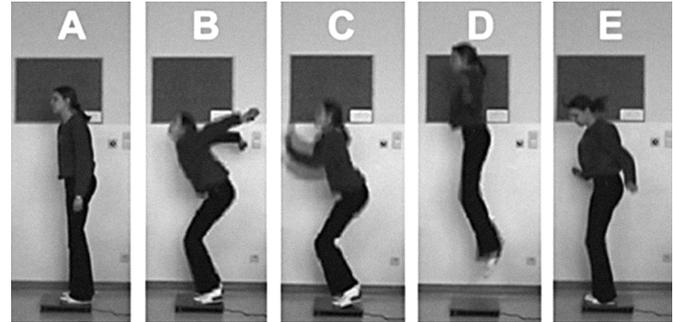


Eine genauere Analyse des Kraftverlaufs wird durch die Verwendung einer Kraftmessplatte [7] ermöglicht. An das Messinterface ULAB wird eine Kraftmessplatte angeschlossen.

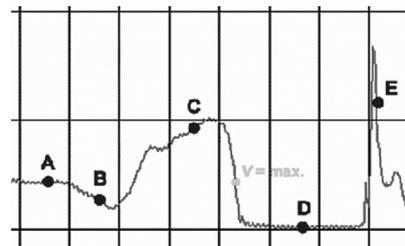
[6] L. Mathelitsch, Sport und Physik, Physik compact, Hölder-Pichler-Tempsky, Wien, 1991

[7] Die Kraftmessplatte von Vernier hat zwei Empfindlichkeitsbereiche mit +/- 800 N und +/-3500 N.

Mit dieser wird die Kraft beim senkrechten Sprung gemessen und auf dem Datenlogger aufgezeichnet. Aus dem Kraftverlauf kann ebenfalls die Sprunghöhe abgeschätzt werden. Dazu ermittelt man die Zeit, während der/die Springer/in in der Luft ist, das ist jener Bereich des Diagramms, bei dem die Platte nicht belastet ist. Die Hälfte dieser Zeitspanne entspricht der „Fallzeit“ beim „freien Fall“ des/der Springers/in, woraus sich die „Fallhöhe“ abschätzen lässt.



Phasen des Sprunges

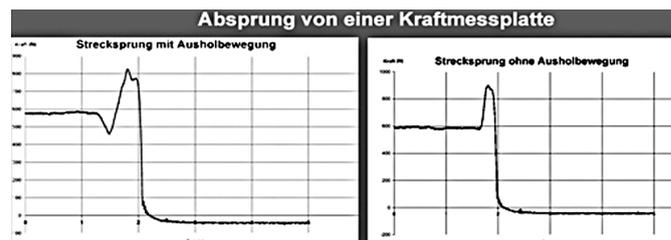


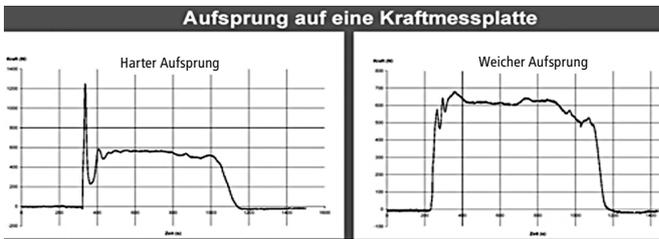
Im Folgenden wurden fünf markante Stellen aus dem Video des Sprunges herausgegriffen und Punkten im Kraft-Zeit-Diagramm zugeordnet.

A	Ausgangsstellung	$F = \text{Gewicht}$
B	Während Ausholbewegung	$F < \text{Gewicht}$
C	Absprungphase	$F > \text{Gewicht}$
D	„Flug“, in der Luft	$F = 0$
E	Aufsprungphase	$F > \text{Gewicht}$

Unterschiedliche Absprünge

Mit Hilfe der Kraftplatte wurden verschiedene Sprungtechniken untersucht. Dabei ging es um den Absprung und unterschiedliches Aufkommen auf der Platte sowie den Einfluss von Armbewegungen.



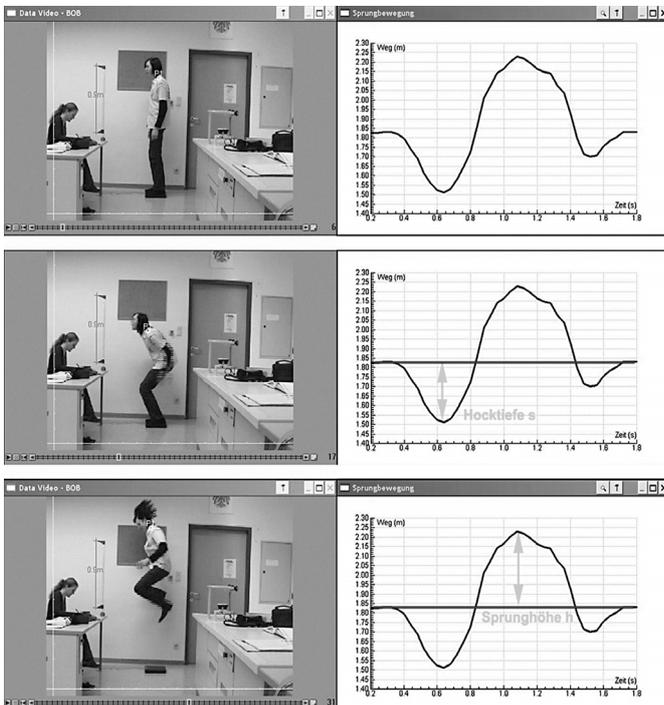


Ergebnis:

Harter Aufsprung hat größere Kraftspitzen, erfolgt in kürzerer Zeit.

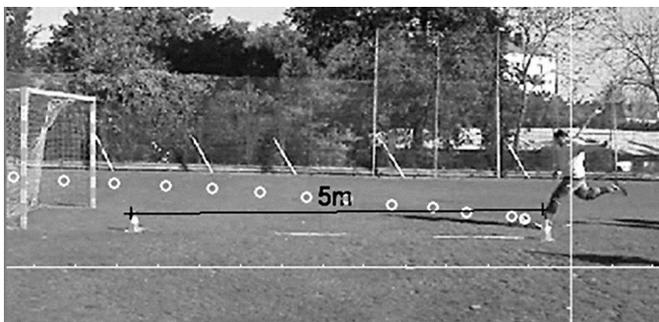
Videoanalyse

Die Sprünge können auch ohne Kraftmessplatte mittels Videoanalyse untersucht werden.



Ballgeschwindigkeit beim Torschuss

Die Abschussgeschwindigkeit bei einem Torschuss im Fußball sollte bestimmt werden. Die Methode mit 2 Lichtschranken, die ich schon vor Jahren angewendet habe, ist in der Praxis problematisch, da der Ball zentral zwischen den beiden Lichtschranken durchgehen muss. Eine professionelle Methode mit einer Radarmessvorrichtung ist für den Schulbetrieb zu teuer und kann nur fallweise bei speziellen Projekten ausgeliehen werden.



Die Videoanalyse bietet eine einfache Möglichkeit, die Frage nach der Ballgeschwindigkeit von den Schülerinnen und Schülern selbst beantworten zu lassen.

Die Software Coach ermöglicht die Erzeugung von Weg/Zeit-Diagrammen aus den Einzelbildern eines kurzen Videos. Die Zeitbasis ist bekannt, da mit einer Videokamera normalerweise 25 Bilder pro Sekunde aufgenommen werden. Moderne digitale Fotoapparate ermöglichen ebenfalls die Aufzeichnung kurzer Videos, heute schon mit 30 Bildern pro Sekunde. Daraus ergibt sich der zeitliche Abstand zwischen 2 Bildern. Bei 25 Bildern pro Sekunde sind das 0,04 Sekunden. Zur Skalierung muss in dem Video die Länge einer Strecke bekannt sein. Damit wird der Maßstab für die Messreihe festgelegt. Ein bestimmter Punkt des bewegten Objekts wird in jedem Bild markiert. Die jeweilige Position wird der Zeit zugeordnet und das Wertepaar in einer Liste eingetragen. Aus den Wertepaaren wird dann das gewünschte Diagramm erzeugt.

Aus dem Weg-Zeit-Diagramm kann man die Geschwindigkeit direkt aus der Steigung der Geraden herauslesen. Die mathematischen Funktionen von Coach ermöglichen auch die Bildung der Ableitung und damit die Erzeugung des Geschwindigkeitsdiagramms. Es ist in diesem Fall notwendig, die Kurve zuerst durch den Graphen einer passenden mathematischen Funktion zu ersetzen.

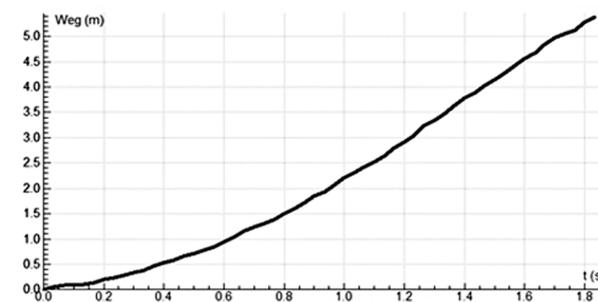
Startvorgang beim Laufen

Die Startbeschleunigung der Schüler/innen beim Laufen wird durch Videoanalyse ermittelt. Bei Videoanalyseprogrammen im Internet

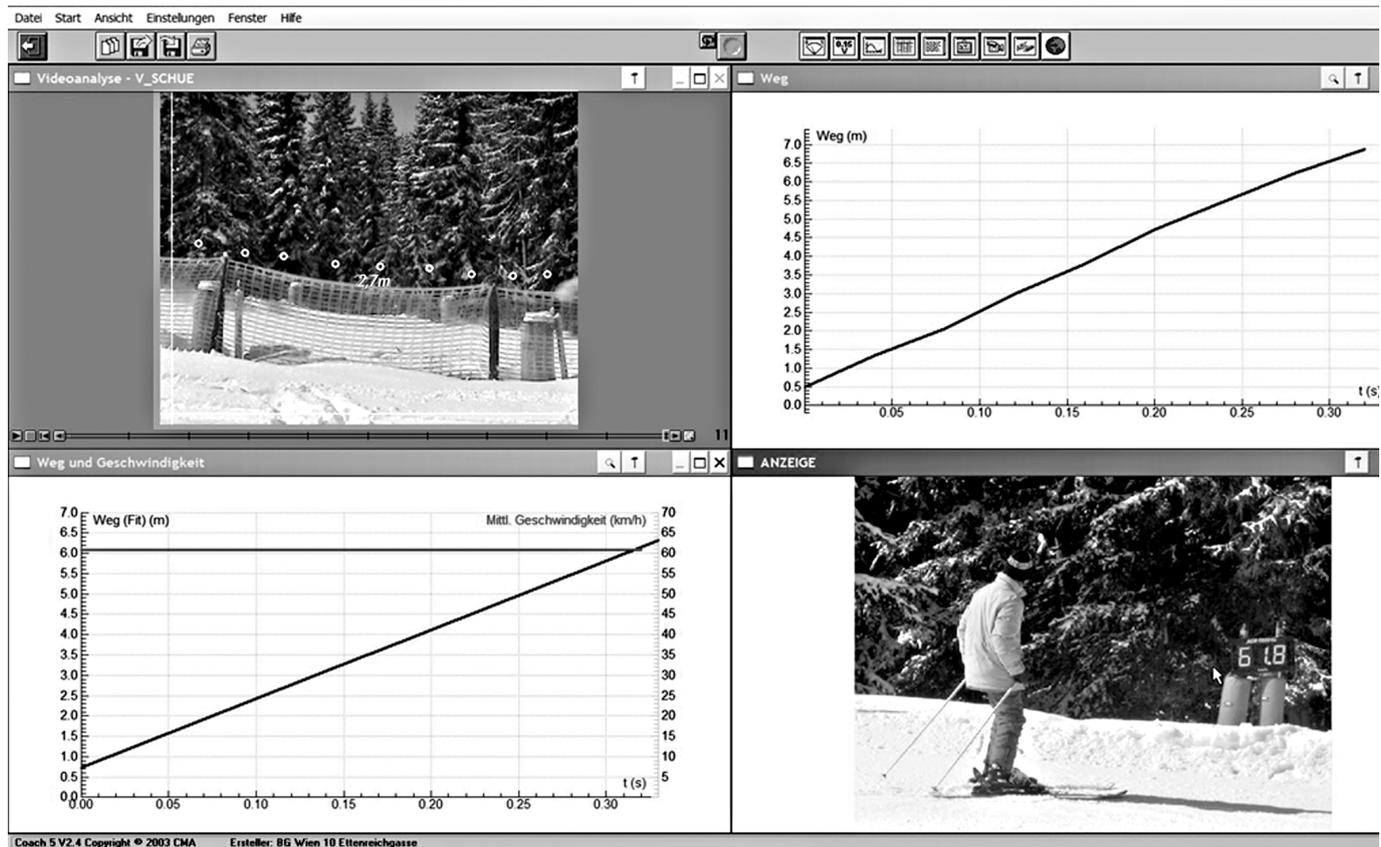


gibt es schon seit längerer Zeit Videosequenzen vom Start eines Läufers, die ich zur Analyse verwendet hatte. Viel motivierender für die Schüler/innen ist es, ihre eigenen Videos zu analysieren. Jede Schülerin, jeder Schüler wird beim Laufen gefilmt und erhält dann im Rahmen der folgenden Unterrichtseinheit sein Video zur Auswertung. Für diese gibt es genaue Richtlinien, was aus den gewonnenen Daten herauszulesen ist. Daraus kann sich auch eine Möglichkeit für die Leistungsbeurteilung ergeben, was Mitgestaltung des Unterrichts und selbstständige Arbeit betrifft.

Die Startbeschleunigung der Schüler/innen beim Laufen wird durch Videoanalyse ermittelt. Bei Videoanalyseprogrammen im Internet gibt es schon seit längerer Zeit Videosequenzen vom Start eines Läufers, die ich zur Analyse verwendet hatte. Viel motivierender für die Schüler/innen ist es, ihre eigenen Videos zu analysieren. Jede Schülerin, jeder Schüler wird beim Laufen gefilmt und erhält dann im Rahmen der folgenden Unterrichtseinheit sein Video zur Auswertung. Für diese gibt es genaue Richtlinien, was aus den gewonnenen Daten herauszulesen ist. Daraus kann sich auch eine Möglichkeit für die Leistungsbeurteilung ergeben, was Mitgestaltung des Unterrichts und selbstständige Arbeit betrifft.



Geschwindigkeitsmessung auf der Schipiste



WISBI (Wie schnell bin ich)-Strecken, wie man sie heute in größeren Schigebieten findet, werden auf Schikursen gerne benützt. Der Physikunterricht kann daran anknüpfen und die gemessenen Werte überprüfen. Eine aufwendige Variante ist die Verwendung von Lichtschranken und einem Datenlogger.

Weniger Aufwand ist die Videoanalyse. Wie beim Laufstart und beim Fußball werden die Schüler/innen gefilmt und werten dann ihre eigenen Videosequenzen aus. Die Schüler/innen wissen von der Anzeige der WISBI-Anordnung ihre Geschwindigkeit und haben so eine Kontrolle für ihre Auswertung. Heutzutage ist es für die Schüler/innen auch kein Problem, die Anzeige fotografisch festzuhalten, z.B. mit dem Foto-Handy oder einem eigenen Fotoapparat.

Ausblick

Neben den beschriebenen Experimenten habe ich schon eine Reihe weiterer ähnlicher Messungen und Analysen durchgeführt bzw. von den Schüler/innen durchführen lassen. Dies waren:

- Untersuchung der Dämpfung eines Fahrrads,
- Beschleunigungsmessung beim freien Fall und damit Beweis der Schwerelosigkeit,
- Untersuchungen zum Tennisschläger,
- Videoanalyse von Stoßbewegungen bei Billard und Airhockey,
- Beschleunigungsmessung bei unterschiedlichen Fahrgeschäften im Wiener Prater.

Der finanzielle Aufwand für derartige Aktivitäten ist nicht sehr hoch.

Videoanalyseprogramme gibt es als Freeware im Internet. Computermesssysteme samt Software kosten heute nur noch einige hundert Euro und sind damit für Schulen erschwinglich.

Die Evaluation im Rahmen des MNI-Projekts [8], [9] hat ergeben, dass die Schüler/innen diese Art von Physikunterricht sehr geschätzt haben. Auch wenn sie Physik zu den weniger beliebten Fächern zählten, war es ihrer Meinung nach das Beste, was man daraus machen konnte.

Ich kann nur alle ermutigen, Neues im Physikunterricht auszuprobieren. Die Einbindung des Alltags in das Unterrichtsgeschehen steigert das Interesse der Schüler/innen für das Fach. Weiters kann ich die Angebote des MNI-Fonds zur Steigerung der Unterrichtsqualität empfehlen.

All diese Aktivitäten können dazu beitragen, dass die Mechanik nun keine trockene Materie mehr ist.

[8] Th. Duenbostl, MNI-Projektbericht „Physik und Sport“, 2004, http://imst3.uni-klu.ac.at/materialien/index2.php?content_id=178695

[9] Th. Duenbostl, MNI-Projektbericht „Physik im Prater“, 2005, http://imst3.uni-klu.ac.at/materialien/index2.php?content_id=214339

Vom Experiment zur mathematischen Funktion

Modellbildung und Anregungen für einen fächerübergreifenden Unterricht

Hildegard Urban-Woldron

„Physikalisches Wissen besteht nicht nur aus Faktenwissen und aus der Kenntnis von Bezeichnungen, Begriffen und „Formeln“. Ganz entscheidend ist das Verständnis von grundlegenden physikalischen Konzepten und Modellen, deren Tragfähigkeit ständig hinterfragt werden muss, um die Grenzen physikalischen Denkens erkennen zu können. Schlussfolgerungen zu ziehen, bedarf der Fähigkeit, Informationen und Daten zu kennen, auf der Grundlage physikalischer Gesetze zu beurteilen, auszuwählen und anzuwenden...“ (vgl. http://www.kmk.org/schul/Bildungsstandards/Physik_MSA16-12-04.pdf (4.1.2007))

Das folgende Beispiel stellt einen Zugang zu einfacher Modellbildung und eine Förderung des Denkens in Zusammenhängen dar. Schüler und Schülerinnen (10. Schulstufe, AHS) sollten den Zusammenhang der physikalischen Größen Volumen und Druck einer Gasmenge mit einem computerunterstützten Messwerterfassungs- und Auswertungssystem untersuchen. Experimente, Messwerte, Diagramme und funktionale Zusammenhänge waren dabei in Beziehung zu setzen. In Anpassung an die Theorie sollten auch Fehlerbetrachtungen vorgenommen werden.

Einstiegsfrage für Schülerinnen und Schüler

Hast du schon einmal mit einer Luftpumpe einen Fußball oder einen Fahrradschlauch aufgepumpt? Ist dir dabei etwas aufgefallen? Was spürst du beim Hineindrücken des Kolbens?

Was die Physik dazu sagt

Wenn ein Gas in einem Zylinder mit Hilfe eines Kolbens¹⁾ zusammengedrückt wird, so ändern sich Druck, Temperatur und Volumen; Druck und Temperatur steigen, während das Volumen abnimmt.

Mögliche Fragestellungen können sein:

Kann das Volumen jemals den Wert 0 cm^3 annehmen? Wieso bzw. wieso nicht?

Was wäre der Wert für den korrespondierenden Druck?

Dr. Hildegard Urban-Woldron, Pädagogische Akademie, Wien, Strebersdorf
eMail: hildegard.urban-woldron@phedw.at



Unterrichtsziele

Die Schülerinnen und Schüler sollen mit Hilfe der Erfassung einiger Messwertepaare (Volumen und Druck) herausfinden, dass Druck und Volumen zueinander indirekt proportional sind und die entsprechende Funktionsgleichung angeben können. Dabei sollen sie ihr Wissen über mathematische Funktionen mit physikalischen Fragestellungen verknüpfen und so Modelle entwickeln.

Die Bearbeitung der Aufgabe kann mit einem grafikfähigen Taschenrechner oder mit dem Computer erfolgen. Dabei geht es weniger um die Erfassung der Daten, sondern wesentlich um die Visualisierung der Datenpunkte und die Bildung eines passenden mathematischen Modells.

Weiterführend kann im Physikunterricht die Größe der für die betrachtete Gasmenge experimentell ermittelten Konstante ($const$) in $p \cdot V = const$ aus der allgemeinen Gasgleichung $p \cdot V = N \cdot k \cdot T$ abgeleitet und diskutiert werden. Wie hängt diese Größe z.B. von der Gasmenge ab? (Die Anzahl der Teilchen wird durch N beschrieben.) Wie hängt diese Größe $const$ von der Temperatur ab?

Nach dem Satz von Avogadro hat jedes Gas bei gleichen Bedingungen von Druck und Temperatur dasselbe Molvolumen. Bei Normalbedingungen sind das 22,4 Liter. So bietet dieses Experiment auch für den Physikunterricht eine Gelegenheit das Vorwissen der Schüler/innen in die Unterrichtsarbeit einzubeziehen, das Experiment als einen möglichen Weg zum Abrufen des Vorverständnisses zu nutzen und die Vernetzung und Konstruktion neuen Wissens durch eine vertiefte Auseinandersetzung mit der Theorie zu ermöglichen.

Durchführung und Analyse des Experiments

Mit dem Adapter EASYLINK lassen sich eine Reihe von Sensoren (so auch der Drucksensor) sehr einfach mit dem Rechner verbinden. Schüler/innen können sehr schnell und ohne großen Aufwand Experimente durchführen und Daten sammeln.



Mit dem Drucksensor kann die Abhängigkeit des Drucks vom Volumen für eine bestimmte Gasmenge untersucht werden. Der Messbereich des Vernier Drucksensors beträgt 0 bis 210 kPa.

Eine Gasmenge (Luft) mit einem Volumen von 20 ml wird mit dem Sensor verbunden. Auf die eingeschlossene Luftmenge wirkt nur der Luftdruck. Die Werte in Liste L1 stellen die Volumina der eingeschlossenen Luftmenge, jene in L2 die zugehörigen Werte für den Druck dar. Das in Liste L3 berechnete Produkt aus L1 und L2 kann zur Überprüfung der Hypothese mit Hilfe der Tabelle verwendet werden.

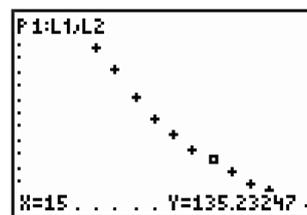
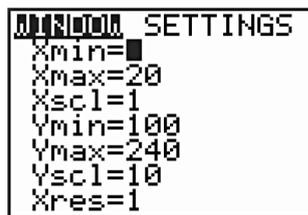
Nun wird der Zusammenhang Druck und Volumen der betrachteten Gasmenge untersucht.

L1	L2	L3	3
20.000	101.85	2037.0	
18.000	113.25	2038.5	
17.000	118.77	2019.1	
16.000	127.01	2032.2	
15.000	135.23	2028.5	
14.000	143.28	2005.9	
13.000	154.98	2014.7	

L3 = (2037.000, 20...

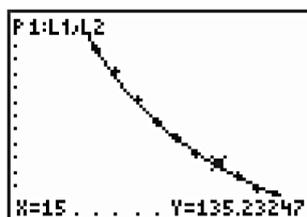
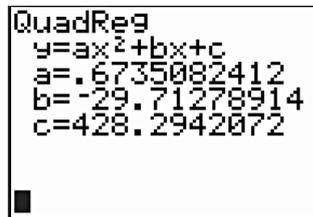
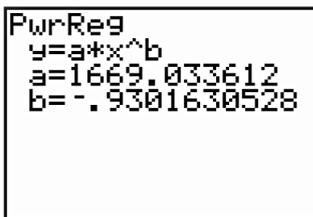
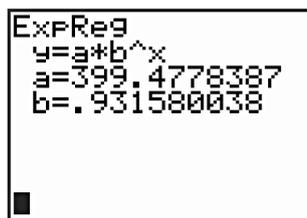
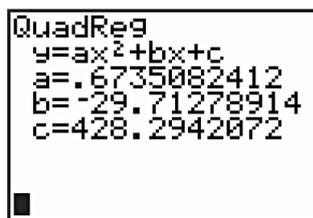
L1	L2	L3	1
13.000	154.98	2014.7	
12.000	166.27	1995.2	
11.000	181.19	1993.1	
10.000	200.71	2007.1	
9.000	218.40	1965.6	
8.000	231.95	1855.6	

L1(13) =



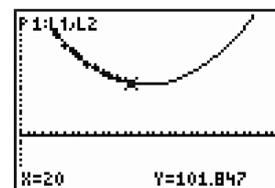
Welche Vermutungen könnte der Schüler/die Schülerin bei Betrachtung des Graphen aufstellen? Könnte es eine quadratische Funktion sein? Oder eine Exponentialfunktion? Könnte es auch eine Potenzfunktion sein oder handelt es sich um eine gebrochen rationale Funktion?

Durch Ermitteln der entsprechenden Regressionsfunktion, die der GTR zur Verfügung stellt, kann die am besten passende Funktion gefunden werden. In den Abbildungen unten sind die Ergebnisse mit den Funktionstermen und den korrespondierenden Graphen dargestellt.

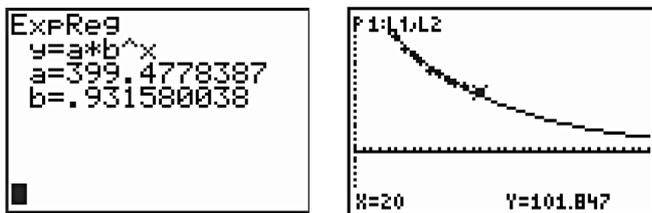


Die quadratische Funktion passt sich sehr gut an die Datenmenge an. Aber was passiert, wenn das Volumen anschließend wieder vergrößert wird? An dieser Stelle ergibt sich eine gute Möglichkeit Lernende verschiedene „Was-wäre-wenn-Szenarios“ explorieren und dann entscheiden zu lassen, welches Modell das richtige ist.

Weiterführende Überlegungen auf der Basis über Kenntnisse der Eigenschaften einer quadratischen Funktion lassen die Frage aufkommen, wo der Scheitel dieser Funktion liegt. Schülerinnen und Schüler erkennen an dieser Stelle, dass sie nur einen Ausschnitt des Grafen der quadratischen Funktion sehen.



Durch Änderung der Achseneinstellungen für die x-Achse können weitere Teile des Grafen „sichtbar“ gemacht werden. Nun ist zu erkennen, dass die quadratische Funktion kein passendes Modell zur Beschreibung des funktionalen Zusammenhangs der beiden Größen V und p liefert.



Die Suche nach der passenden Funktion geht weiter: Die Schülerinnen und Schüler untersuchen weitere Funktionstypen.

Auch die Exponentialfunktion passt sich sehr gut an die vorhandene Datenmenge an. Haben die Schüler/innen damit aber schon die richtige Funktion gefunden?

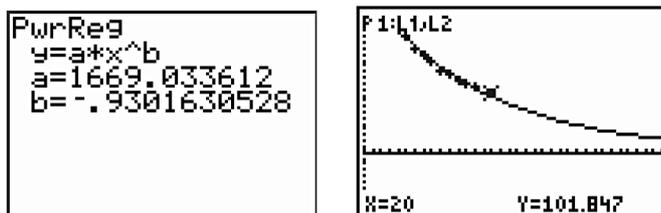
Wieder stellt sich die Frage, wie der Verlauf dieser Regressionsfunktion außerhalb des Bereiches der Messdaten aussieht und ob diese Datenpaare physikalisch sinnvoll erklärt werden können. Wo liegt der Unterschied zwischen der Potenzfunktion und der Exponentialfunktion? Warum ist die Exponentialfunktion nicht geeignet?

Was ergibt sich für $V=0$ cm³? Ist diese Situation physikalisch möglich?

Was erhalten wir, wenn wir für V noch größere Werte einsetzen? Beschreibt die exponentielle Modellfunktion den physikalischen Sachverhalt für diesen Datenbereich besser als die quadratische Funktion?

Haben die Schülerinnen und Schüler jetzt schon die richtige Funktion gefunden?

Bei Fokussierung auf den endlichen Wert für den Druck bei $V=0$ wird erkannt, dass noch nicht das passende Modell gefunden ist.



Die Potenzfunktion liefert für die vorgegebene Datenmenge wieder eine gute Übereinstimmung. Das Bild gleicht den Trendlinien, die durch quadratische beziehungsweise exponentielle Anpassung gewonnen wurden.

Es bleibt nun zu überprüfen, wie sich diese potenzielle Regressionsfunktion „außerhalb“ der Messdaten verhält und ob die dadurch gewonnene Beschreibung des funktionalen Zusammenhangs der beiden Messgrößen der physikalischen Realität entspricht.

Was bedeuten die beiden in der Formel $y = 1669 \cdot x^{-0,93}$ auftretenden Zahlen (Koeffizient und Exponent von x) mathematisch? Was drücken sie physikalisch aus? Was ergibt sich für $x=0$? Was bedeutet das in der physikalischen Betrachtungsweise?

Für V gegen Null steigt der Druck gegen Unendlich (für $V=0$ müsste man ja die Luftmoleküle auf Volumen 0 bringen), die Exponentialfunktion bleibt da aber endlich.

Das Gesetz von Boyle-Mariotte lautet: $p \cdot V = const$

Ein Vergleich der eigenen Erkenntnisse mit der Theorie macht auf eine kleine Diskrepanz, die sich durch Messfehler erklären lässt, aufmerksam.

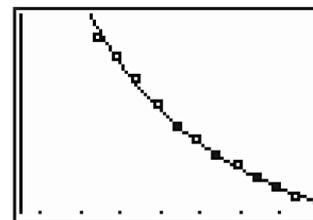
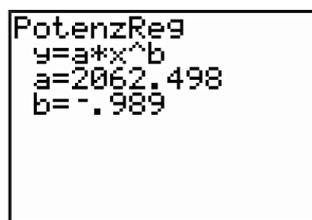
Das mathematische Modell lässt sich bei Berücksichtigung des Volumens im Verbindungsstück zwischen Zylinder und Drucksensor verbessern, so dass der Exponent nahe an (-1) herankommt. Dazu müssen die gemessenen Volumina jeweils um etwa 0,8 ml vergrößert werden. Das heißt, durch Korrektur der gemessenen Volumendaten, wodurch die Luft im Verbindungsstück mitberücksichtigt wird, erhalten die Schülerinnen und Schüler eine Modellfunktion, die in Übereinstimmung mit der Theorie den indirekt proportionalen Zusammenhang zwischen Volumen und Druck einer Gasmenge beschreibt.

L1	L2	L3	1
20.000	101.85	20.800	
18.000	113.25	18.800	
17.000	118.77	17.800	
16.000	127.01	16.800	
15.000	135.23	15.800	
14.000	143.28	14.800	
13.000	154.98	13.800	

L1(1)=20

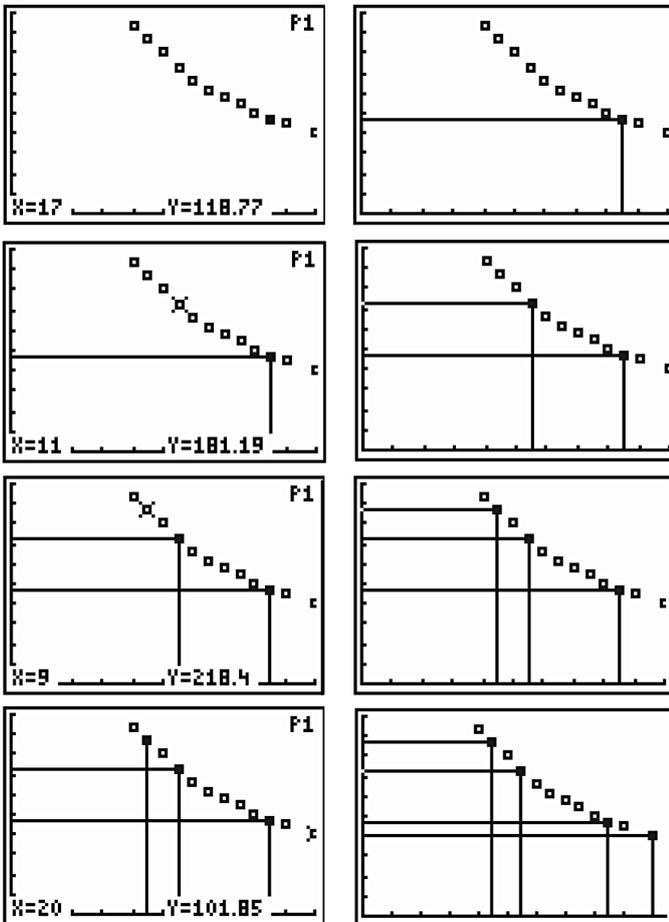
L1	L2	L3	1
13.000	154.98	13.800	
12.000	166.27	12.800	
11.000	181.19	11.800	
10.000	200.71	10.800	
9.000	218.40	9.800	
8.000	231.95	8.800	

L1(13) =

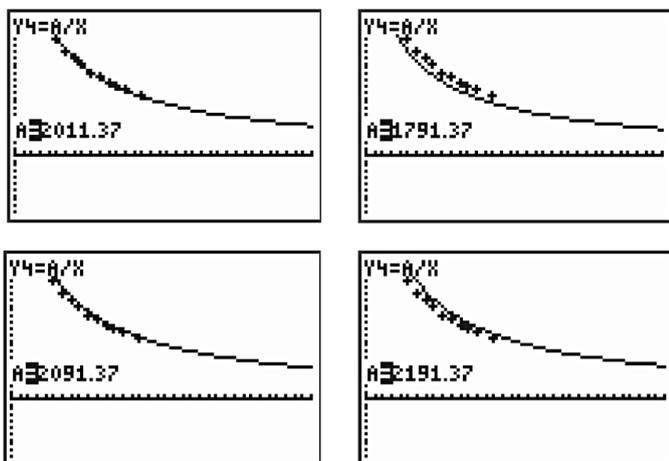


Was bedeuten die beiden in der Formel $y = 2062,498 \cdot x^{-0,99}$ auftretenden Zahlen (Koeffizient und Exponent von x) mathematisch? Was drücken sie physikalisch aus? Was ergibt sich für $x=0$? Was bedeutet das in der physikalischen Betrachtungsweise?

Geometrisch stellt der Ausdruck $p \cdot V$ den Flächeninhalt eines Rechtecks dar. Dieser Zusammenhang kann mit Hilfe des GTR auch graphisch veranschaulicht werden. Mit Hilfe der Option TRACE können noch einmal bewusst die einzelnen Datenpunkte angesteuert werden. Durch Multiplizieren der beiden Koordinatenwerte erhält man die Konstante *const*.



Als Ergebnis des Experiments erhalten die Schüler/innen für die Konstante *const* etwa den Wert 2000 (für 20 ml war der Druck 102 kPa), was weitgehend in Übereinstimmung mit der Theorie steht. Die Konstante hängt von der eingeschlossenen Gasmenge ab, denn wenn bei sonst gleichen Bedingungen mehr Gas eingeschlossen wird, ist der Raumbedarf, also das Volumen größer. Ebenso ist sie temperaturabhängig.



Wie lässt sich der Zahlenwert für *const* erklären? Wie steht er in Übereinstimmung mit der Theorie? Dürfen wir bei unserem Experiment von der Annahme ausgehen, dass es sich um ein ideales Gas handelt? In der Literatur finden wir, dass Luft bis zu einem Druck von etwa 200 bar nur wenig vom Verhalten eines idealen Gases abweicht (vgl. Schreiner

(1971). Physik 1. Lehrbuch der Physik für die Oberstufe allgemein bildender höherer Schulen. Verlag HPT; S. 146). Das übersteigt bei weitem den Messbereich des Drucksensors; wir können daher von der Annahme eines idealen Gases ausgehen.

Nach dem Gesetz von Avogadro enthält im Normalzustand 1 m^3 jedes Gases dieselbe Anzahl von Molekülen. Bei einem Druck von 1013,25 mbar und einer Temperatur von 273,15 K sind das $2,687 \cdot 10^{25}$ Moleküle pro m^3 .

Damit erhalten wir für unsere Gasmenge (bei Normalbedingungen) folgenden Wert für die Konstante

$$\text{const} = N \cdot k \cdot T = 2,107 \text{ kPa} \cdot \text{ml},$$

was 2107 J entspricht.

Ausgehend von dem vorgestellten Experiment können und sollen nun Überlegungen angestellt werden, wovon diese Konstante abhängt. Was wäre, wenn wir anstelle von Luft z.B. Kohlendioxid verwenden? Oder, hat die Temperatur des Gases einen Einfluss auf die Konstante?

Das Potenzial dieser Aufgabenstellung, vielfältige Handlungen der Schüler/innen auszulösen, ist vielleicht nicht auf den ersten Blick erkennbar. Für den Mathematikunterricht bietet sich die Möglichkeit, die Diskussion von Kurven durch reale Messdaten auszulösen und lebensweltliche Bezüge in den Unterricht hereinzuholen. Für den Physikunterricht eignet sich dieses sehr einfach durchzuführende Experiment, nicht nur das Interesse der Schüler/Schülerinnen zu wecken, sondern auch wesentliche Aspekte der Bildungs- und Lehraufgaben des Physikunterrichts umzusetzen und die Handlungsorientierung der Schüler/innen zu steigern.

Für Ihre geschätzten Rückmeldungen, Hinweise, Anregungen oder Erfahrungen bedanke ich mich.

Bildungsstandards für Naturwissenschaften an BHS

Erste Modellvorstellungen

Christian Dorninger

Im Bericht der OECD „First results from PISA 2003“ ist ein Ergebnis besonders augenfällig: Die Differenzen der Schülerleistungen aus Mathematik unter den Schulen sind in Österreich mit bis zu 56 PISA-Punkten (von 700 über die gesamte Skala) sehr hoch und liegen mit Ländern wie Ungarn, Japan, Belgien, Italien oder Deutschland im absoluten Spitzenfeld. Der OECD-Schnitt beträgt 34 PISA-Punkte, das viel gelobte Finnland hat eine Differenz unter den Schulstandorten von durchschnittlich 6 (!) PISA-Punkten. Ähnlich hoch sind die Unterschiede innerhalb der Schulen (in Österreich ca. 50 PISA-Punkte), wobei hier Österreich nicht im Spitzenfeld liegt und der OECD-Schnitt bei immerhin 63 Punkten liegt.

Man kann daraus schließen, dass österreichische Schulen bei den 15-Jährigen in Mathematik deutliche Leistungsunterschiede produzieren und dies ein Grund ist, mit Bildungsstandards den durch öffentliche Zeugnisse attestierten Leistungsnachweis wieder ins Lot zu bringen (in den Naturwissenschaften werden die Untersuchungsergebnisse erst Ende 2007 vorliegen). Übrigens betreffen diese Standortunterschiede alle untersuchten Schultypen gleichermaßen!

I. Was sind also Bildungsstandards?

Die PISA-Ergebnisse waren ein Auslöser, sich in allen Schulformen des allgemein- und berufsbildenden Schulwesens in Österreich mit Bildungsstandards zu beschäftigen: Bildungsstandards legen fest, welche Kompetenzen unsere Schülerinnen und Schüler bis zu einer bestimmten Jahrgangsstufe an **wesentlichen** Inhalten **nachhaltig** erworben haben sollen. Sie konzentrieren sich dabei auf die **Kernbereiche** eines Unterrichtsgegenstandes und beschreiben erwartete **Lernergebnisse**, wobei **fachliche** und **fachübergreifende** Basisqualifikationen definiert werden, die für die weitere schulische Bildung bzw. berufliche Ausbildung von Bedeutung sind. Dabei wird ein mittleres Anforderungsniveau definiert („Regelstandards“). Sie definieren die normative Erwartung, auf die Schule hin ausbilden soll.

Bildungsstandards beziehen sich auf einen **Kernstoff** (Basisqualifikationen). Die autonomen Entwicklungsmöglichkeiten der einzelnen Schule bleiben vollständig erhalten. Bildungsstandards stehen in direktem Zusammenhang mit Schulentwicklung und sind ein nützliches Instrument zur **Qualitätssicherung**. Bildungsstandards liefern keine erschöpfende Beschreibung von Bildungszielen, sondern definieren **Grundkompetenzen**. Die **Erweiterungslehrstoffbereiche** bleiben von den Bildungsstandards ausgenommen.

Österreich lehnt sich bei der Modellentwicklung der Bildungsstandards stark an das bundesdeutsche Modell an; maßgebend ist das so genannte „Klieme-Gutachten“ (nach Eckart Klieme et al., Zur Entwicklung von Bildungsstandards – Expertengutachten für die Kultusministerkonferenz, Bonn 2003).

Im Gutachten werden folgende Kriterien für Bildungsstandards angeführt:

- **Fachlichkeit:** Bildungsstandards sind jeweils auf einen bestimmten Lernbereich bezogen und arbeiten die Grundprinzipien der Disziplin bzw. des Unterrichtsgegenstandes klar heraus.
- **Fokussierung:** Die Standards decken nicht die gesamte Breite des Lernbereiches bzw. Faches in allen Verästelungen ab, sondern konzentrieren sich auf den Kernbereich.
- **Kumulativität:** Bildungsstandards beziehen sich auf die Kompetenzen, die bis zu einem bestimmten Zeitpunkt im Verlauf der Lerngeschichte aufgebaut worden sind. Damit zielen sie auf kumulatives, systematisch vernetztes Lernen.
- **Verbindlichkeit für alle:** Sie drücken die Voraussetzungen aus, die von allen Lernern erwartet werden. Die Regelstandards müssen schulformübergreifend für alle Schüler/innen gelten.
- **Differenzierung:** Die Standards legen aber nicht nur einen Messlatte an, sondern sie differenzieren zwischen Kompetenzstufen, die über und unter bzw. vor und nach dem Erreichen des Mindestniveaus liegen. Sie machen so Lernentwicklung verstehbar und ermöglichen weitere Abstufungen und Profilbildungen.
- **Verständlichkeit:** Die Bildungsstandards sind klar, knapp und nachvollziehbar formuliert.

MR Dr. Christian Dorninger, Bundesministerium für Unterricht Kunst und Kultur, eMail: christian.dorninger@bmbwk.gv.at

- **Realisierbarkeit:** Die Anforderungen stellen eine Herausforderung für die Lernenden und die Lehrenden dar, sind aber mit realistischem Aufwand erreichbar.

Manche dieser Kriterien haben es durchaus in sich und werden das Herangehen an Unterrichtstätigkeiten nachhaltig ändern (müssen).

II. Voraussetzungen für ein Kompetenzmodell „Naturwissenschaften“

Eine Gefahr bei der Definition der Bildungsstandards ist die Zentrierung auf wenige Gegenstände, die dann völlig verabsolutiert werden. Daher hat man sich im berufsbildenden Bereich entschlossen, sechs allgemein bildende Fächer und immerhin 14 berufsorientierte Fachbereiche zu definieren. Dies trotz des zu erwartenden hohen Aufwandes mit immerhin 20 Fachbereichen.

Aus der Sicht der Standorte wurden die Fächer folgendermaßen klassifiziert: Deutsch, Fremdsprache, Mathematik für alle Standorte und berufsbildenden Schultypen verpflichtend, Wirtschaft, Naturwissenschaften und Informatik zur Wahl. Dazu kommen dann die typenbildenden Fachbereiche der vielfältigen technischen, kaufmännischen und humanberuflichen BHS-Ausbildungsstränge.

Die eingesetzte Arbeitsgruppe aus allen berufsbildenden Schulformen (Erich Faissner, Peter Flöry, Johannes Jaklin, Andrea Kiss, Norbert Kraker, Otto Lang, Hubert Weiglhofer, Johann Wiesinger, Rudolf Ziegelbecker; Christian Dorninger) hat sich nach längerer Diskussion entschlossen, die Naturwissenschaften Physik, Chemie und Biologie (ev. mit Ergänzungen zu Geowissenschaften bzw. Gesundheitslehre) fächerübergreifend zu betrachten, d.h. Gemeinsamkeiten in der Struktur zu betonen und interdisziplinäre Bezüge mitzudenken.

Dies entspricht dem Trend der internationalen Sichtweise (OECD- Math, Science and Technology-Education; PISA-Science-Domäne; Lehrerfestivals „Science on Stage“ der europäischen Großforschungseinrichtungen; europäische Forschungsfinanzierung für interdisziplinäre Projekte u.a.). Viele wichtige Forschungsgebiete sind heute prinzipiell disziplinübergreifend angelegt – von der europäischen Raumfahrt bis zu Arbeiten mit nanotechnischen Entwicklungen.

Dabei wurden zwei Schwierigkeiten bewusst in Kauf genommen: Die recht unterschiedlichen Lehrplanstrukturen der naturwissenschaftlichen Fächer im berufsbildenden höheren Schulwesen führen dazu, dass alle Lehrpläne überdeckende naturwissenschaftliche Inhalte nicht gefunden werden könnten; außerdem begünstigt die disziplinorientierte Lehrer/innen-Ausbildung die gewünschte Integration der Fächer derzeit nicht.

Die Projektgruppe ist aber mittlerweile von der Vorgangsweise überzeugt und wird versuchen, fächerübergreifende Modelle für eine konsequente Berücksichtigung in allen

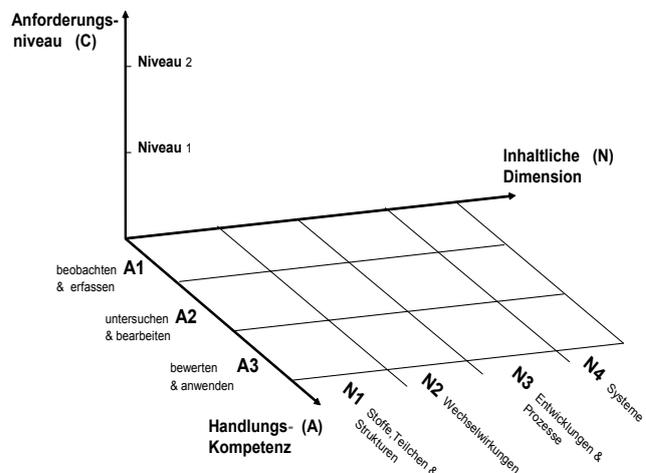
BHS-Lehrplänen zu propagieren. Da die Testung der Kenntnisse und Fertigkeiten in den naturwissenschaftlichen Fächern oft lange nach dem Abschluss dieser Fächer im Curriculum erfolgt, ist ein möglicher Testungszeitpunkt mit äußerster Vorsicht zu wählen. Die Gruppe neigt zu einer Testung im IV. Jahrgang der BHS-Ausbildung.

Dem Trend der Verwendung neuen Medien in den Haushalten der Industrieländer entsprechend, wird vorgeschlagen, exemplarische Beispielaufgaben zu naturwissenschaftlichen Fragestellungen, die lebensnah sein sollen und wenn möglich, auch experimentell verifiziert werden sollen, auch als elektronische Lernobjekte auszuführen. Dies umso mehr, als sich eine Österreich weite Testung von geeichten Aufgabenstellungen effizient nur elektronisch über ein Internetportal wird abwickeln lassen.

III. Kompetenzmodell und Bildungsstandards

In einem Zwischenstand wird hier zum ersten Mal das bisher entwickelte disziplinübergreifende Kompetenzmodell präsentiert. Das Modell ist noch in Entwicklung, da die nun laufend erstellten Beispielaufgaben Rückwirkungen auf das gesamte Modell haben werden. Es wird also Wert darauf gelegt, ein Zwischenergebnis zur Diskussion zu stellen, die in Bezug auf das Verständnis von naturwissenschaftlichen Arbeitsbereichen (und deren Abgrenzung) einen gewissen Paradigmenwechsel enthält und daher unter Fachdidaktikern noch heftig geführt werden wird.

Das dreidimensionale Kompetenzmodell hat folgende Struktur:



Die Handlungskompetenzen wurden aus den Arbeitsmethoden der naturwissenschaftlichen Fächer kompiliert und stellen sich folgendermaßen dar:

A1 Beobachten & erfassen:

Umfasst die Kompetenz, Vorgänge und Erscheinungsformen der Natur zu beobachten, gegebenenfalls durch Formeln und Symbole zu beschreiben und sich in der

entsprechenden Fachsprache auszudrücken. Dazu gehören das Einordnen, Darstellen und Erläutern dieser Phänomene mit Hilfe von Basiskonzepten, Fakten und Prinzipien.

A2 *Untersuchen & bearbeiten:*

Umfasst die Kompetenz, Vorgänge und Erscheinungsformen in Natur und Umwelt mit fachspezifischen Methoden zu analysieren. Dazu gehören das Stellen geeigneter Untersuchungsfragen, die Informationsbeschaffung und die Modell- und Hypothesenbildung. Daraus ergibt sich die begründete Auswahl von Bearbeitungsmethoden (z. B. Fallstudien, Experimente, Messungen und Berechnungen).

A3 *Bewerten & anwenden:*

Umfasst die Kompetenz Daten, Fakten und Ergebnisse bezüglich ihrer Aussage und Konsequenzen zu bewerten, zu dokumentieren, zu präsentieren und anzuwenden. Dazu gehören die begründete Auswahl von Bewertungskriterien und das Erkennen der Gültigkeitsgrenzen und Anwendungsbereiche naturwissenschaftlicher Aussagen und Prognosen. Daraus soll sich auch eine (nutzbringende, förderliche ...) Anwendbarkeit im persönlichen und gesellschaftlichen Handlungsbereich ergeben.

Auch bei der Beschreibung einer Dimension der Zusammenarbeit zwischen den Fächern (Strukturkompetenz) konnte rasch Einigung über die Fächergrenzen hinweg erzielt werden. Es ist aber darauf hinzuweisen, dass durch die Nachhaltigkeit der Kenntnisse, die oft lange nach Abschluss des Fachgegenstandes überprüft werden, mit dieser Dimension sehr vorsichtig umgegangen werden sollte.

Anforderungsniveau 1:

Naturwissenschaftliche Sachverhalte, Methoden und Anwendungen reproduzieren:

Die Stufe 1 umfasst die Fähigkeiten und Methoden,

- einfache naturwissenschaftliche Sachverhalte zu reproduzieren,
- einfache Experimente und Arbeitsweisen nachzuvollziehen bzw. zu beschreiben,
- Auswirkungen von naturwissenschaftlichen Erkenntnissen zu benennen;
- einfache Kontexte aus naturwissenschaftlicher Sicht zu erläutern.
- Informationsbeschaffung zu naturwissenschaftlichen Sachverhalten

Anforderungsniveau 2:

Naturwissenschaftliche Sachverhalte und Methoden – auch interdisziplinär – zu transferieren und auf neue Sachverhalte anwenden:

Die Stufe 2 umfasst die Fähigkeiten und Methoden:

- umfangreiche und über die Fächergrenzen zusammenhängende naturwissenschaftliche Sachverhalte zu analysieren,
- naturwissenschaftliche Sachverhalte zu kombinieren und Analogieschlüsse zu ziehen,
- naturwissenschaftliche Sachverhalte zu reflektieren und zu bewerten,
- Phänomene in einen naturwissenschaftlichen Kontext einzuordnen,
- auf Basiskonzepte zurückzugreifen. Wissen selbstständig zu erwerben und auf naturwissenschaftliche Sachverhalte im Kontext anzuwenden,
- interdisziplinäre Experimente zu planen und durchzuführen, sowie gewonnene Beobachtungen und Daten auszuwerten.

Vor allem die vier Bereiche der „Inhaltsachse“ hatten langwierige Vergleiche von fachdisziplinären Lehrstoffbereichen und Charakteristiken zur Voraussetzung. Diese Inhaltebene soll nun genauer erklärt werden, wobei eine Aufgliederung nach den Hauptdisziplinen „Biologie“, „Chemie“ und „Physik“ hier unumgänglich erscheint. Trotzdem hat die Zusammenfassung in den Hauptklassen B1 bis B4 einen hohen Wert!

Inhaltsbezogene Kompetenzen Biologie:

N1 Stoffe, Teilchen und Strukturen

NB1.1 Vom Molekül zur Zelle

Biomoleküle, RNA, DNA; Viren, Zelle (Prokaryonten, Eukaryonten), Organellen, Gewebe und Organe

NB1.2 Von der Zelle zum Organismus

Bau und Funktion von Organsystemen; Pilze, Algen

NB1.3 Arbeitsweisen der Biologie

Bildgebende Verfahren, Zellkulturen, systematische Einteilung.

N2 Wechselwirkungen

NB2.1 Stoffwechsel

Baustoffwechsel, Nährstoffe; Energiestoffwechsel, Fotosynthese, Zellatmung, Gärung

NB2.2 Steuer- und Regelmechanismen

Hormonsystem, Nerven- und Sinnessystem, Muskulatur, Immunsystem, Proteinsynthese

NB2.3 Humanökologie

Lernbiologie, Sexualhygiene, Psychohygiene, Ergonomie, Ernährung, Drogen.

N3 Entwicklungen und Prozesse

NB3.1 Vererbung und Evolution

Klassische Genetik, Tier- und Pflanzenzucht; Molekulargenetik, Mutation, Meiose, Befruchtung, Erbkrankheiten; Evolutionstheorie

NB3.2 Bio- und Lebensmitteltechnologie

Gentechnik, Stammzellen, Klonen, Lebens- und Genussmittel.

N4 Systeme

NB4.1 Zelle als System

Diffusion, Osmose, Organellen; Mitose

NB4.2 Ökologie

Abiotische und biotische Faktoren, Ökosysteme, Stoffkreisläufe, Ökobilanzen, ökologisches Wirtschaften, Nachhaltigkeit, Umweltschutz, Bevölkerungsentwicklung.

Inhaltsbezogene Kompetenzen Chemie:

N1 Stoffe, Teilchen und Strukturen

NC1.1 Aufbau der Materie

Atome, Atommodelle; Moleküle, Organische Moleküle, Makromoleküle;

Reinstoff/Gemenge, Elemente/Verbindung, Aggregatzustände, Kristalle

NC1.2 Arbeitsweisen der Chemie

Chemisch-physikalische Größen, Formelschreibweise und Nomenklatur, physikalische Trennverfahren, Analyse – Synthese; Sicherheit im Umgang mit gefährlichen Stoffen.

N2 Wechselwirkungen

NC2.1 Chemische Bindungen

Atombindung, Ionenbindung, Metallbindungen, Wasserstoffbrückenbindungen, Van der Waals Kräfte

NC2.2 Chemische Reaktionen

Reaktionsgleichungen und Stöchiometrie, Chemisches Gleichgewicht, Endotherme/exotherme Reaktionen, Katalyse;

Protolysereaktionen, Redoxreaktionen, Spannungsreihe, galvanische Elemente;

Fotosynthese, Atmung, Gärung.

N3 Entwicklungen und Prozesse

NC3.1 Chemische Technologie

Anorganische und organische Grund- und Alltagsstoffe: Düngemittel, Erzeugnisse der Petrochemie, Kunststoffe, Farbstoffe, Metallgewinnung, Katalysatoren, Waschmittel; Nahrungsmitteltechnologie, Biotechnologie

NC3.2 Chemie und Gesellschaft

Geschichte der Chemie, Entwicklung der Atommodelle, vom Phänomen zum Modell;

Aktuelle Forschungsbereiche: Brennstoffzelle, erneuerbare Energieträger, Nanotechnologie.

N4 Systeme

NC4.1 Periodensystem der Elemente

Ordnungszahl, Massenzahl, Nuklide, Isotope

NC4.2 Chemische Grundlagen der Ökologie

Luft, Wasser, Boden, Stoffkreisläufe; Umweltprobleme: Ozonproblematik, Treibhauseffekt.

Inhaltsbezogene Kompetenzen Physik

N1 Stoffe, Teilchen und Strukturen

NP1.1 Eigenschaften der Materie

Aggregatzustände

Temperatur, Wärme

Elektrische Leitfähigkeit, Stromkreise

NP1.2 Arbeitsweise der Physik

Internationales Einheitensystem: Grundgrößen, abgeleitete Größen, Vorsilben; Größenordnungen; vom Experiment zur Theorie.

N2 Wechselwirkungen

NP2.1 Wechselwirkungsarten

Kräfte und ihre Wirkungen: Newton'sche Axiome, Reibung, Federkraft, statischer und dynamischer Auftrieb, elektrostatische Kraft, Magnetismus;

Vereinheitlichung der Kräfte, Standardmodell

NP2.2 Wellen und Materie

Ionisierende Strahlung (Radioaktive Strahlung)

Elektromagnetische Wellen (elektromagnetisches Spektrum)

Mechanische Wellen: Schall.

Interaktionen Materie und Wellen: Reflexion, Emission, Absorption, Beugung, Brechung

Interaktionen Wellen mit Wellen: Interferenz.

N3 Entwicklungen und Prozesse

NP3.1 Physikalische Weltbilder

Atommodelle; geozentrisches und heliozentrisches Weltbild, Urknalltheorie; Von der klassischen zur modernen Physik (einschließlich Quantenphänomenen)

NP3.2 Physik und Gesellschaft

Energieträger, Wirkungsgrade, Energiebilanzen

Verarbeitung, Übertragung und Speicherung von Informationen.

N4 Systeme

NP4.1 Erhaltungsgrößen in Systemen

Energieformen, Energieerhaltung, Energieumwandlung; weitere Erhaltungsgrößen

NP4.2 Raum und Zeit

Bezugssysteme: Translation, Rotation; Relativitätstheorie; Feldbegriff.

Ein wesentlicher Teil der zu leistenden Arbeit bei der Formulierung der Standards ist die Vernetzung der drei Kompetenzdimensionen, d.h. naturwissenschaftliche Grundbildung zeigt sich erst, wenn SchülerInnen in wechselnden Situationen allgemeine Handlungskompetenzen aktivieren und dabei auf inhaltliche Kompetenzen zurückgreifen können. Dabei sollte jeder (fiktive) Gitterpunkt im Modell (S 3) seine Entsprechung in einer Formulierung von Standards finden. Diese Aufgabe wurde im Entwurf des gesamten Kompetenzmodells für die Methodenachse geleistet, für die beiden anderen Achsen ergibt sich dies aus der Beschreibung.

Eine echte Konkretisierung des Standardmodells kann nur durch exemplarische Aufgaben erfolgen. An diesen wird derzeit gearbeitet. Eine erste Aufgabe (ohne Anspruch auf Vollständigkeit) sei hier im Anhang angeführt.

Die Projektgruppe „Bildungsstandards Naturwissenschaften“ ist an Rückmeldungen jeglicher Art interessiert. Eine vorurteilslose Diskussion und viel Engagement könnten den Naturwissenschaften in den Bildungs- und Ausbildungsgängen der Oberstufe des österreichischen Schulwesens wieder

den Stellenwert bringen, der ihnen zusteht. Auf europäischer Ebene wurde erkannt, dass die Naturwissenschaften in der Rekrutierung von jungen Wissenschaftler/innen und Fachleuten zurückhängen, ein Know-How in diesem Bereich aber für die Volkswirtschaften von Nationalstaaten und Staatenbünden eine Überlebensfrage ist. Es wird derzeit auf EU- und OECD-Ebene einiges unternommen, um hier wieder aktuelle Interessen zu festigen; machen wir einfach mit.



Die Autor/innen im Bild

Anhang:

Bildungsstandards Beispiel: COCA-COLA (auszugsweise)

Coca-Cola ist der als Warenzeichen eingetragene Name für ein koffein- und kohlenensäurehaltiges Erfrischungsgetränk. Es ist die weltweit erste und umsatzstärkste Cola-Marke. Inhaber ist The Coca-Cola Company aus Atlanta in den USA, der größte Softdrinkhersteller weltweit.

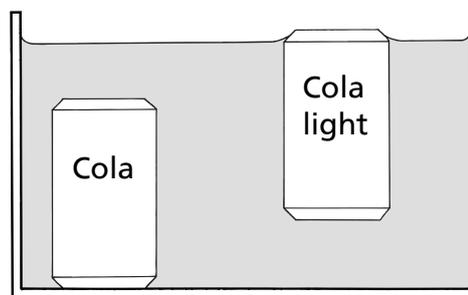
Offizielle Zutatenliste

Auf den Etiketten der Cola sind folgende Zutaten in absteigender Reihenfolge angegeben:

Coca-Cola	Coca-Cola Light
Wasser	Wasser
Zucker	Kohlensäure
Kohlensäure	Lebensmittelfarbstoff E 150d (Zuckerulör)
Lebensmittelfarbstoff E 150d (Zuckerulör)	Süßstoffe E 950, E 951, E 952 (Natriumcyclamat, Acesulfam-K, Aspartam (enthält Phenylalanin))
Säuerungsmittel: E 338 (Phosphorsäure)	Säuerungsmittel: E 338 (Phosphorsäure) und E 330 (Zitronensäure)
Aroma	Aroma
Koffein	Koffein
100 ml Coca Cola enthalten 10 g Zucker und 10 mg Koffein.	100 ml Coca Cola Light enthält 10 mg Koffein

Fragen:

1. In welchen Zutaten unterscheiden sich Coca-Cola und Coca-Cola Light?
 - Wasser
 - Zucker
 - Kohlensäure
 - Zuckerulör
 - Süßstoffe
 - Phosphorsäure
 - Zitronensäure
 - Aroma
 - Koffein
3. Der Hauptunterschied zwischen Coca Cola und Coca Cola Light besteht im Kaloriengehalt, deshalb die Bezeichnung Coca-Cola Light für die kalorienreduzierte Variante. Die folgende Abbildung eines Experimentes mit 2 Coladosen in Wasser zeigt, dass die Bezeichnung „Leicht“ auch wörtlich genommen werden kann.



Welche physikalisch-chemische Größe beschreibt das Ergebnis dieses Experimentes?

4. Folgende Messergebnisse wurden bei der Untersuchung zweier Cola-Proben gewonnen:

Probe	Coca-Cola	Coca-Cola Light
Volumen [l]	0,33	0,33
Masse [kg]	0,366	0,348
.....[.....][.....]

Ermitteln Sie aus den gegebenen Messergebnissen für beide Proben die physikalisch-chemische Größe aus Frage 3 und geben sie die Einheit an.

5. Erläutern Sie in eigenen Worten die Abbildung aus Frage 3 und die ermittelten physikalisch-chemischen Größen aus Frage 4.
6. Begründen Sie mithilfe einer Internetrecherche die Schädlichkeit von übermäßigem Colagenuss. Verwenden Sie eine Suchmaschine (z.B.: Google) und die Suchbegriffe Coca-Cola, light, Gesundheit, schädlich.

Quellen: <http://de.wikipedia.org/wiki/Coca-Cola>, Hilscher CD ROM

Renaturierung von Sodalacken im burgenländischen Seewinkel

Regina Krachler

Die Sodalacken des burgenländischen Seewinkels

Der Seewinkel ist eine Seenplatte kleiner flacher Sodagewässer, die in ihrer speziellen Eigenart weltweit einzigartig sind. Diese Exklusivität birgt naturgemäß viele biologische Raritäten des Pflanzen- und Tierreichs. Viele weltweit gefährdete Tier- und Pflanzenarten kommen in Österreich fast ausschließlich im Nationalpark Neusiedlersee-Seewinkel vor [1].

Bemühungen, diese faszinierende pannonische Wasser- und Steppenlandschaft zu schützen, reichen weit zurück. Der WWF Österreich wurde 1963 vor allem aus Sorge um die Lange Lacke gegründet. Das Gebiet ist nicht nur durch den Nationalpark, sondern auch durch eine Reihe internationaler Verträge geschützt:

- So finden sich die meisten Seewinkellacken auf der Ramsarliste der Feuchträume von internationaler Bedeutung (Konvention von Ramsar, Iran 1971. Die Unterzeichnerstaaten verpflichten sich, alle notwendigen Maßnahmen zu setzen, welche zum Erhalt des ökologischen Charakters der in die Liste aufgenommenen Feuchträume erforderlich sind).
- Sie sind Biosphärenreservate der UNESCO (UNESCO Generalversammlung, Sevilla 1995: Internationale Leitlinien für das Weltnetz der Biosphärenreservate im Rahmen des Programms Man and Biosphere MAB zum Schutz der vom Menschen geschaffenen Kulturlandschaften)
- sowie Natura2000 Gebiete der EU (Länder übergreifendes Schutzsystem innerhalb der Europäischen Union mit Flora-Fauna Habitat Richtlinie FFH-RL aus 1992 und Vogelschutzrichtlinie aus 1979). Für alle Natura2000 Gebiete müssen Maßnahmen festgelegt werden, die dazu geeignet sind, einen günstigen Erhaltungszustand der Schutzobjekte zu gewährleisten, wobei man unter einem günstigen Erhaltungszustand versteht, dass Struktur und Funktion dieser Gebiete bestehen bleiben.

Da bis vor kurzem die Entstehung der Salzböden und Sodalacken des Seewinkels nicht wirklich verstanden wurde, war es auch schwierig, geeignete Maßnahmen zu deren Erhaltung zu finden. Insbesondere auch deshalb, weil der Seewinkel keineswegs als aride Klimazone im herkömm-

ao. Univ.-Prof. Dr. Regina Krachler, Leiterin der Arbeitsgruppe Umweltchemie am Institut für Anorganische Chemie, Universität Wien.
eMail: regina.krachler@univie.ac.at

lichen Sinn eingestuft werden kann, wo Salzseen üblicherweise vorkommen [2]. Trotz aller Schutzbemühungen ist daher nirgendwo in Österreich eine Naturlandschaft derart von totaler Zerstörung bedroht. Die mehr als 10 000 Jahre alten Lacken ziehen sich Jahr für Jahr immer weiter zurück („Lackensterben“). Von ehemals 130 Lacken sind gerade noch 40 erhalten. Dieser Landschaftswandel, der vom Aussterben einer Vielzahl von Arten begleitet wird, könnte – oberflächlich betrachtet – als unabwendbare Folge des Klimawandels gedeutet werden. Der Schein trügt jedoch. In Wahrheit greift der Mensch direkt ein.

Die künstliche Entwässerung des Seewinkels

Durch ein zwischen 1900 und 1960 gebautes System aus Kanälen und Drainagerohren wird Grundwasser aus dem Gebiet abgezogen [3]. Die Wasserverluste durch die künstliche Entwässerung übertreffen im langjährigen Durchschnitt die Neubildungsrate. Daher ist ein stetiger Abwärtstrend des Grundwasserspiegels zu beobachten, an dem sich bis heute nichts geändert hat (Abb. 1).

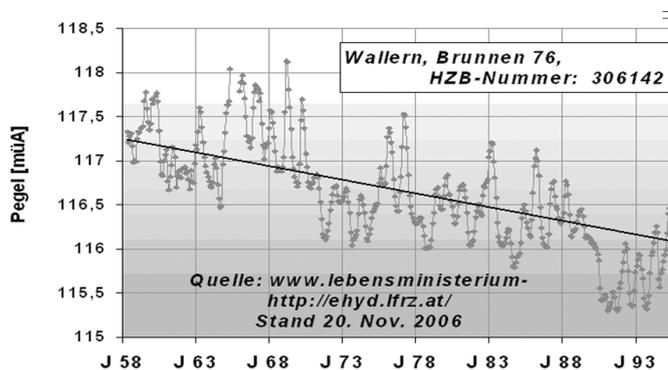


Abb. 1: Entwicklung des Grundwasserpegels im Zentralen Seewinkel (Jänner 1958 bis Jänner 2001)

Im Gegensatz zu anderen Beckenlandschaften Österreichs besitzt der Seewinkel einen nur geringmächtigen Grundwasserleiter (jungeszeitliche Schotterauflage) [4]. Der Gesamtvorrat an Grundwasser ist im Seewinkel im Vergleich zu anderen quartären Grundwasserkörpern wie etwa dem Marchfeld, dem Wiener Becken oder dem Tullner Feld wesentlich geringer. Jedoch befindet sich das Grundwasser nahe der Oberfläche.

Die typischen Puszta-Ziehbrunnen erinnern noch daran, dass die Flurabstände (Abstand Geländeoberkante – Grundwasserpegel) in früheren Jahrhunderten über weite Bereiche sehr gering waren. Damals trat in tiefer gelegenen Wiesen in der Umgebung der Lacken im Frühjahr Grundwasser aus und bedeckte diese mit einigen Zentimetern Wasser. Ab Mai steigen die Temperaturen im kontinental am stärksten beeinflussten Osten Österreichs bereits regelmäßig über 30°C, sodass die Verdunstung, unterstützt durch die ohne Barriere (Gebirge und Wald fehlen in dieser offenen Landschaft) überdurchschnittlich häufig wehenden Winde die überschwemmten Wiesen rasch trocknete. Für den Rest des Jahres, also etwa 10 Monate lang, bot der Seewinkel das Bild einer Steppenlandschaft.

Im ganzen Seewinkel gibt es keinen natürlichen Fluss- oder Bachlauf. Erst das vom Menschen geschaffene Kanalnetz bewirkte einen raschen Abfluss des Frühjahrswassers in den Einserkanal und in den Neusiedler See. Die systeminhärenten, im Frühjahr nassen Wiesen sind seit einem halben Jahrhundert Geschichte.

Überlebenskünstler Sodalacken

Es ist allgemein bekannt, dass die Lebensdauer von Binnengewässern durch Verlandungsprozesse begrenzt wird, wie Eintrag von allochthonem (eingeschwemmtem) Material (Ton und Schotter), Ablagerung von autochthonem (im See selbst entstandenem) Präzipitat (Seekreide) und die Akkumulation von organischem Schlamm und Torf. Viele der nach dem Abschmelzen des Eises zurückgebliebenen Seen sind längst nicht mehr vorhanden und nur mehr dem Paläolimnologen bekannt. Wir wissen, dass der Bodensee, der rund 250 m tief ist, in etwa 12 000 Jahren zur Gänze aufgefüllt und verlandet sein wird. Jeder Auentümpel verlandet innerhalb weniger Jahre, insbesondere durch die Auffüllung mit organischem Material. Eine Seewinkellacke als flacher, nährstoffreicher kleiner See sollte nicht länger als höchstens 50 Jahre überleben können. Demgegenüber erscheint das hohe Alter der Seewinkellacken paradox.

Die Grundlage der erstaunlichen Überlebensfähigkeit der Lacken ist ihr Sodavorrat, der sich – bevor der Mensch hier eingriff – aufgrund hochwirksamer Anreicherungsmechanismen laufend erneuerte und daher unerschöpflich war. Trotz einer enormen Primärproduktion wurden die Lacken im Laufe der Jahrtausende niemals Opfer der Verlandung. Es gelang ihnen regelmäßig, das im Wasser gebildete pflanzliche Material (in erster Linie Algen, aber auch Makrophyten, wie das Kammlaichkraut *potamogeton pectinatus*) quantitativ abzubauen sowie den vom Ufer her hereindrängenden Sumpfpflanzen Einhalt zu gebieten. Der Gehalt an Soda erhöht den pH auf Werte zwischen 9 und 10 und schafft gemeinsam mit der in der gesamten Wassersäule hervorragenden Sauerstoffversorgung (hohes Redoxpotential) besonders günstige Bedingungen für die Oxidation des abgestorbenen organischen Materials. Dies nicht zuletzt deshalb, weil der hohe pH die Partikel in der Wassersäule in Schwebe hält, sodass sie leicht durch speziell angepasste alkaliphile

Bakterien vollkommen veratmet, also zu CO₂ und H₂O abgebaut werden können.

Diese in aquatischen Systemen einzigartigen „Überlebensstrategien“ versagen angesichts der Eingriffe des Menschen in die hydrologischen Gleichgewichte. Durch das scheinbar moderate Entwässerungsprogramm kam es zu unerwarteten Verschiebungen im Chemismus von Gewässern, Sedimenten und Böden [1]. Dieser Zusammenhang blieb jedoch lange unentdeckt. Die Salzlacken sind komplexe Ökosysteme, in deren Sediment und Wasserkörper höchst dynamische chemische und mikrobiologische Vorgänge vielfach ineinander greifen. Wie wir erst vor kurzem anhand von Wasser- und Sedimentuntersuchungen zeigen konnten, stehen Wasserhaushalt und Salzhaushalt der Seewinkellacken in einem engen Zusammenhang, d.h. wer den Wasserhaushalt verändert, verändert dadurch automatisch auch den Salzvorrat und die chemischen und biologischen Eigenschaften des Wassers und Sediments.

Neue Forschungsergebnisse über Bau und Funktion der Seewinkellacken

Von größter Bedeutung für das Überleben der Sodalacken ist die ausgeprägte Grundwasserdynamik des Seewinkels. Betrachten wir zunächst den Zustand vor dem Eingreifen des Menschen in die Hydrologie [5]:

Die im Naturzustand extrem geringen Flurabstände des Grundwassers im Frühjahr lassen einige Wochen lang aus wasserdurchlässigen „Fenstern“ in den Randzonen Grundwasser in die Lacken einströmen. Es handelt sich dabei nicht um übliches, Ca²⁺-betontes Grundwasser, wie wir es aus Aquiferen der meisten Beckenlandschaften Österreichs kennen, sondern um das außergewöhnliche Grundwasser des Seewinkels, das vom – unter dem Neusiedler See und dem Seewinkel liegenden – größten Mineralwasservorkommen Europas beeinflusst wird und sich durch besonders hohe Natrium- und Magnesiumgehalte auszeichnet.

Der Grundwasserspiegel des Seewinkels blieb auch vor dem Bau der Entwässerungsgräben nur einige Tage oder Wochen auf seinem hohen Frühjahrs-Niveau und sank anschließend im Spätfrühling ab, sodass für den Rest des Jahres die oberirdische Grundwasserzufuhr unterbrochen war, während das Lackensediment von unten her den Kontakt mit dem Grundwasser nie verlor, sodass es bei oberflächlicher Austrocknung zum kapillaren Transport von Wasser und den darin gelösten Ionen nach oben kam, was die berühmten und heute so seltenen Salzausblühungen („Sodaschnee“) verursachte [Abb. 2].

Das Lackenwasser war (und ist natürlich auch heute) infolge des warmen und trockenen Klimas starker hochsommerlicher Verdunstung ausgesetzt. In niederschlagsarmen Perioden konzentrierten sich zeitweilig die Salze in der Lacke so stark auf, dass der Zustand einer Sole erreicht wurde. Diese periodisch auftretende sehr hohe Salzkonzentration hat pathogene Keime, so dass Erreger von



Abb. 2: Vom Wind hochgewirbelter Sodaschnee, östliche Wörthelacke

Wildtierkrankheiten wie *Clostridium botulinum* trotz der extrem hohen Vogelabundanz (z.B. ist die Wasserfläche der Langen Lacke im Oktober und November der Schlafplatz von 30 000 nordischen Wildgänsen) noch bis zum Jahr 1982 im Seewinkel keine Chance hatten. Seit den 1980er Jahren allerdings rafft der gefürchtete „Botulismus“ alljährlich tausende Wasservögel dahin [6]. Dies ist als direkte Folge der anthropogenen Salzverluste der Lacken zu werten. Botulismus stellt eine der weltweit bedeutendsten Vogelseuchen dar und wird durch Intoxikation mit Botulinus-Neurotoxin-C1 (BoNT-C1) ausgelöst, das von toxischen Clostridien unter bestimmten Bedingungen gebildet wird.

Die 40 heute noch vorhandenen Seewinkellacken sind zu meist nicht mehr „voll funktionsfähig“, da die Grundwasser Oberfläche ganzjährig zu tief liegt: Die Salzausblühungen zur Zeit der sommerlichen Austrocknung ziehen sich von den Randbereichen der Lacke zurück und treten nur mehr im Lackenzentrum auf, sodass sich vom Ufer ausgehend ein immer mächtiger werdender Vegetationsgürtel in die Lacke vorschieben kann und die freie Wasserfläche zunehmend einschnürt. Dieser Prozess des „Lackensterbens“ vollzieht sich schleichend und nahezu unbemerkt, bis die Vegetation die Lacke nach einigen Jahren vollständig in Besitz genommen hat. Nur wenige Lacken zeigen noch annähernd die ursprüngliche Dynamik und den ursprünglichen Reichtum an Salzen. Diese noch intakten Lacken wurden im Vergleich mit degradierten als Studienobjekte herangezogen, um die physikalisch-chemischen Grundlagen des Funktionierens einer Sodalacke verstehen zu lernen.

Heilwirkung der Seewinkellacken

Die gelösten Salze reagieren chemisch mit dem Detritus, also mit organischen Schwebstoffen, die aus abgestorbenen aquatischen Organismen stammen, und mit Pflanzenresten, die vom Ufer her in die Lacke gelangen. Aus den – im stark basischen Milieu gebildeten – primären Abbauprodukten zellulärer Bestandteile entstehen, sowohl durch biologische Kondensationsreaktionen als auch abiotisch, z.B. durch oberflächeninduzierte Reaktionen an suspendierten Tonmineral-Partikeln, kolloidal gelöste braune

Huminstoffe, die für die berühmte Heilwirkung der Seewinkellacken verantwortlich sind. Diese balneologisch-medizinische Wirkung wurde am St. Andräer Zicksee und bereits im 19. Jahrhundert am Neusiedler See genutzt.

Natürliche Nanopartikel

Die Salze, vor allem Soda, Kochsalz, Glaubersalz und Bittersalz, sind auch an chemischen Reaktionen im Sediment beteiligt, wobei sehr feinkörnige Präzipitate entstehen. Nach Verdünnen des Lackenwassers durch Regenwasser entwickelt sich die charakteristische Trübe der „Weißlacken“, die dadurch entsteht, dass in diesen seichten, windausgesetzten Gewässern das feinkörnige Sediment durch den Wind aufgewühlt wird, und die kolloidalen Schwebstoffe durch das basische Wasser (pH zwischen 9,5 und 10,0) stabilisiert werden, sodass sie sich auch bei Windstille nicht mehr absetzen. Es handelt sich dabei um Tonmineral-Partikel (u.a. Smektit), die an ihrer Grenzfläche zur wässrigen Lösung durch das Abdissoziieren von Protonen und Alkalimetall-Ionen in die Lösung eine negative elektrische Oberflächenladung besitzen und daher eine elektrolytische Doppelschicht ausbilden, welche das Koagulieren der Teilchen verhindert. Elektronenmikroskopische Aufnahmen zeigen sie als Konglomerate winziger Einkristalle [Abb. 3].

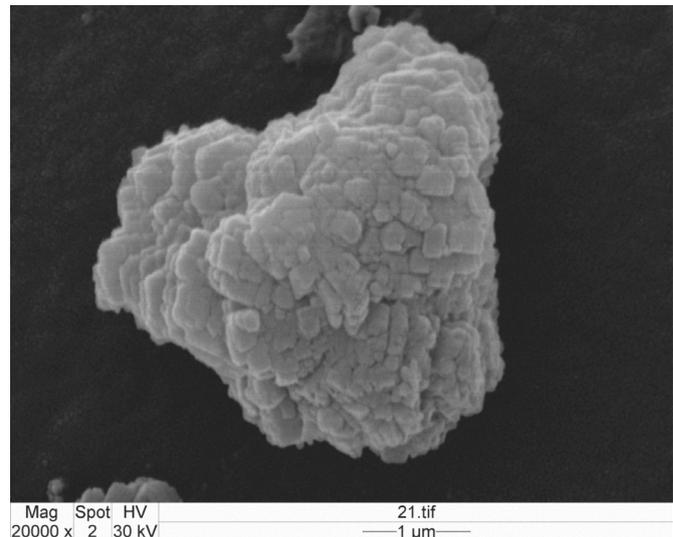


Abb. 3: Die rasterelektronenmikroskopische Aufnahme zeigt ein typisches Trübeartikel – ein Konglomerat aus verschiedenen Mineralen. Foto: Waltraud Klepal, Einrichtung Cell Imaging und Ultrastrukturforschung, Universität Wien

Diese natürlichen Nanopartikel haben viele Aufgaben zu erfüllen. Sie verhindern zum Beispiel durch Reflexion des einfallenden Sonnenlichtes (Albedo) eine zu starke Erwärmung des Lackenwassers. Die Trübeartikel sind auch dafür zuständig, dass es zu keinen Ansammlungen von Pflanzenrückständen in den Lacken kommt. Die Reinigung von pflanzlichen Resten und anderen organischen Verunreinigungen wird in Gewässern vor allem durch Mikroorganismen (heterotrophe Bakterien) besorgt, die nicht im Wasser frei schwebend leben, sondern in Form eines Biofilms auf festen Oberflächen aufwachsen. Daher hängt die Selbst-

reinigungsfähigkeit des Gewässers unter anderem auch von der Größe der zur Verfügung stehenden fest-flüssig Grenzfläche ab. Heterotrophe Bakterien siedeln in großer Zahl auf der enorm großen Oberfläche der Trübeiteilchen. Die Selbstreinigungskapazität der Seewinkellacken entspricht infolgedessen etwa der einer biologischen Kläranlage. Bisher wurde kein anderes natürliches Gewässer beschrieben, das auch nur annähernd die Selbstreinigungskraft einer intakten Seewinkellacke besitzt [7].

Ein Teil der Trübe dringt ins Sediment ein und macht es wasserdicht. Das funktioniert, indem die im Sediment-Porenwasser dispergiert vorliegenden kolloidalen Tonpartikel mit ihrem Haftwasser die Kanäle zwischen den Sandkörnern verschließen, sodass kein frei bewegliches Porenwasser mehr vorhanden ist. Sogar wenn der Grundwasserspiegel im Sommer sehr weit absinkt, kann das Lackenwasser bei intaktem wasserdichtem Sediment nicht ausrinnen und im Untergrund versickern. Es verdunstet und konzentriert sich auf. In diesem Zustand koagulieren die Schwebeteilchen, das Restwasser wird klar, der Lackenboden bekommt infolge osmotischer Vorgänge deutlich sichtbare Schwundrisse [Abb. 4] und das hochkonzentrierte Restwasser wandert durch die entstehenden Poren in die Tiefe, um im „Salzführenden Horizont“ in 1-2 m Tiefe gespeichert zu bleiben. Niederschlagsereignisse verringern die Ionenstärke und induzieren damit an der Sedimentoberfläche den Übergang der Tonteilchen vom Gel- in den Sol-Zustand, der Untergrund wird sehr rasch wieder wasserdicht und die Lacke füllt sich in der darauf folgenden Herbst-Winter-Frühjahrsperiode mit Regenwasser auf, wobei die Salze sehr verdünnt werden. Diese Wiederauffüllung der Lacken setzt meist bereits im August ein.

Die stark saisonal wechselnden Umweltbedingungen erlauben, ähnlich wie in einem Wattenmeer, nur speziell angepassten Organismen das Überleben.

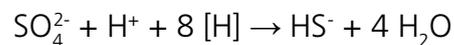


Abb. 4: Schwundrisse im oberflächlich getrockneten Boden einer intakten Seewinkellacke

Die Ursachen des „Lackensterbens“

Die oben beschriebene Grundwasserdynamik ist als „Herzschlag des Seewinkels“ für die Seewinkellacken lebensnotwendig. Jahrzehnte gleich bleibende zu niedrige Grundwasserstände führen zur Verlandung, da solche ungünstigen hydrostatischen Bedingungen von den Lacken zwar kurzzeitig verkraftet werden können, auf die Dauer aber zu empfindlichen Salzverlusten führen. Durch die in allen Lacken vorhandenen kleinen „Fenster“ im StauhORIZONT versickert immer wieder Lackenwasser ins Grundwasser [8]. Trocknet der dadurch teilweise entsalzte StauhORIZONT, der außerdem keinen Kontakt zum Grundwasser mehr hat, in einer Phase großer Sommertrockenheit einmal durch, so erleidet er als Folge des daraus resultierenden Sauerstoff-Einbruchs eine Kaskade chemischer Umwandlungen.

Im Porenwasser des „gesunden“, wassergesättigten Sediments herrschen reduzierende, also sauerstofffreie Bedingungen. Daher kommt es dort zu Atmungsprozessen, die in Ermangelung von Sauerstoff auf andere Elektronenakzeptoren zurückgreifen. Infolge des hohen Sulfatangebots, welches das Grundwasser zur Verfügung stellt, spielt die dissimilatorische Sulfatreduktion in Seewinkel-Sedimenten eine ähnlich wichtige Rolle wie in marinen Sedimenten. Die dissimilatorische Sulfatreduktion wird von einer speziell angepassten physiologischen Gruppe von Bakterien (und Archaeen) durchgeführt. Als Substrate verwerten diese Bakterien typischerweise Gärungsprodukte. Durch die Sulfatreduktion werden Protonen verbraucht und das Sediment weist daher stark basische pH-Werte zwischen pH=10 und 10,5 auf:



Mikrobiologische Prozesse sind niemals Einbahnstraßen. Sobald durch langes sommerliches Trockenliegen der Soda-lacke das Sediment bis in die Tiefe austrocknet und Sauerstoff eindringt, werden die – zuvor entstandenen – reduzierten Schwefelverbindungen wie H_2S , Pyrit, elementarer Schwefel und Thiosulfat zu Energie- und Reduktionsäquivalente liefernden Substraten für Schwefel-oxidierende Bakterien. Der reduzierte Schwefel wird zu Sulfat oxidiert, dabei werden Protonen frei. Der pH-Wert sinkt dramatisch, was zur Folge hat, dass die abdichtenden kolloidalen Partikel ihre Funktion verlieren. Eingeleitet wird diese sehr rasche Änderung, die innerhalb eines Sommers stattfinden kann, durch einen chemischen Verwitterungsvorgang. Natrium-Ionen in den austauschfähigen Positionen im Kristallgitter der Tonmineral-Partikel werden durch Protonen ersetzt. Dadurch ändern sich die Gitterparameter und die Kristalle zerfallen schließlich. Sie lösen sich im perkolierenden Regenwasser vollständig auf und das Sediment wird irreversibel porös. Das nun ungehindert versickernde Regenwasser spült die noch vorhandenen Salze in die Tiefe. Dadurch kommt es zu einer vollkommenen oberflächlichen Entsalzung des Sediments, sodass eine standortfremde Pflanzendecke auf dem ehemaligen Lackenboden Fuß fassen kann („Lackensterben“). Die künstliche Grundwasser-Absenkung hat dafür viele Beispiele geschaffen [Abb. 5].

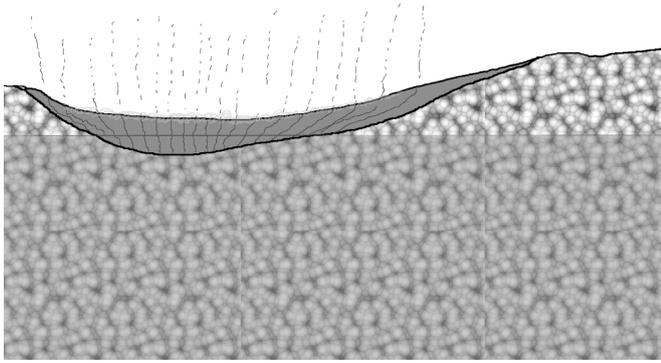
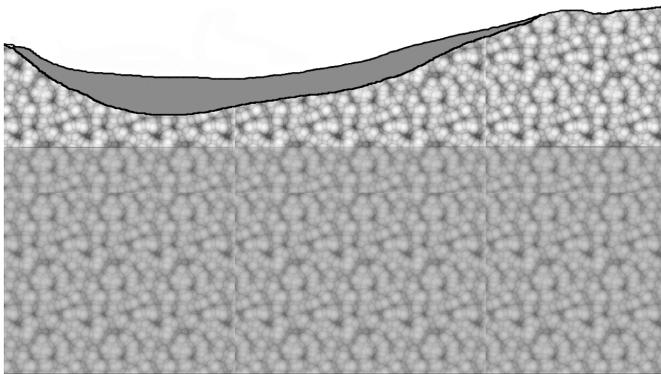


Abb. 5: Schematische Darstellung (Vertikalschnitte). Gezeigt ist der sommerliche Zustand völliger Austrocknung bei einer intakten Lacke (oben) und einer degradierten bzw. stark gefährdeten Lacke (unten). Dunkelgrau: Lackenstauhorizont. Hellgrau: Schotter und Sande des Aquifer. Hellgrau: Grundwassergesättigte Zone. Der Grundwasserstand entscheidet darüber, ob der Lackenstauhorizont trotz Verdunstung feucht bleibt oder bis in die Tiefe durchtrocknet.



Man hat versucht, gefährdete Lacken durch künstliche Bewässerung aus nahe gelegenen Brunnen am Leben zu erhalten. Dies ist aber nur dann machbar, wenn der Grundwasserstand doch noch ausreichend hoch ist, sodass (aus hydrostatischen Gründen) ein Versickern des künstlich zugeführten Wassers nicht im gesamten Lackenbereich möglich ist.

Wird eine Lacke ganzjährig von eingepumptem Grundwasser durchströmt, wie das derzeit mit dem St. Andräer Zicksee geschieht, so fehlt die sommerliche Phase, in der sich die Salze im Wasser aufkonzentrieren können. In diesem Fall kommt es zum Verlust des Charakters als Sodasee, zum Verlust von Trübe, der Huminstoffe und des hohen Salzgehaltes, zur Bildung von organischem Schlamm und zum langsamen Vordringen der Ufervegetation (Schilf).

Projekt zur Renaturierung degradiertes Seewinkellacken

In dem seit März 2004 vom Amt der Burgenländischen Landesregierung finanzierten, von Bund und EU co-finanzierten und über den Österreichischen Naturschutzbund abgewickelten Projekt (LW-621: Renaturierung ausgewählter Lacken des Burgenländischen Seewinkels) wurde auf Basis chemischer, mikrobiologischer und botanischer Untersuchungen für ausgewählte Lacken ein Renaturierungskonzept erstellt. Im Februar 2005 und Februar 2006 wurden auf repräsentativen Testflächen der Kleinen Neubruchlacke und der seit 30 Jahren vollständig ausgetrockneten Kleinen Martinhoflacke insgesamt 25 Tonnen einer Soda-Glaubersalzmischung aufgebracht. Die Idee war, die (infolge der Grundwasserabsenkung derzeit ausbleibenden) natürlichen Salzausblühungen zu ersetzen. Die Salzausbringung zeigte deutliche Erfolge wie Rückkehr der Salzvegetation, Rückgang der Fremdvegetation, Dichtwerden des Lackenbodens und Entstehung von Huminstoffen. Im sich neu entwickelnden Lackenwasser fand man sehr bald die typischen kleinen „Urzeitkrebse“ (Kiemenfüßer – Anostraka) des Seewinkels [9], die im Frühjahr 2006 bereits von Limikolen, vor allem Rotschenkeln und Uferschnepfen, als Nahrungsquelle genutzt wurden.

Anregung für ein Experiment

Salzausblühungen:

Wir bauen ein Modell einer Seewinkellacke, indem wir ein großes Becherglas mit Kieselsteinen und Sand füllen, dies entspricht dem obersten Grundwasserstockwerk des Seewinkels. In diesen „Aquifer“ wird stark salzhaltiges Grundwasser eingefüllt, wie es im Seewinkel im Untergrund der Lacken zu finden ist. (Herstellung eines Modell-„Grundwassers“: 25 g Na_2CO_3 plus 30 g Na_2SO_4 plus 5 g KCl in 1 L Wasser auflösen und über einen porösen Ausströmstein (Aquarienzubehör) CO_2 einleiten, bis ein pH von ca. 9.5 erreicht ist). Den „Lackenstauhorizont“ bildet ein bei niedrigen Temperaturen (900-1000°C) gebrannter, poröser, unglasierter Tonteller (z.B. ein Untersetzer für Blumentöpfe). Wir formen eine Mulde in der Oberfläche des Sand/Schotterbetts und bauen dort den Tonteller ein. Die zur Verdunstung des Wassers notwendige „sommerliche Sonneneinstrahlung“ erzeugt eine ca. 70 cm über der „Seewinkellacke“ angebrachte Halogenlampe. Während des Versuchs ist es notwendig, dass das „Grundwasser“ hoch genug ansteht, sodass seine Oberfläche immer im direkten Kontakt mit dem „Lackenstauhorizont“ bleibt. Das verdunstete Wasservolumen muss also regelmäßig durch neues „Grundwasser“ ersetzt werden. (Sinkt der Grundwasserspiegel zu stark ab, gibt es auch in der Natur keine Salzausblühungen). Man füllt zunächst den Tonteller mit Wasser und beobachtet, wie durch Verdunstung der Wasserstand im Tonteller sinkt und die „Lacke“ schließlich ganz austrocknet. Nun erst verdunstet von der ausgetrockneten „Lacke“ das kapillar hoch gesaugte „Grundwasser“ und der „Stauhorizont“ reichert sich nach und nach mit den Salzen des „Grundwassers“ an. Es kann Stunden bis Tage dauern, bis sich schließlich die Oberfläche des Tontellers mit Salzausblühungen bedeckt.

Literatur:

- [1] G. Dick, M. Dvorak, A. Grüll, B. Kohler und G. Rauer (1994): Vogelparadies mit Zukunft? Ramsar-Bericht 3, Neusiedler See –Seewinkel, Umweltbundesamt, Wien.
- [2] H. Löffler (1957): Vergleichende limnologische Untersuchungen an den Gewässern des Seewinkels (Burgenland); Verhandlungen der Zoologisch-Botanischen Gesellschaft in Wien, Band 97, 27-52.
- [3] P. Haas, G. Haidinger, H. Mahler, J. Reitingner, R. Schmalfuß (1992): Grundwasserhaushalt Seewinkel; Institut für Hydraulik, Gewässerkunde und Wasserwirtschaft der TU Wien, Forschungsbericht 14, Beitrag zum Forschungsprogramm Hydrologie Österreichs.
- [4] H. Riedl (1965): Beiträge zur Morphogenese des Seewinkels; Wissenschaftliche Arbeiten aus dem Burgenland 34, 5-28.
- [5] F. Kopf (1963): Wasserwirtschaftliche Probleme des Neusiedler Sees und des Seewinkels; Österreichische Wasserwirtschaft Jahrgang 15, Heft 9/10, 190-203.
- [6] Farnleitner, A.H., Kirschner, A.K.T., Mach, R.L., Rosengarten, R., Wesner, W., Krachler, R., Velimirov, B., Eiler, A., Herzig, A., Zechmeister, T. (2000): Bacterial neurotoxin production in flat saltwater pools in eastern Austria: a polyphasic approach investigating ecological, microbial and molecular aspects of toxigenesis . 7th European Marine Microbiology Symposium (EMMS), Noordwijkerhout, The Netherlands, Sept. 17-22, 2000.
- [7] A. Eiler, A.H. Farnleitner, T.C. Zechmeister, A. Herzig, C. Hurban, W. Wesner, R. Krachler, B. Velimirov, and A.K.T. Kirschner, Factors Controlling Extremely Productive Heterotrophic Bacterial Communities in Shallow Soda Pools; *Microbial Ecology* 46 No.1 (2003), 43-54.
- [8] R. Belocky (1991): Untersuchungen der Wechselwirkung zwischen Lacken- und Grundwasser im Seewinkel auf der Basis von Isotopenanalysen; Forschungsbericht, Bundesversuchs- und Forschungsanstalt Arsenal, Wien.
- [9] H. Löffler (1959): Zur Limnologie, Entomotraken- und Rotatorienfauna des Seewinkelgebietes (Burgenland, Österreich); Aus den Sitzungsberichten der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, Mathematisch-Naturwissenschaftliche Klasse, Abt. I, Bd. 168, Heft 4/5, 315-362.

Lehrplan und Erwerb von Kompetenzen

Empfehlung der Arbeitsgruppe „Fachdidaktik Physik“

Fachdidaktiktag der IMST3-Herbsttagung, 22. Sept. 2006, Biozentrum Universität Wien

Auf der Grundlage der Erfahrungen der Teilnahme am Austrian Young Physicist Tournament, der Arbeit in der Arbeitsgruppe Naturwissenschaftsstandards in der BHMS und der Unterrichtsrealität regte DI Dr. Rudolf Ziegelbecker die folgende Empfehlung an die Schulbehörden an. Die Empfehlung wurde von den Mitgliedern der Arbeitsgruppe einstimmig beschlossen.

Fakten

Wie verschiedenste Studien zeigen, scheitern österreichische Schülerinnen und Schüler zu über 50 % an Aufgabenstellungen, wie sie in internationalen Vergleichsstudien Standard sind, wenn (komplexere) Problemlösungskompetenz gefordert ist.

Diese Kompetenz kann effizient nur durch individuell entworfene Hypothesen und deren Überprüfung durch selbstständig geplante, durchgeführte und ausgewertete Experimente, individuelle Argumentation und theoretische Diskussion mit kompetenten Personen erworben werden.

Problem

Diese in Bildungszielen und künftigen Bildungsstandards verbindlich geforderten Kompetenzen können wegen der notwendigen Betreuungsintensität und der Unterschied-

lichkeit der Schüler derzeit nur sehr eingeschränkt vermittelt werden, oder es muss auf wesentliche Teile der Lehrplaninhalte verzichtet werden.

Lösung

Um die geforderten Lehr- und Bildungsziele erreichen zu können, sieht es die Arbeitsgruppe Fachdidaktik Physik als unumgänglich an, naturwissenschaftlichen Unterricht – phasenweise – in Kleingruppen abzuhalten, mit von den Schülern selbst geplanter, problembezogener praktischer Arbeit, die von einer kompetenten Lehrkraft betreut wird. Damit kann ohne zusätzlichen Zeitaufwand für Schüler/innen deren Problemlösefähigkeit markant gesteigert werden, die dafür notwendigen Lehrerstunden müssen im Interesse der naturwissenschaftlichen Bildung bereitgestellt werden.

In Höheren Technischen Lehranstalten sollten zur Nutzung von Synergien und zur Förderung der Vernetzung physikalische Inhalte möglichst „gleichzeitig“ mit den entsprechenden Inhalten in darauf „aufbauenden“ Fächern unterrichtet werden.

Weltraumteleskop MOST im Weltraum

Theresa Lüftinger

Plesetsk, 30. Juni 2003. Vom russischen Weltraumbahnhof, 800 km nordöstlich von Moskau, erhebt sich in den frühen Morgenstunden eine ballistische Interkontinentalrakete aus ihrer Abschussvorrichtung – atomare Abrüstung einmal anders. An Bord befinden sich keine atomaren Sprengköpfe, sondern insgesamt neun Kleinsatelliten, die in eine Umlaufbahn in ca. 800 km Höhe – einem Low Earth Orbit (LEO) – transferiert werden. Das kanadische Weltraumteleskop MOST (Microvariability and Oscillations of STars – Sternmikrovariabilität und -oszillationen) ist einer dieser Satelliten und steht am Beginn seiner äußerst erfolgreichen Mission.

Der österreichische Astronom Werner W. Weiss ist auch vor Ort und beobachtet den Start des Satelliten. Weiss ist Leiter eines Forschungsteams am Institut für Astronomie der Universität Wien und verantwortlich für die österreichische – und somit einzige nicht-kanadische – Beteiligung an der Mission. Sein Hauptinteresse liegt bei veränderlichen Sternen, die MOST vorwiegend messen soll. „Sterne sind die Fabriken für die Bausteine des Universums“, so Weiss. „Im Laufe ihrer Entwicklung erzeugen sie, ausgehend von dem einfachsten Element Wasserstoff, immer komplexere Elemente wie Sauerstoff, Stickstoff, Kohlenstoff, Gold oder Silber. Um die Entwicklung des Universums und all dessen Bestandteile – wie auch zum Beispiel das Leben auf der Erde – zu verstehen, muss man die Entstehung und die Entwicklung der Sterne entschlüsseln.“

Pulsierende Sterne sind hierfür besonders gute Forschungsobjekte, da sie einen Einblick in ihr Inneres erlauben. Prozesse im Inneren des Sterns erzeugen seismische Wellen, die durch den gesamten Stern laufen. Diese Sternbeben verursachen Helligkeitsänderungen, deren Frequenz und Stärke unmittelbar mit Aufbau und Struktur des Sternes zusammenhängen.

Die MOST-Beobachtungen des Sternes Procyon¹⁾, beispielsweise, haben besonders intensive und kontroverielle Diskussionen in der Wissenschaftswelt hervorgerufen (Abb. 1): Astronomen erwarteten sich die Detektion von Oszillations-signaturen, hervorgerufen durch Pulsationswellen an der Sternoberfläche, ähnlich wie bei der Sonne. Als mit MOST keine derartigen Signaturen entdeckt werden konnten (publiziert in der Wissenschaftszeitschrift ‚Nature‘), führte dies zu hitzigen Debatten in der Astronomenwelt und zur Überarbeitung der zugrundeliegenden Theorien. Anfang dieses Jahres wurde der Stern erneut spektroskopisch von

¹⁾ Hauptstern im Sternbild „Kleiner Hund“

Theresa Lüftinger, Institut für Astronomie der Universität Wien

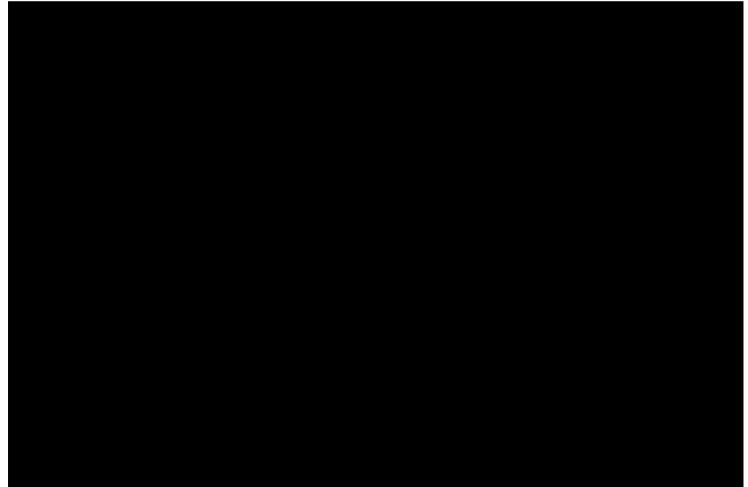
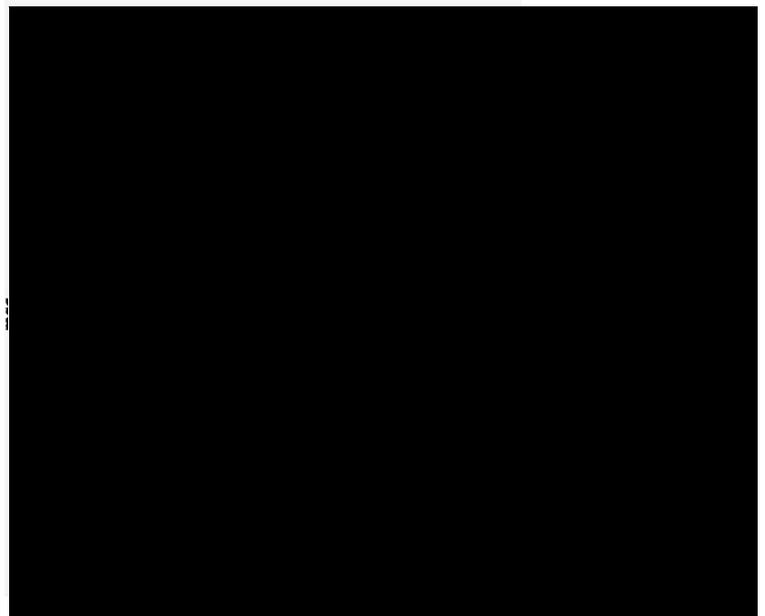


Abb. 1: Vergleich der Helligkeitsschwankungen (zurückzuführen auf Pulsationswellen im Stern) der Sonne mit dem Stern Procyon. Entgegen der theoretischen Voraussagen weist dieser lt. MOST-Daten keine Pulsations-signatur auf.

zahlreichen Teleskopen auf der Erde und photometrisch in unerreicht hoher Qualität von MOST beobachtet. Die Ergebnisse werden mit Spannung erwartet!

MOST erlaubt auch die Beobachtung von extrasolaren Planetensystemen. Die Frage nach der Einzigartigkeit unseres Sonnensystems wurde erst vor 10 Jahren mit der Entdeckung eines Planeten um den Stern 51 Pegasi beantwortet. Seither wurden rund 200 weitere Planeten um Sterne entdeckt, wobei allerdings (noch) keiner mit der Erde vergleichbar ist. MOST misst die kurzzeitige Verdunkelung des Sterns, die ein vorbeiziehender Planet verursacht. (Abb.2)



Mit der Beobachtung des Exoplaneten HD 209458b²⁾, beispielsweise, konnten sogar Helligkeitsschwankungen gemessen werden, die einer Lichtveränderung, verursacht durch ein Insekt beim Vorüberflug an einer Straßenlaterne beobachtet aus 1000 km Entfernung, entsprechen würden. Mit der Beobachtung dieses Systems können sogar Aussagen über die Zusammensetzung der Oberfläche des Planeten getroffen werden³⁾.

Ein anderes spektakuläres Planetensystem, das mit MOST beobachtet werden konnte, befindet sich um den Stern Tau Bootis: hier läuft ein Planet so eng um seinen Zentralstern herum, dass er, wie erwartet (ähnlich wie der Mond um die Erde) gebunden um den Stern rotiert (ihm immer dieselbe Seite zuwendet). Womit jedoch niemand rechnete, was aber im System um Tau Bootis mit MOST entdeckt wurde, ist, dass der Planet auch den mehr als 1000 mal massiveren Stern zwingt, synchron mit seinem Orbit zu laufen. Die beste Erklärung dafür ist, dass die Magnetfelder des Sternes und des Planeten äußerst eng miteinander verflochten sind und so auch Flecken und sogenannte ‚Flares‘ in der Sternatmosphäre hervorgerufen werden. Tatsächlich wurde für diesen Stern zum allerersten Mal in einem extrasolaren Planetensystem ein Magnetfeld nachgewiesen, und mit MOST gezeigt, wie viel man über einen extrasolaren Planeten aus der Untersuchung seines Einflusses auf den Zentralstern lernen kann.

Die Herzstücke von MOST sind das Spiegelteleskop mit einem Durchmesser von 15 cm und ein 1024 x 1024-Pixel-großer CCD-Detektor – ein Mikrochip, vergleichbar mit jenen in Digitalkameras. Eine Matrix aus 36 Linsen⁴⁾, die sich vor dem Detektor befindet, hält die Abbildung eines Sternes stabil auf dem Detektor und sorgt dafür, dass ein eventuelles Schwanken des Satelliten die Aufnahmequalität nicht verschlechtert. MOST kann Helligkeitsschwankungen von bis zu einem Millionstel der Sternhelligkeit messen, was mit einem Auge, das das Flackern einer Kerze in einer Entfernung von einem Kilometer erkennen kann, vergleichbar ist.

Um eine durchgehende Beobachtung zu gewährleisten, befindet sich MOST auf einem sonnensynchronen, polaren Orbit. Seine Umlaufbahn verläuft im Gegensatz zu vielen Satelliten nicht entlang des Äquators, sondern annähernd über den Nord- und Südpol und folgt ständig der Tag- und Nachtgrenze. Die Kommunikation zum Satelliten übernehmen drei Bodenstationen, zwei in Kanada (Vancouver und Toronto) und eine in Österreich (am Institut für Astronomie in Wien, Abb. 3). Die österreichische Bodenstation ist dabei von besonderem Wert. Durch ihren Standort ist es möglich, den Datenspeicher des Satelliten auch dann zu leeren, wenn die beiden Stationen in Kanada keinen Kontakt zu MOST

haben. Das Datenvolumen, das vom Satelliten gewonnen werden kann, wird dadurch fast verdoppelt.

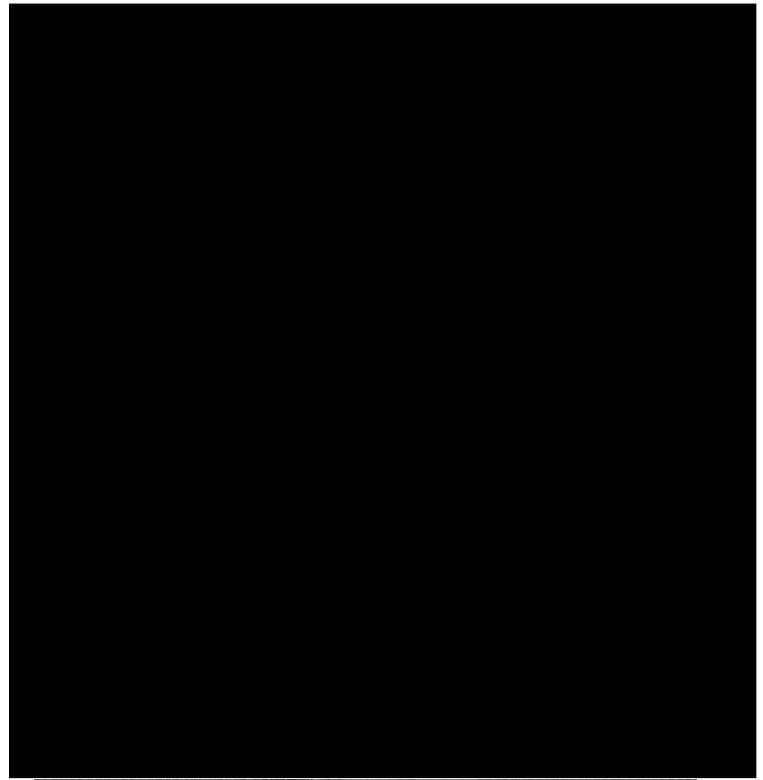


Abb. 3: Antenne der MOST-Bodenstation am Institut für Astronomie in Wien.

Nach dreieinhalb Jahren im Weltraum liefert MOST noch immer Beobachtungen in ausgezeichneter Qualität. Um das Gebiet der Satellitenastronomie auch Interessierten außerhalb universitärer Einrichtungen näher zu bringen, hat das Forschungsteam rund um Werner W. Weiss ein Projekt mit dem Namen „Das Universum im Koffer – M.O.S.T. für alle“ gestartet. Es soll allen, die sich für beobachtende Astronomie interessieren und mit Satellitendaten arbeiten wollen, genau diese Möglichkeit geben. Vor allem Schulen sollen angesprochen und motiviert werden, sich, mit Unterstützung des österreichischen Forschungsteams, am Projekt zu beteiligen, um Naturwissenschaft einmal anders zu erleben. Nähere Informationen dazu und zu MOST gibt es unter <http://universum-im-koffer.at>

²⁾ Jupiterähnlicher Planet. Abstand vom Zentralgestirn: 6,75 Millionen Kilometer. Umlaufzeit: 3,5 Tage

³⁾ Man vergleicht das Spektrum, das während des Vorbeiziehens des Planeten aufgenommen wird, mit dem nach dem Transit. So können stellare und planetare Komponenten unterschieden und Rückschlüsse auf die chemische Zusammensetzung der Planetenatmosphäre gezogen werden.

⁴⁾ sogenannte „Fabry-Linsen“

Die Nadelsuche im Heuhaufen

Wie findet man extrasolare Planeten bei sonnenähnlichen Sternen?

Ruth-Sophie Taubner

Bis heute ist es den Astronomen noch nicht gelungen, extrasolare Planeten bei sonnenähnlichen Sternen direkt zu beobachten oder gar abzubilden. Der Grund dafür ist leicht erklärbar: Ein Planet ist gegenüber seinem Zentralgestirn um einiges lichtschwächer. Würde man so zum Beispiel von dem uns nächsten Fixstern Proxima Centauri auf unser Sonnensystem blicken, würde der Abstand von Jupiter zur Sonne lediglich vier Bogensekunden betragen. Weiters wäre das Verhältnis der beiden Einzelhelligkeiten zueinander im visuellen Spektrum 0,3 zu 21,5 Größenklassen. Somit sind die Planetenjäger gezwungen, Planeten indirekt nachzuweisen.

Die wohl erfolgreichste Methode zur Auffindung von extrasolaren Planeten ist die **Radialgeschwindigkeitsmessung**. Diese Methode, die auch Doppler-Wobble genannt wird, basiert auf den Erkenntnissen zweier bekannter Physiker des 19. Jhds: Joseph von Fraunhofer und Christian Doppler.

Die Radialgeschwindigkeitsmessung beruht auf dem allseits bekannten Dopplereffekt in Verbindung mit den Spektrallinien eines Sterns. Die Bewegung eines Sterns um den gemeinsamen Schwerpunkt (Baryzentrum) mit einem möglichen Planeten führt zu einer periodischen Verschiebung der Spektrallinien. Aus ihrer Periode wird auf die Mindestmasse des Planeten zurückgerechnet. Mancher Leser wird sich nun wohl fragen, warum auf diese Weise nur die Mindestmasse des Begleiters berechenbar ist. Dafür muss man sich die hier geltenden Gleichungen vor Auge führen.

Als Ausgangsformeln nimmt man hierfür den Schwerpunktssatz¹⁾ und die Gleichung für die Umlaufgeschwindigkeit eines Planeten²⁾ (es wird zum leichteren Verständnis angenommen, dass sowohl Planet als auch Stern einer kreisförmigen Bahn folgen):

$$a_{Stern} \cdot M_{Stern} = a_{Begleiter} \cdot M_{Begleiter} \quad (1)$$

$$v_{Stern} = \frac{2\pi a_{Stern}}{T} \quad (2)$$

Formt man diese auf a_{Stern} um und setzt sie danach gleich, erhält man eine Formel für die Planetenmasse³⁾.

Ruth Sophie Taubner maturierte 2006 am BG 18, Klostersgasse, Wien
eMail: rutau@hotmail.com

¹⁾ Schneider, Reto U.: Planetenjäger. Die aufregende Entdeckung fremder Welten. 1. Auflage. - Basel Boston Berlin: Birkhäuser, 1997

²⁾ Wambsganss, Joachim: Auf der Suche nach Planeten bei anderen Sternen. In: Sterne und Weltraum, Dos. Nr.1, 2004, Titel: Planetensysteme, S. 70-84

³⁾ Taubner, Ruth-Sophie: Extrasolare Planeten um sonnenähnliche Sterne, 2006 (Fachbereichsarbeit)

$$M_{Begleiter} = \frac{M_{Stern}}{a_{Begleiter}} \cdot \frac{v_{Stern} T}{2\pi} \quad (3)$$

Während man die Masse M_{Stern} durch Klassifizierung des Sterns, die Umlaufzeit T durch Beobachtung und die große Halbachse $a_{Begleiter}$ durch Berechnung über das von Newton verbesserte 3. Keplersche Gesetz ermitteln kann, ist es jedoch nicht möglich, den genauen Wert für die Umlaufgeschwindigkeit des Sterns in Erfahrung zu bringen. Von der Erde aus messbar ist lediglich jene Komponente der Geschwindigkeit, die parallel zur Blickrichtung verläuft. Dieser Teil von v_{Stern} ist die bereits erwähnte Radialgeschwindigkeit v_{rad} , die über den Inklinationwinkel i definiert wird ((4) und (5)):

$$\sin(i) = \frac{v_{radial}}{v_{Stern}} \quad (4)$$

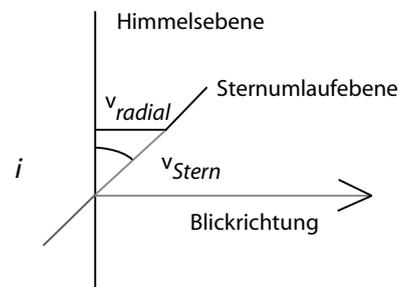


Abb. 1

Fasst man nun die beiden Gleichungen (3) und (4) und das 3. Keplersche Gesetz in einer Gleichung zusammen, wird endgültig deutlich, warum die Radialgeschwindigkeitsmessung nur eine untere Grenze für die Begleitermasse liefern kann:

$$M_{Begleiter} \sin(i) = v_{radial} \sqrt[3]{\frac{M_{Stern}^2 T}{2\pi G}} \quad (5)$$

(G - Newtonsche Gravitationskonstante)

Falls nämlich der Extremfall eintreten und die Beobachtung genau von oben, sprich mit $i = 0^\circ$, stattfinden würde, wäre auch $\sin(i)$ gleich null. Laut dem Produktnullsatz wäre somit die ganze Gleichung gleich null und es wäre nicht möglich, die Masse zu berechnen. Wenn nun aber $90^\circ \geq i > 0^\circ$ gilt,

dann liegt der Faktor $\sin(i)$ im Intervall $]0;1]$. Aus diesem Intervall ist erkennbar, dass die Masse des Begleiters nur dann genau berechnet werden kann, wenn wir in einer Ebene mit dem Stern-Exoplaneten-System liegen- in diesem Falle wäre $i = 90^\circ$ und folglich $\sin(i) = 1$.

Wenn man also nur diese Methode zur Auffindung von Exoplaneten verwendet, kann man nie genau wissen, wie groß die tatsächliche Masse des Himmelsobjekts ist. Dadurch ist bei großer Minimalmasse nie auszuschließen, dass es sich um einen Braunen Zwerg handeln könnte.

Eine weitere indirekte Methode Exoplaneten nachzuweisen, stellt die **Astrometrie** zur Verfügung. Hier wird, wie auch bei der Radialgeschwindigkeitsmessung, die Bewegung des Sterns um das Baryzentrum gemessen – jedoch diesmal die tangentielle Änderung. Der Winkel, unter dem a_{Stern} gesehen wird, ist trigonometrisch ermittelbar:

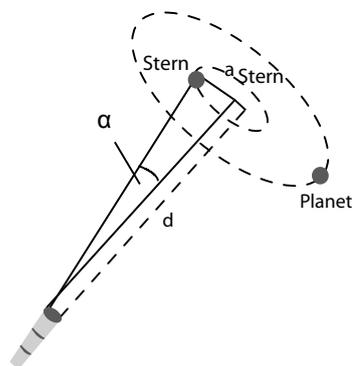


Abb. 2

$$\tan \alpha = \frac{a_{\text{Stern}}}{d} \quad (6)$$

Wenn man nun diese Formel (6) auf a_{Stern} umformt und in den Schwerpunktsatz (1) einsetzt, erhält man eine Gleichung für die Planetenmasse $M_{\text{Begleiter}}$:

$$\frac{\tan \alpha M_{\text{Stern}} d}{a_{\text{Begleiter}}} = M_{\text{Begleiter}} \quad (7)$$

Dabei ist der Winkel α direkt messbar, d über Parallaxenmessung feststellbar und M_{Stern} und $a_{\text{Begleiter}}$ wie oben erwähnt ermittelbar. Das Problem an dieser Methode ist, dass der Winkel α , und somit a_{Stern} , sehr klein ist. So verursacht Jupiter innerhalb von zehn Jahren lediglich eine Positionsänderung der Sonne von einer Millibogensekunde (aus 32 Lichtjahren entfernt betrachtet) – die Erde gar nur 0,3 Mikrobogensekunden.

Eine weitere Methode zur Auffindung von Exoplaneten ist es, jene Helligkeitsschwankungen zu messen, die ein Planet verursacht, der sich, von der Erde aus gesehen, zwischen uns und sein Zentralgestirn schiebt. Problematisch dabei ist allerdings einerseits, dass der Helligkeitseinbruch meist sehr gering ist (bei Jupiter etwa 10^{-2} , bei der Erde nur etwa $8 \cdot 10^{-5}$), andererseits, dass Beobachter, Stern und Exoplanet auf annähernd einer Ebene liegen müssen und dass so ein Transit meist nur wenige Stunden dauert. Somit ist die Wahrscheinlichkeit theoretisch eher gering, auf diese Weise Planeten zu detektieren, jedoch ist bei der schier unzählbaren Anzahl an Sternen eine Wahrscheinlichkeit von 10^{-3} , die einem Auffinden eines Planeten wie Jupiter zugeordnet ist, wohl nicht zu unterschätzen.

Die wohl interessanteste Methode ist die Zuhilfenahme des Gravitationslinseneffekts. Hierbei fungiert der Stern, bei dem ein Exoplanet vermutet wird, als Gravitationslinse für einen dahinter liegenden Hintergrundstern. Wenn der Stern im Vordergrund (z.B. ein lichtschwacher Zwergstern) vor dem Hintergrundstern vorbei zieht, verändert sich dessen Helligkeit (Abb. 3). Wenn nun ein Planet um den Vordergrundstern kreist, kann dieser eine Abweichung der Ideallinie hervorrufen (Abb. 4).

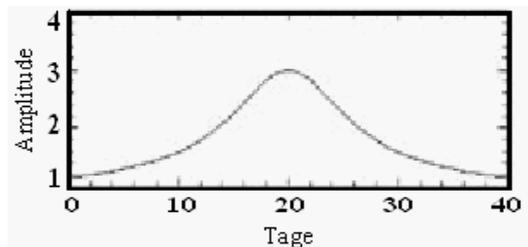


Abb. 3: Microlensing durch einen Stern ohne Begleiter

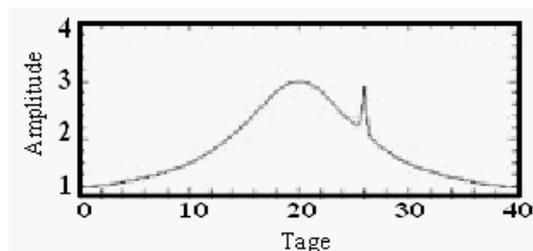


Abb. 4: Microlensing durch einen Stern mit Begleiter

Der Vorteil dieses **Microlensings** ist es, Planeten zu detektieren, die sehr weit entfernt sind (einige Tausend Parsec!) und auch relativ klein sein können. Allerdings liegt die Wahrscheinlichkeit, dass ein Stern einen anderen verstärkt, bei 1:1.000.000. Dabei muss man von einer noch weitaus geringeren Wahrscheinlichkeit ausgehen, da erstens dieser Wert nur für den sternreichen Zentralbereich der Milchstraße gilt, zweitens wahrscheinlich nur jeder millionste Stern von einem Planeten umkreist wird und drittens nicht jeder Planet fähig ist, die Lichtkurve derart stark zu beeinflussen. Natürlich kann das als Grund gesehen werden, warum bis heute erst vier Planeten durch diese Methode detektiert wurden, aber wie schon bei der Transit-Methode erwähnt, gibt es so viele Sterne, dass auch diese Wahrscheinlichkeit einige Erfassungen zulassen sollte.

Der Großteil der gefundenen Planeten sind sogenannte **hot Jupiters**. Das sind Planeten, die in etwa die Masse von Jupiter haben und durch ihren geringen Abstand zu einem Stern eine sehr hohe Temperatur aufweisen. Es wurden allerdings auch schon erdähnliche Planeten gefunden, wie OGLE-2005-BLG-390L b, der mit 5,5 Erdmassen der bislang kleinste gefundene Planet ist.

Seit der Entdeckung des ersten Planeten bei einem sonnenähnlichem Stern (51 Pegasi) im Jahr 1995 wurden bereits einige spektakuläre Funde gemacht, wie zum Beispiel ein Planet, der sein Zentralgestirn mit zwei anderen Sternen umkreist (HD 188753A b). Mit großer Wahrscheinlichkeit wird diese junge Wissenschaft auch in Zukunft viel Interessantes herausfinden und vielleicht finden die Planetenjäger sogar eine zweite Erde.

ESCU - Experimentelle Schulchemie in der Unterstufe

von Werner Rentzsch und Christian Mašin

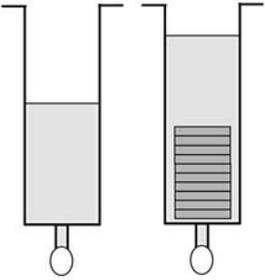
Seit einigen Jahren schon probieren wir im Rahmen eines Kursangebots des P.I. Wien im Kurs „Chemie - von allen für alle“ die Experimentalchemie unter die Kollegen zu bringen. Seit dem WS 2005/06 versuchen wir in den ESCU-Einheiten (Experimentelle Schulchemie - Unterstufe) den Lehrplan der Unterstufenchemie mit Versuchen abzudecken.

Die meisten Experimente fassen wir nach dem KISS-Prinzip („Keep It Short and Simple“) zusammen, sodass auch lesefaule Schülerinnen und Schüler (als auch Lehrerinnen und Lehrer) diese durchführen können - und wollen. Für lesefreudige Experimentatoren gibt es mitunter auch Zusatzinformationen, Erklärungen und Hinweise unterhalb des Versuchs.

ESCU 1: Stoffeigenschaften

Münzen in der Spritze (Das Metall der 1c-Münzen - Teil 1)



Chemikalien: Wasser	Geräte: Spritzenmessglas 20 ml*, Waage (0,1 g)	Material: 10 1c-Münzen
<p>1</p> 	<p>2</p> 	<p>3</p> 
<p>Bestimme die Masse von allen 10 1c-Münzen mit der Digitalwaage. Notiere dir die Masse.</p>	<p>Fülle das „Messglas“ mit genau 15 ml Wasser. Lass die Münzen vorsichtig ins Wasser gleiten. Achte darauf, dass alle Münzen unter Wasser sind. Um wie viel ml ist der Wasserstand gestiegen??? So viel Volumen haben die Münzen in cm³!!!</p>	<p>Rechne nun aus den Ergebnissen deiner Messungen die Dichte des Metalls aus: Dichte = Masse:Volumen Vergleiche dein Ergebnis mit den Dichtewerten der unteren Tabelle. Um welches Metall könnte es sich handeln???</p>

Metall	Dichte (g/cm ³)	Metall	Dichte (g/cm ³)	Metall	Dichte (g/cm ³)
Zink Zn	7,14	Eisen Fe	7,86	Kupfer Cu	8,96
Messing (Cu/Zn)	8,4	Neusilber (Cu/Ni/Zn)	8,4	Bronze (Cu/Sn)	8,8

Erklärung:

- Die Cent-Münzen bestehen aus einem Eisenkern mit schützender Kupferauflage. Ihre mittlere Dichte liegt daher eher bei Eisen.

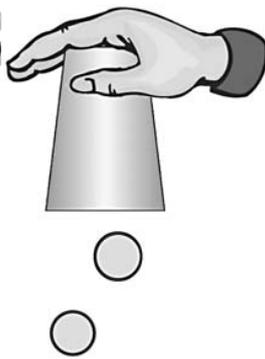
Hinweise:

- *Fertigung des „Messglases“: Entferne den Kolben aus einer 20 ml-Spritze. Schmilz den Kanülenansatz zu. Stecke das „Messglas“ zur Fixierung in Knetmasse.



Der Münzschluckbecher (Das Metall der 1c-Münzen - Teil 2)

Geräte: Kleiner, starker Magnet	Material: Verschiedene Cent-Münzen („gold“ und „kupfern“), Joghurtbecher.
---	---

1 	2 	3 
Lege einen kleinen starken Magneten in deine Hand (für das Publikum unsichtbar) und stelle den Joghurtbecher darüber.	Lass die Münzen einzeln in den Becher fallen. Das Publikum soll mitzählen.	Dreh den Becher um. Die kupfernen Münzen fallen nicht heraus.

Erklärung:

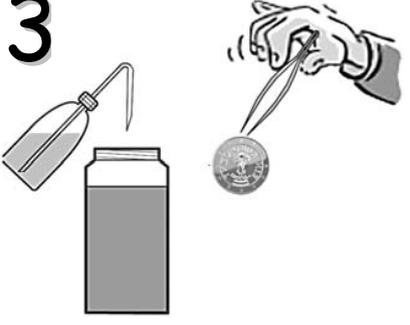
- Die Cent-Münzen bestehen aus einem Eisenkern mit schützender Kupferauflage. Sie werden daher vom Magneten angezogen.

Hinweise:

- Es möge darauf hingewiesen werden, dass es für die Schülerinnen und Schüler selbstverständlich ist, dass ein Magnet „Metalle“ anzieht. Ein erklärendes Experiment mit verschiedenen Reinformen ist häufig notwendig.

Der befreite Eisenkern (Das Metall der 1c-Münzen - Teil 3)

Chemikalien: Salpetersäure conc., Wasser in Spritzflasche.	Geräte: Schnappdeckelglas, Pinzette, Abzug, Schutzbrille,	Material: 1c-Münze	
--	---	------------------------------	---

1 	2 	3 
Lege eine 1-Cent-Münze in ein Schnappdeckelglas und überschichte sie mit einigen ml Salpetersäure.	Die Kupferschicht löst sich unter der Bildung von Kupfernitrat und der Entwicklung nitroser Gase auf. Abzug!	Nach ein paar Minuten kann man den Eisenkern erkennen. Verdünne die Lösung mit Wasser, entnimm die Münze mit der Pinzette.



Die Münzprobe

Metall der „Cents“ und „Euros“)

Geräte: keine	Chemikalien: keine	Materialien: verschiedene Münzen
-------------------------	------------------------------	--

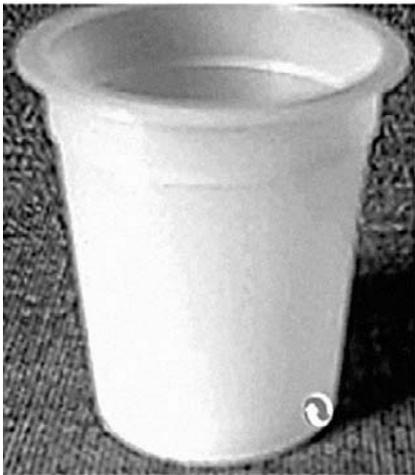
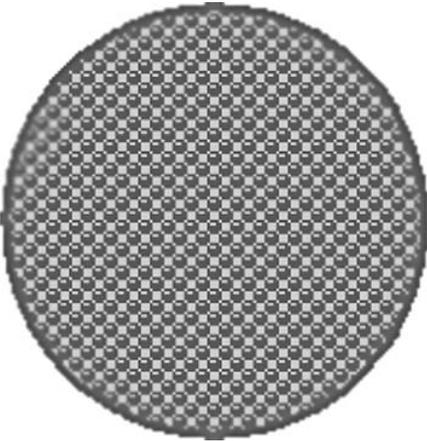
1 	2 	3 
Zusammensetzung: Außen: Nickel-Messing, Innen: dreischichtig: Kupfer-Nickel, Nickel, Kupfer-Nickel	Zusammensetzung: Nordisches Gold: Kupfer- Aluminium-Zink-Zinn-Legierung	Zusammensetzung: Stahl mit Kupferauflage

<p>Auswertung: Überprüfe die Härte der Münzen durch die Ritzprobe. Verwende ev. auch noch andere Münzen - z.B. 10g (Aluminium).</p> <p>Wie man die Härte misst - die Mohssche Skala</p> <p>Ein Stoff ist härter als ein anderer, wenn er diesen ritzt. Der Mineraloge Friedrich Mohs (1773 - 1839) hat eine Skala aufgestellt, in der Mineralien nach steigender Härte geordnet sind.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Härte 1 : Talk (ein sehr weiches Mineral) • Härte 2 : Gips (man kann ihn gerade noch mit dem Fingernagel ritzen) • Härte 3 : Kalkspat • Härte 4 : Flußspat • Härte 5 : Apatit (man kann ihn gerade noch mit dem Messer ritzen) • Härte 6 : Kalifeldspat • Härte 7 : Quarz • Härte 8 : Topas • Härte 9 : Korund • Härte 10 : Diamant (der härteste bekannte Stoff) <p>Um die Härte eines Stoffes zu bestimmen, versucht man ihn der Reihe nach mit den 10 Mineralien der Mohsschen Skala zu ritzen und ordnet ihn dann entsprechend ein.</p>



Die Wachsscheibe (Schmelzpunkt)

Geräte: keine	Chemikalien: keine	Materialien: Joghurtbecher, Kerze, Streichhölzer, kaltes Wasser
-------------------------	------------------------------	--

		
Fülle den Joghurtbecher bis zur Hälfte mit kaltem Wasser.	Entzünde die Kerze.	Halte die Kerze schief und tropfe das geschmolzene Wachs auf die Wasseroberfläche.

Auswertung:

Tropfe so lange, bis die ganze Wasseroberfläche mit Wachs bedeckt ist. Warte bis das Wachs erstarrt ist.

Der Erstarrungspunkt liegt je nach Wachsart zwischen 50 und 60 °C.

Du kannst mit verschiedenfarbigen Kerzen auch bunte Wachsscheiben machen.

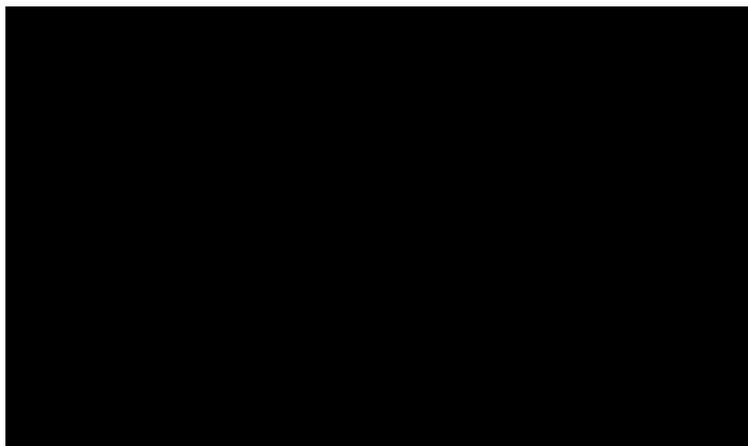
Die Wachsscheiben kannst du auch als Christbaumschmuck verwenden.

Wer sucht, der findet

Nobelpreis für Physik 2006

Birgit Schörkhuber

Den Nobelpreis für Physik teilten sich 2006 Prof. George F. Smoot (Lawrence Berkeley National Laboratory) und Dr. John D. Mather (NASA Goddard Space Flight Center) für die Entdeckung der Anisotropien in der kosmischen Hintergrundstrahlung, sowie für den Nachweis, dass ihr Spektrum dem Planckschen Strahlungsgesetz folgt. Ihre Ergebnisse tragen maßgeblich zur Festigung des "kosmologischen Standardmodells" - der Urknalltheorie - bei und sichern der Kosmologie einen Platz als präzise Wissenschaft innerhalb der Physik.



bei der Nobelpreisverleihung

„Here is our spectrum – I said – the theoretical blackbody curve, predicted how the blackbody radiation should look like, if it truly had originated in the big bang.“ There was a moment of silence ... then the audience rose breaking into spontaneous ovations. I stood speechless before the huge crowd ... [1]

So beschrieb J. Mather die Stimmung, als er im Januar 1990 die ersten Ergebnisse des COBE-Experiments vor der American Astronomical Society präsentierte. Solch große Emotionen sind in der Wissenschaft eher selten und zeigen, dass die Ergebnisse, die J. Mather und sein Kollege G. Smoot mit einem Projekt erzielten, bei dem über tausend Wissenschaftler, Techniker und Ingenieure beteiligt waren, nicht nur den wissenschaftlichen Geist beeindruckten. Die Frage nach der Natur unseres Universums ist eine zutiefst menschliche und es ist deshalb nicht verwunderlich, dass sich nach Veröffentlichung der COBE-Daten die Aufmerksamkeit der Weltöffentlichkeit auf diese beiden Forscher richtete.

Birgit Schörkhuber studiert nach einem Baccalaureat in Astronomie theoretische Physik und ist Mitarbeiterin am Österreichischen Kompetenzzentrum für Didaktik der Physik an der Universität Wien.
eMail: birgit.schoerkhuber@univie.ac.at

Das Universum ausrechnen

Rund achtzig Jahre zuvor, kurz nach der Veröffentlichung der Allgemeinen Relativitätstheorie, fanden Alexander Friedmann und George Lemaitre Möglichkeiten, das Universum innerhalb dieser Theorie (und unter der Annahmen von Homogenität und Isotropie auf großen Skalen) mathematisch zu behandeln. Die Lösungen, die sie fanden, beschrieben jedoch immer ein nicht-statisches Universum. Einstein war ein strikter Gegner dieser Anschauung, hielt an einem statischen Kosmos fest und fügte kurzerhand die Kosmologische Konstante seinen Gleichungen hinzu – zu Unrecht, wie er später einräumte. Zu Recht, wie wir heute glauben, denn sie wird als „Dunkle Energie“ für die vor wenigen Jahren gemessene „beschleunigte Expansion“ verantwortlich gemacht [2].

Die ersten experimentellen Hinweise für ein sich ausdehnendes Universum lieferten 1929 die Messungen des Astronomen E. Hubble und in den darauf folgenden Jahrzehnten wurde das Modell des „Urknalls“, der den Ausgangspunkt eines expandierenden Kosmos markiert, stetig weiterentwickelt. Ohne Konkurrenz blieb es freilich nicht. In den 50er Jahren war es insbesondere eine Gruppe um Fred Hoyle, die ein grundsätzlich anderes Modell, die Steady State Theorie, vertrat, in dem sich das Universum zwar ausdehnt, die Materiedichte jedoch ständig gleich bleibt, da immer wieder Materie nachproduziert wird – heftige Auseinandersetzungen über die Natur des Universums entbrannten unter den Theoretikern.

Experimente, um die Theorien auf ihren Wirklichkeitsgehalt zu überprüfen, waren technisch schwer realisierbar und so wollte es der Zufall, dass R. Penzias und A. Wilson, Wissenschaftler der Bell Laboratories, 1964 den ersten experimentellen Hinweis zugunsten der Urknalltheorie fanden – die kosmische Hintergrundstrahlung, die bereits Jahre zuvor von G. Gamov und anderen aus thermodynamischen Überlegungen vorhergesagt worden war.

Kosmische Hintergrundstrahlung

Geht man davon aus, dass das Universum umso heißer und dichter war, je weiter man in der Zeit zurückgeht, müssen in einer bestimmten Epoche Materie und Strahlung im Gleichgewicht gewesen sein - das Universum war erfüllt von einem undurchsichtigen, ca. 3000 K heißen Plasma. Energiereiche

Photonen wurden an freien Elektronen gestreut, wobei die spektrale Energieverteilung der Strahlung einer Planck-Kurve entsprach. Als durch die fortschreitende Expansion die Temperatur weiter sank und sich immer mehr Elektronen mit Protonen zu neutralem Wasserstoff vereinigten, wurde die mittlere freie Weglänge der Photonen größer als der kausale Horizont: ab dieser Zeit (ca. 380 000 Jahre nach dem Urknall) konnten sich Photonen ungehindert durch den Raum bewegen und waren nur der Expansion des Universums unterworfen.

R. Tolman konnte bereits 1934 zeigen, dass das Spektrum eines Schwarzen Körpers durch die kosmische Expansion zwar zu niedrigeren Temperaturen hin verschoben wird, seine charakteristische Form jedoch beibehält. Die Strahlung aus der Zeit der letzten Streuung ist heute bis auf 2,75 K abgekühlt und erfüllt beinahe homogen und isotrop das uns zugängliche Universum als Kosmische Hintergrundstrahlung (CMB „Cosmic Microwave Background“).

Das Weltall, wie wir es heute mit Galaxien und Sternen kennen, kann sich jedoch nur gebildet haben, wenn bereits im frühen Universum kleine Fluktuationen vorhanden waren. Ohne jetzt genauer auf deren Ursprung eingehen zu wollen, müssen sie sich im Laufe der Zeit zu Schwankungen in der Materiedichte entwickelt haben, so dass Homogenität und Isotropie zwar auf großen Skalen gewährleistet waren, sich lokal jedoch überdichtete Regionen unter dem Einfluss der Gravitation zu astrophysikalischen Objekten ausbilden konnten.

Nach heutigen Ansichten spielte die nur gravitativ wechselwirkende „Dunkle Materie“ bei diesem Prozess eine entscheidende Rolle. Diese Dichteschwankungen hinterließen ihre Spuren in der Hintergrundstrahlung in Form von Temperaturanisotropien im Bereich von einem hunderttausendstel Grad.

Das COBE-Projekt

Die spektrale Verteilung, die Penzias und Wilson bei der von ihnen entdeckten Strahlung fanden, entsprach in guter Näherung einer Planck-Kurve, doch die Kritiker der Urknalltheorie wollten nicht recht verstummen. In den 70er Jahren

wurden zahlreiche Versuche unternommen, die Messungen zu verfeinern und mit Hilfe von Ballon-Experimenten den störenden Einfluss der im relevanten Frequenzbereich stark absorbierenden Erdatmosphäre zu verringern. John Mather, einer der beiden Nobelpreisträger, wählte ein solches Experiment als Thema seiner Dissertation.

Die Werte, die die Forscher erhielten, waren widersprüchlich. Einige schienen ein Planck-Spektrum zu bestätigen, andere wiederum zeigten deutliche Abweichungen [3].

1974 beschloss die NASA ein satellitengestütztes Experiment für umfangreiche Messungen der Hintergrundstrahlung zu finanzieren. Zur Entwicklung des Cosmic Background Explorer's, der am 18. November 1989 schließlich in eine, der Tag-Nacht-Grenze folgende, Erdumlaufbahn gebracht wurde, trugen die beiden Nobelpreisträger maßgeblich bei.

Das Experiment nutzte drei Instrumente [4]

Das Diffuse Infrared Background Experiment (DIRBE) erstellte eine Infrarotkarte des Himmels in einem Wellenlängenbereich von 1,25 bis 240 μm . Vor allem erhoffte man sich Information über die Emission der ersten Sterne und Galaxien im frühen Universum, um Bedingungen an astrophysikalische Modelle zur Strukturbildung stellen zu können.

Das Differential Microwave Radiometer (DMR) unter der Leitung von G. Smoot sollte Temperaturfluktuationen in der Hintergrundstrahlung finden. Das Instrument, bestückt mit sechs Mikrowellen-Radiometern, arbeitete auf drei Frequenzbändern (31,5, 53 und 90 GHz), wobei jedes Radiometer jeweils zwei 60° auseinander liegende Raumgebiete mit einer Auflösung von 7° verglich.

Das Far Infrared Absolute Spectrophotometer (FIRAS) oblag dem Team von J. Mather und sollte Daten liefern, um die Schwarzkörpurnatur der Hintergrundstrahlung endgültig zu klären. Das Experiment deckte einen Wellenlängenbereich von 0,1 bis 10 mm ab und verglich das erhaltene Spektrum mit dem eines eingebauten Referenz-Schwarzkörpers (ebenefalls mit einer Auflösung von 7°).

Subtrahiert man diese mitsamt der Mikrowellen-Emission der Milchstraße (Abb. 5b), erhält man die gesuchten Fluktuationen aus der Zeit der Rekombination (Abb. 5c). Ein weiteres Ergebnis: die statistische Verteilung der Anisotropien entspricht einer Gaußverteilung, so wie es ein inflationäres Szenario im Rahmen des Standardmodells verlangt. Neben Einschränkungen an andere kosmologische Parameter lieferten COBE-Daten vor allem Hinweise auf die physikalischen Dichten der im Universum vorherrschenden Energieformen, insbesondere der baryonischen und dunklen Materie.

Viele der Vorhersagen der Urknalltheorie waren somit vom Experiment bestätigt worden, und obwohl sich die Vertreter der Steady State Kosmologie seither vergeblich bemühen, ihre Theorie so abzuändern, dass auch diese die zahlreichen Ergebnisse von COBE, dem Nachfolgeprojekt WMAP und vielen anderen astrophysikalischen Messungen erklärt [7] werden, ist das „kosmologische Standardmodell“ des Urknalls die bisher erfolgreichste physikalische Theorie zur Beschreibung des Universums.

Viele Fragen bleiben jedoch offen. Physikalische Beschreibungen der im Universum dominierenden Dunklen Energie sowie der Dunklen Materie stehen noch aus. Die unglaublich hohen Energien, die kurz nach dem Urknall vorherrschten, verlangen nach einer Theorie, die Gravitation und Quantenmechanik vereint.

Was beim Urknall selbst geschah, lässt viel Raum für mathematische Spekulationen, die von experimenteller Überprüfbarkeit jedoch weit entfernt sind. Man darf auf die Entwicklungen der nächsten Jahrzehnte gespannt sein – Revolutionen sind in der Physik bekanntlich keine Seltenheit.

Quellen

- Advanced information on the Nobel Prize in Physics 2006:
http://nobelprize.org/nobel_prizes/physics/laureates/2006/adv.html
Smoot Cosmology Group: <http://aether.lbl.gov>
- [1] Prof. P. Carlson zitiert Dr. J. Mather in der Eingangsrede:
http://nobelprize.org/nobel_prizes/physics/laureates/2006/mather-lecture.html (entnommen am 09.01.07)
 - [2] Perlmutter et al., Phys. Rev. Lett. 83, 670 - 673 (1999)
 - [3] Matsumoto et al., Astrophys. J. 329, 567 (1988)
 - [4] Official NASA Website: <http://lambda.gsfc.nasa.gov/product/cobe/> (entnommen am 09.01.07)
 - [5] Mather, J.C. et al., Astrophys. J 512, 511 (1999)
 - [6] C.L. Bennett et al., Astrophys. J. Supp. 148, 1 (2003)
 - [7] Hoyle et al., Preprint: arXiv:astro-ph/0101551 (v131.01.2001)

Abbildungen

- Abb. 1 Copyright © Nobel Web AB 2006, Photo: Mirek Labedzki
Abb. 2 Smoot Cosmology Group, <http://aether.lbl.gov/blackbody.html> (entnommen am 10.01.2007)
Abb. 3 Boggess, N.W. et al, Astrophys. J. 397, 420 (1992)
Abb. 4 Mather, J.C., Astrophys. J. 420, 440 (1994)
Abb. 5 Smoot Cosmology Group: http://aether.lbl.gov/two_four_maps.html (entnommen am 10.01.2007)

Bereits nach wenigen Minuten lieferte der Satellit erste bahnbrechende Ergebnisse, die im Laufe der folgenden Jahre bestätigt und verbessert wurden. Die Messungen von FIRAS ergaben das nahezu perfekte Spektrum eines Schwarzen Körpers (Abb. 4) mit einer Temperatur von 2.725 ± 0.002 K [5].

Der zweite große Durchbruch gelang, als COBE es tatsächlich schaffte, die von der Theorie vorhergesagten winzigen Temperaturunterschiede der Größenordnung $\Delta T/T = 10^{-5}$ in der kosmischen Hintergrundstrahlung nachzuweisen. Experimentell eine extreme Herausforderung für das Team um G. Smoot, denn zu Beginn des Projekts vermuteten die Theoretiker die Fluktuationen bereits in einem Bereich von tausendstel Grad. (Der Einfluss der Dunklen Materie bei der Bildung kosmischer Strukturen wurde während der Entwicklung des Projekts immer evidenter).

Abb. 5 visualisiert die durch COBE gemessenen Anisotropien in galaktischen Koordinaten auf verschiedenen Skalen. Abb. 5a zeigt die so genannte Dipolanisotropie mit einer Amplitude von 3.346 ± 0.017 mK [6], die durch die Bewegung des Sonnensystems gegenüber dem Strahlungshintergrund entsteht.

Tragbare Sonnenuhren in Europa ab 1400

Ilse Fabian

Einleitung

So wie wir aus dem Umlauf der Erde um die Sonne das JAHR und aus dem Umlauf des Mondes um die Erde den MONAT als Zeitmaß ableiten, so bestimmt der scheinbare Lauf der Sonne am Himmelsgewölbe, begründet in der Drehung der Erde um ihre Achse, den Rhythmus des TAGES. Wenn wir den Schattens eines Gegenstandes unserer nächsten Umgebung oder eines – im einfachsten Fall – senkrecht in die Erde gesetzten Stabes, eines Gnomons (griech.: Weiser, Zeiger) beobachten, erkennen wir diese Bewegung wieder. Dabei ändert der Schatten im Laufe des Tages seine Länge und seine Richtung. Der Sonnenlauf kann somit durch geometrische Größen – einer Länge und eines Winkels – erfasst und mittels eines technischen Gerätes, der Sonnenuhr, gemessen werden.

In der langen Entwicklungsgeschichte der Sonnenuhren sind je nach dem Wissensstand der Zeit und eingebettet in das jeweilige kulturelle Umfeld verschiedene Sonnenuhrarten erdacht und gebaut worden. Am Einfachsten ist wohl, ortsfeste Sonnenuhren von tragbaren Sonnenuhren zu unterscheiden. Erstere sind mehrheitlich großformatig an vertikalen Wänden markanter Gebäude weithin sichtbar für mehrere Betrachter angebracht, aber auch als horizontale Sonnenuhren auf größeren öffentlichen Plätzen oder Gärten zu finden. Letztere sind, entweder als Tisch- oder Reisesonnenuhren, Gebrauchsgegenstände für den Einzelnen.

Von der Vielfalt der Stunden

Kanoniale Stunden

Im frühen Mittelalter wurden an den Südwänden vieler Kirchen und Klöster kurze Stäbe aus Metall oder Holz horizontal in die Mauer eingeschlagen. Unter dem Stab, der den Mittelpunkt bildete, wurde ein Halbkreis in den Stein geritzt, der durch Kreisradien in mehrere gleich große Sektoren geteilt war. Vermutlich wurde durch die Anzeige dieser Uhren der Ablauf des klösterlichen Lebens geregelt. Abgesehen von der senkrechten Mittagslinie markierten diese Linien noch keine Stundenlinien im eigentlichen Sinn. Man spricht von kanonialen Stunden und nennt die Uhren kanoniale Uhren.

Dr. Ilse Fabian hat Physik und Mathematik am HIB Boerhaavegasse unterrichtet. Dieser Beitrag erschien im Katalog der Ausstellung „Technik“ im Linzer Schlossmuseum. eMail: ilse.fabian@chello.at

Temporalstunden

Als das städtische Gemeinwesen in Mitteleuropa im Entstehen war und bessere Zeitmessgeräte – wie das Astrolabium aus dem arabischen Raum und der daraus entwickelte einfachere Sonnenquadrant – bekannt wurden, wandte man sich einer anderen Form der Tageseinteilung zu. Der lichte Tag und die Nacht wurden in jeweils zwölf gleiche Teile geteilt. Eine Einteilung, die schon in der Antike gebräuchlich war. Die Längen der Stunden variierten je nach Jahreszeit. So waren in unseren Breiten im Sommer die Stunden des Tages länger als die Stunden der Nacht, und im Winter war es umgekehrt. Man spricht von Temporalstunden.

Äquinoktialstunden

Ab dem 14. Jahrhundert bis hin an die Schwelle zur Neuzeit treten wesentliche Veränderungen ein, die eine neue Epoche im europäischen Sonnenuhrbau einleiten. Die Richtung des Schattengebers wird verändert. Er steht nicht mehr im rechten Winkel zur Ebene der Sonnenuhr, sondern verläuft parallel zur Erdachse und zeigt so zum Himmelsnordpol, jenem fiktiven Punkt am Himmel, in dem die gedachte Verlängerung der Erdachse, die Polachse, das Himmelsgewölbe durchstößt. Der Schattengeber wird demnach »Polstab« genannt. Diese Änderung hat zur Folge, dass ab nun die mit dem Polstab ausgestatteten Polos-Sonnenuhren, wie die bereits im Einsatz stehenden Räderuhren, das ganze Jahr hindurch gleich lange Stunden – »Äquinoktialstunden« – anzeigen. Es beginnt die Zeit der »modernen Sonnenuhren« und neue Stundenzählungen werden eingeführt: Unter »gemeinen«, »deutschen« oder »französischen« Stunden (horae communes) versteht man jene Stunden, bei denen

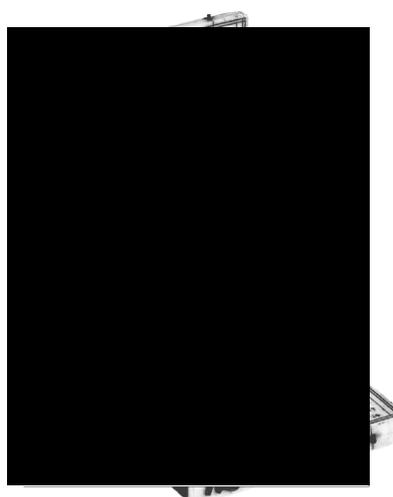


Abb. 1: Klappsonnenuhr (Werkstatt Leonhard Miller, 1685). In den Kreisen um den Kompass sind die symmetrischen Zifferblätter für die gemeinen Stunden zu sehen (Polfaden fehlt). Unten links das Zifferblatt für die italienischen Stunden seit Sonnenuntergang (10h-22h), unten rechts das Zifferblatt für die babylonischen Stunden seit Sonnenaufgang (2h-14h). Als Schattengeber fungieren die Spitzen der beiden kleinen Metallstifte. Inv. Nr. T1964/0149. © OÖ. Landesmuseum, E.G.

die Zeit von Mitternacht bis zur nächsten Mitternacht in 24 gleiche Stunden geteilt wird, wobei die Zählung bei Mitternacht 0 Uhr beginnt und bei Mittag 12 Uhr endet, um ab hier bis Mitternacht wiederum zwölf Stunden zu zählen. Bei den »italischen« (auch italienischen), »böhmischen« oder »welschen« Stunden beginnt die Stundenzählung bei Sonnenuntergang (*horae ab occasu solis*) und bei den »babylonischen« oder »griechischen« Stunden bei Sonnenaufgang (*horae ab ortu solis*).

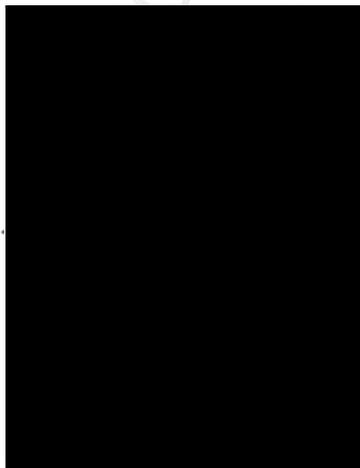
Tragbare Sonnenuhren

Anhand ausgewählter Objekte der Sonnenuhrensammlung des Oberösterreichischen Landesmuseums wird ein Überblick über die verschiedenen Sonnenuhrtypen gegeben, wobei in diesem Rahmen nur die wichtigsten Sonnenuhrarten vorgestellt werden können. Eine übliche Einteilung der tragbaren Sonnenuhren erfolgt nach jenen astronomischen Parametern, auf welchen die Funktionsweise der Uhren beruht. Dies sind: Die Höhe, das Azimut und der Stundenwinkel der Sonne. Demnach unterscheidet man Höhensonnen-uhren, azimutale Uhren und Polos-Sonnenuhren.

Höhensonnenuhren (Abb. 2a)

Unter der Höhe der Sonne versteht man ihre Stellung über dem Horizont. Gemessen wird sie als vertikaler Winkel vom Horizont ausgehend zum Sonnenmittelpunkt hin. Der Sonnenstand ändert sich im Laufe des Tages und kann so zur Zeitbestimmung herangezogen werden. Dabei ist zu beachten, dass die Sonne zweimal am Tag die gleiche Höhe erreicht: einmal am Vormittag und einmal am Nachmittag. Außerdem ändert sich die Höhe der Sonne auch mit den Jahreszeiten und ist zudem von der geografischen Breite des Beobachtungsorts abhängig. So ist bei den Stundenlinien der Höhensonnenuhren, die für eine bestimmte geografische Breite konstruiert sind, eine Datumsangabe notwendig und der Beobachter muss beim Ablesen selbst entscheiden, ob es sich um eine Vormittagsstunde oder eine Nachmittagsstunde handelt.

Abb. 2a: Vertikale, ebene (schinkenförmige) Höhen-sonnenuhr aus Messing (F. Zappeck, 19. Jhd). Auf der Rückseite wird der längere Arm eines Gelenkzeigers auf die Datumsmarkierung am linken Rand gedreht und danach der an ihm schwenkbar befestigte kleinere Zeiger, der als Gnomon fungiert, normal aufgerichtet. An seinem Schatten auf den Stundenlinien am rechten Rand wird die Zeit abgelesen. Inv. Nr. T1938/0144.



Die ältesten tragbaren Höhensonnenuhren stammen aus Ägypten, wo mit der Sonnenuhr des Pharao Thutmosis III. um 1500 v. Chr. die Geschichte der tragbaren Sonnenuhren

beginnt. Am Ende einer Leiste war ein vertikales Brettchen angebracht, das als Schattengeber fungierte. An der Leiste konnten so die Schattenlängen beobachtet werden.

Zylindersonnenuhr (Abb. 2b)

Die älteste bis heute bekannte Zylindersonnenuhr¹⁾ stammt aus der Zeit des 1. Jhd. n. Chr. Zylindersonnenuhren wurden in verschiedenen Ausführungen über Jahrhunderte verwendet. Französische Hirten hatten sie bis ins 19. Jhd. im Gebrauch.

Am unteren Rand eines Zylinders sind auf einem Band die Tierkreiszeichen oder das Datum eingetragen. In regelmäßigen Abständen laufen senkrechte Linien bis zum oberen Rand. Auf diesen Linien sind für jede Stunde die Schattenlängen des horizontalen, am oberen Zylinder- rand drehbaren Zeigers aufgetragen und markiert. Verbindet man die mit gleicher Zeit markierten Punkte, erhält man gekrümmte Stundenlinien.

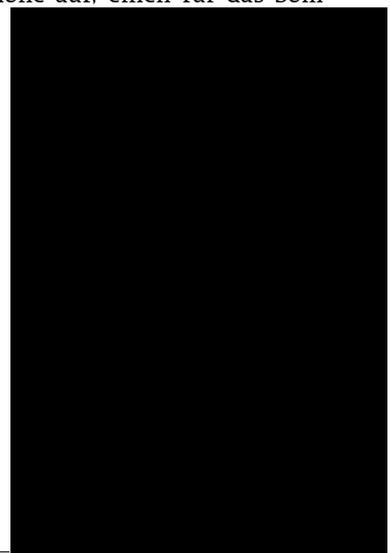
Abb. 2b: Zylindersonnenuhr aus Messing (Ende 18. Jhd). Zum Ablesen der Zeit wird der am oberen Zylinderrand drehbare Zeiger auf die entsprechende Datumslinie gestellt und die Uhr so lange gedreht, bis dieser einen senkrechten Schatten wirft. Am Schattenendpunkt kann die Zeit abgelesen werden. Inv. Nr. T1964/0139.



Einfache Ringsonnenuhr (Abb. 2c)

Die älteste Beschreibung der Ringsonnenuhr erfolgte im 15. Jhd.²⁾ In seiner einfachsten Form besteht der Bauernring, wie diese einfache Sonnenuhr auch genannt wird, aus einem Metallring, der an einer Stelle ein kleines Loch aufweist und mit einer Aufhängevorrichtung versehen ist. Der Ring wird so lange gedreht, bis ein Lichtstrahl durch das Loch auf die Innenfläche des Ringes und die dort eingravierten oder eingestanzten Stundenlinien fällt. Manche Bauernringe weisen zwei Lochgnomone auf, einen für das Sommerhalbjahr und einen für das Winterhalbjahr; wieder andere sind mit einem verschiebbaren Lichtschlitz versehen, der auf das jeweilige Datum eingestellt werden kann. Der Verlauf der Stundenlinien hängt neben anderem von diesen Konstruktionsdetails ab³⁾.

Abb. 2c: Bauernring aus Messing (1703). Außen in einer Nut drehbarer dünner Ring mit Lochgnomon; innen nach Winter- und Sommermonaten getrennte Stundenlinien. Inv. Nr. T1934/0007. © ÖÖ. Landesmuseum, E.G.



¹⁾ Schaldach 1997, S. 39-46.

²⁾ Drecker 1925, S. 90.

³⁾ Sonderegger 2005, S. 32-39.

Sonnenquadrant

Der Sonnenquadrant, eine Scheibe in Form eines Viertelkreises versehen mit einer Gradeinteilung am Kreisrand, einer Visiervorrichtung (Absehe) und einem Lot mit Perle, ermöglicht über die Höhenbestimmung der Sonne auch die Zeitbestimmung, aber auch astronomische und geodätische Messungen. Welch große Bedeutung ihm einst zukam, ist daran zu erkennen, dass er in vielen verschiedenen Formen⁴⁾ ausgeführt wurde und sein Name in manchen Sprachen (z.B. ital.: *quadrante solare*) als Synonym für die Sonnenuhr an sich zu finden ist. In der Schrift *Collectanea astronomica* des Johannes von Gmunden findet sich eine Abbildung, die als Vorlage für den 1438 aus Elfenbein gefertigten Sonnenquadranten Kaiser Friedrichs III. diente.

Allgemeines Uhrtäfelchen (Abb. 3)

Im Jahre 1475 veröffentlichte in Nürnberg Johannes Müller, genannt Regiomontanus (1436-1476), jener herausragende Gelehrte auf dem Gebiet der Astronomie und Mathematik, einen Kalender, der eine Zeichnung des Uhrtäfelchens samt beigefügtem Gelenkzeiger aus Messingblech enthielt.⁵⁾ Seine Anwendung ist der des Sonnenquadranten ähnlich, nur dass beim *Quadratum horarium generale*, wie das allgemeine Uhrtäfelchen auch genannt wird, zusätzlich mittels des Gelenkzeigers die geografische Breite des Beobachtungsortes eingestellt werden kann. Dadurch ist es weitgehend universell einsetzbar. Diese besondere Uhr, die Gnomoniker und Mathematiker immer wieder beschäftigte⁶⁾, zeichnet sich auch dadurch aus, dass sie mehrere zusätzliche Anzeigen hat. Unter anderem ist damit auch – für eine Sonnenuhr ungewöhnlich – die Bestimmung der Dämmerungsdauer möglich. Als Vorläufer des *Quadratum horarium generale* kann das *Navicula de Venetiis* angesehen werden, dessen Name von der äußeren Form, die einem Schiffchen gleicht, abgeleitet wird.⁷⁾



© Archiv der Sternwarte Kremsmünster, aus: Bion 1726.

⁴⁾ Rohr 1982, S. 140-147.
⁵⁾ Drecker 1925, S. 93-94.
⁶⁾ Ebenda, S. 94-96.
⁷⁾ Higton, S. 26-30.

Hohlflächensonnenuhr

Zu den ästhetisch besonders ansprechenden Uhren gehören die aus kostbaren Materialien gefertigten Bechersonnenuhren.⁸⁾ Als Gnomon dient ein in das Becherinnere ragender Metallstift; die Stundenlinien sind in die Becherwandung eingelassen. Sie sind bei Kelchen aus Metall eingraviert, bei Glasbechern⁹⁾ farbig eingezeichnet, wobei Glas als Material für Sonnenuhren eine Besonderheit darstellt.

Eine bemerkenswerte Uhr ist die becherförmige hemisphärische Uhr (Patent H. Schmeisser 1861, Berlin) (Abb. 4), bei welcher der Kreuzungspunkt zweier Fäden am Becherrand, die normal aufeinander stehen und gespannt sind, die Gnomonspitze bildet.

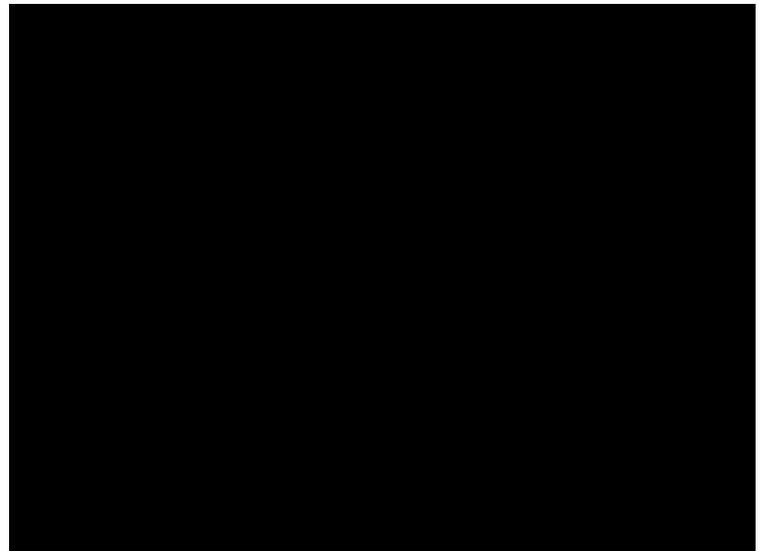


Abb. 4: Hohlflächensonnenuhr aus violett glasiertem Steingut. (H. Schmeisser u. A. Meissner, Patent 1861 Berlin). Feines Lineament des Zifferblattes mit Datumslinien für jeden dritten Tag und 5-Minutenmarkierungen. Am Boden ringförmig angebrachte Zeitgleichungstabelle. Inv. Nr. PH 034. © OÖ. Landesmuseum, E. G.

Azimutale Sonnenuhren

Unter dem Azimut der Sonne versteht man ihre momentane Himmelsrichtung. Gemessen wird es entlang des Horizonts als Winkel, um welchen diese Richtung von der Südrichtung abweicht. Das Azimut der Sonne ändert sich im Tagesverlauf und ist von der Jahreszeit und der geografischen Breite des Beobachtungsortes abhängig. Das bedeutet, dass die Stundenlinien der azimutalen Sonnenuhren, die nur für eine bestimmte geografische Breite konstruiert werden können, Datumsangaben beinhalten müssen.

Analematische Sonnenuhr

Bei einer azimutalen Sonnenuhr (Abb. 5) mit feststehendem senkrechtem Gnomon auf horizontaler Platte sind die Stundenlinien gekrümmte Linien. Wesentlich einfacher lässt sich das Zifferblatt gestalten, wenn man einen entlang einer Datumsleiste verschiebbaren Gnomon verwendet.

⁸⁾ Ebenda, S. 30-32.
⁹⁾ Husty, S. 9-11.

Die Stundenpunkte sind dann auf einem elliptischen Zifferband angeordnet. Derartige azimutale Uhren werden analematische Sonnenuhren genannt.



Abb. 5: Analematische Sonnenuhr aus Messing mit elliptischem Zifferband und einem entlang der Datumslinie verschiebbaren senkrechten Schattengeber. Darüber befindet sich eine Horizontaluhr, deren Poldreieck fehlt (P. J. Orient S. J., 1724). Zum Ablesen der Zeit wird die Messingplatte so lange gedreht, bis beide Uhren dieselbe Zeit anzeigen. Dadurch erübrigt sich das Anbringen eines Kompasses.
Inv. Nr. PH 036. © OÖ. Landesmuseum, E. G.

Magnetische azimutale Sonnenuhr

Bei feststehendem Gnomon und beweglichem elliptischem Zifferblatt wird anstelle des Gnomons die Magnetnadel des Kompasses zur Zeitanzeige herangezogen. Angemerkt sei, dass nur bei einer sehr geringen Missweisung magnetische azimutale Sonnenuhren ohne größeren Aufwand gehandhabt werden können. Charles Bloud, Sonnenuhrbauer aus Dieppe in der Normandie – eines der Zentren der Herstellung von Sonnenuhren –, erzeugte um 1650, einer Zeit mit geringer Missweisung, magnetische azimutale Reisesonnenuhren.¹⁰⁾

Polos-Sonnenuhren

Das Charakteristikum der Polos-Sonnenuhren ist der geneigte, erdachsenparallele Schattengeber (z.B. Polstab) und die geraden Stundenlinien auf ihren Zifferblättern. Die von einem Punkt ausgehenden strahlenförmigen Stundenlinien einer nach Süden ausgerichteten vertikalen Polos-Sonnenuhr verlaufen symmetrisch bezüglich der 12-Uhr-Linie und sind relativ einfach zu konstruieren. Jede Abweichung von der exakten Südrichtung hat eine Veränderung der Stundenlinien zur Folge, die einer besonderen Konstruktion bedürfen (siehe Würfelsonnenuhr in Abb. 6). Wollte man auch an beliebig ausgerichteten Wänden ortsfeste Sonnenuhren mit symmetrischen Zifferblättern anbringen, so bediente man sich eines Kunstgriffs, indem man die Sonnenuhr aus der Wand in die gewünschte Südrichtung drehte, wie es an der ältesten ortsfesten oberösterreichischen Sonnenuhr aus dem Jahr 1454 an der Pfarrkirche zum Hl. Johann in Waldhausen geschah.¹¹⁾

¹⁰⁾ Cowham 2004, S. 56-60.

¹¹⁾ Schwarzingger 2003, S. 75.

Abb. 6: Würfelsonnenuhr (H. Frank, um 1840) aus Holz mit aufgeklebten Kupferstichen für die fünf Zifferblätter. Im Bild sind die vertikale Süduhr mit dem symmetrischen Zifferblatt und einem Poldreieck und die Ostuhr mit den parallelen Stundenlinien und dem stegförmigen Schattengeber sichtbar. Inv. Nr. T1949/0126. © OÖ. Landesmuseum, E. G.

Man ist demnach bei der Konstruktion des Zifferblattes ortsfester Sonnenuhren an die Vorgabe der Wandrichtung gebunden; ist jedoch die Uhr einmal eingerichtet, sind keinerlei Zusatzgeräte zum Ablesen der Zeit notwendig. Im Gegensatz dazu kann man bei der Herstellung tragbarer Polos-Sonnenuhren immer das einfache Zifferblatt einer Süduhr wählen, muss jedoch für jedes Ablesen der Zeit die Uhr auf Neue nach Süden ausrichten. Dazu benötigt man ein leicht handhabbares Zusatzgerät, welches die genaue Bestimmung der Nord-Südrichtung rasch ermöglicht: einen Kompass. Somit ist die Geschichte dieser Art von tragbaren Sonnenuhren eng mit jener der Kompass verbunden.¹²⁾ Die erste Erwähnung eines Kompasses in der westlichen Welt im Jahr 1190 findet sich in den Schriften des Augustinermönchs Alexander von Neckham (1157-1217).“

Horizontalsonnenuhr (Abb. 7a-c)

Die von Georg von Peuerbach erfundene und 1451 für Kaiser Friedrich III. aus Messing hergestellte Uhr mit Kompass gilt als erste horizontale Reisesonnenuhr.¹³⁾ Ein Faden, dessen Enden an einer horizontalen Platte bzw. an einem mit ihr verbundenen, beweglichen Steg befestigt sind, und der sich beim Aufklappen spannt, dient als Polstab. Die Genauigkeit der Uhr wird nicht nur durch die Feinheit des Polstabes, sondern in besonderem Maße durch die erstmalige Berücksichtigung der Missweisung erhöht. Diese ist am Boden der Kompassbüchse in Form eines Pfeils eingegritzt. Unter der Missweisung versteht man die Abweichung des magnetischen vom geografischen Nordpol. Sie ist von Ort zu Ort verschieden und ändert sich langsam im Laufe der Zeit. Auf Grund dieser Tatsache ergeben sich für Uhren mit eingezeichneten Missweisungen Datierungshinweise.¹⁴⁾

¹²⁾ Körber 1965, S. 46-76.

¹³⁾ Samhaber 2000, S. 184-191.

¹⁴⁾ wie Anm. 12, S. 109-113.

Zu den wesentlich späteren horizontalen Reisesonnenuhren gehören die weit verbreiteten »Butterfield« Uhren (Abb. 8), die nach dem ersten Hersteller dieses Uhrentyps, Michael Butterfield (1635-1724), benannt sind. Er kam um 1663 aus London nach Paris und stellte dort in seiner Werkstätte horizontale Reisesonnenuhren her. Sie bestanden aus einer meist achteckigen Grundplatte, die in der Regel mehrere Zifferblätter trug, einem Kompass und einem umklappbaren Poldreieck. Am Poldreieck konnten mit einem Zeiger Neigungen für verschiedene Breiten eingestellt werden. Den Zeiger in Form eines Vogelschnabels – ein Markenzeichen Butterfields – übernahmen die meisten weiteren Hersteller dieses Uhrentyps. Butterfields Ruf war weit über die Grenzen Frankreichs gedungen, so dass ihm 1717 sogar Zar Peter der Große anlässlich seiner Reise durch Westeuropa die Ehre seines Besuches zuteil werden ließ.¹⁵⁾

n
96.

Abb. 8: »Butterfield« Uhr aus Messing (um 1700).
Achteckige längliche Horizontaluhr mit mehreren Zifferblättern, Kompass und einem umklappbaren Poldreieck, das auf verschiedene geografische Breiten eingestellt werden kann. Inv. Nr. T1964/0161. © ÖÖ. Landesmuseum

ss

Abb. 7c: Horizontale Sonnenuhr aus Solnhofer Schiefer mit Tierkreiszeichen und Tierkreissternbildern (Anton Herrstorfer, 1855). Inv. Nr. T1942/0620. © ÖÖ. Landesmuseum, E. G.

Abb. 9: Konstruktionsschema für die Stundenlinien einer Horizontal- bzw. Vertikaluhr: Die Stundenlinien auf dem Zifferblatt einer äquatorialen Uhr (Mitte), welches normal auf den Polstab steht, verlaufen vom Mittelpunkt aus in Abständen von jeweils 15 Grad radial nach außen. Die Projektion dieser Stundenlinien auf eine horizontale bzw. vertikale Ebene erzeugt die entsprechenden Stundenlinien für das Zifferblatt einer Horizontal- bzw. Vertikaluhr. © Archiv der Sternwarte Kremsmünster, aus: Welper 1708.

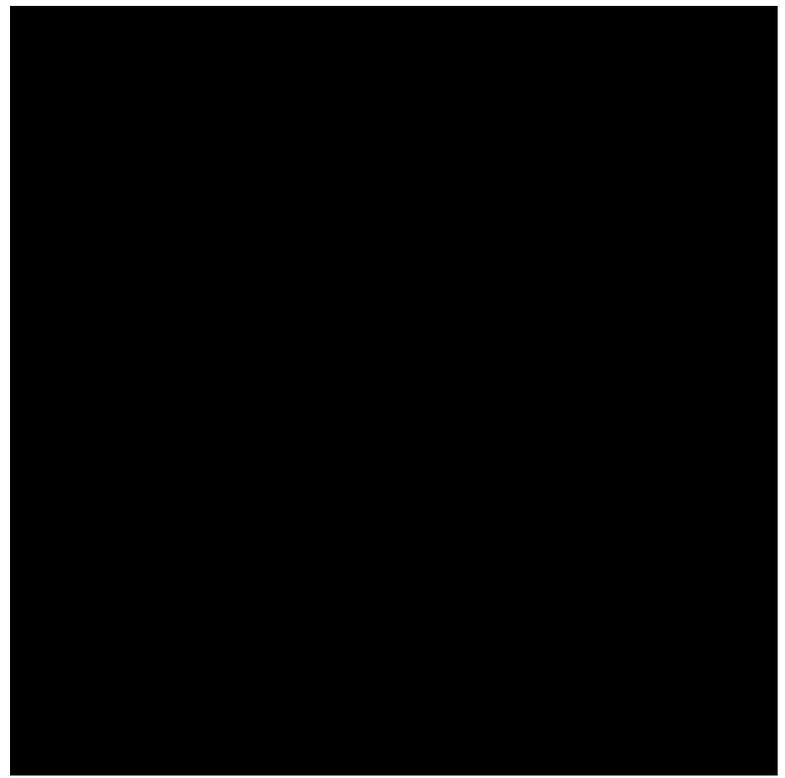
¹⁵⁾ wie Anm. 7, S. 103.

Klappsonnenuhr (Abb. 10a-c)

Klappsonnenuhren bestehen aus zwei rechteckigen Platten aus Holz oder Elfenbein, die an ihrer Schmalseite durch Gelenke beweglich miteinander verbunden sind. Die eine Innenfläche trägt das Zifferblatt einer Vertikaluhr, die andere das einer Horizontaluhr. Beim Öffnen der Uhr bis zum Anschlag spannt sich der gemeinsame Polfaden. In die horizontale Platte ist ein Kompass eingelassen. Um die Uhr auch für Orte anderer geografischer Breiten einsetzbar zu machen, wurden in der Mitte der Vertikaluhr mehrere Löcher untereinander angebracht, in die das eine Ende des Polfadens je nach den daneben angegebenen geografischen Breiten eingefädelt werden konnte. Die dazugehörigen horizontalen Zifferblätter sind meist in konzentrischen Kreisen um den Kompass oder am Rand angebracht. Neben dieser Grundausstattung gibt es eine Reihe von Zusätzen für die Innenflächen der Uhr. Auf den beiden Außenflächen finden oft Monduhren, Windrosen, ewige Kalender, Epakten tafeln zur Bestimmung des Osterdatums, Zifferblätter äquatorialer Uhren oder Ortslisten mit den zugehörigen geografischen Breiten Platz.

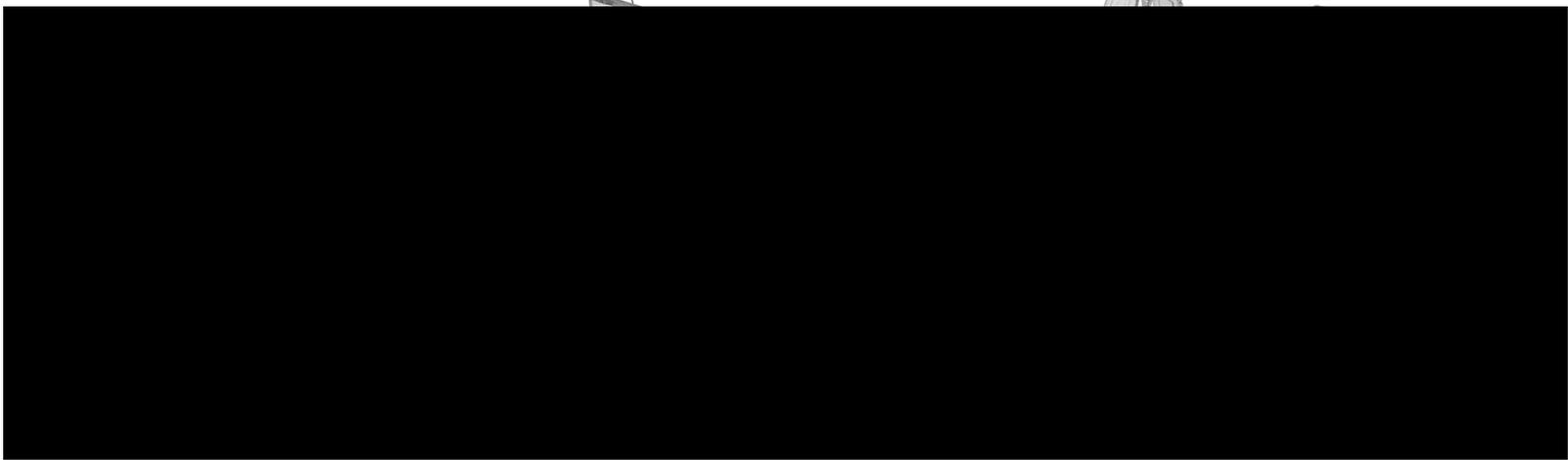
Als Material wurde bevorzugt Elfenbein verwendet. Es ist leicht bearbeitbar und hat im Gegensatz zu Metall den Vorteil, dass es weniger stark reflektiert und sich die eingefärbten Stundenlinien vom hellen Hintergrund gut abheben. Bei der einfacheren Ausführung in Holz wurden die Oberflächen mit Papier beklebt, auf welchem die Stundenlinien und schmückende Ornamente gedruckt wurden.

Das Wissen und handwerkliche Können der Kompassmacher, wie die Hersteller dieser Uhren auch genannt wurden, ging vom Vater auf den Sohn über und blieb so über zwei bis drei Generationen in einer Familie. In Nürnberg, dem bedeutendsten Zentrum des Sonnenuhrbaus des 16. und 17. Jhds, in Nürnberg, dominierten die Familien Karner, Lesel, Miller, Reinmann, Troschel und Tucher über eine lange Zeit die Erzeugung und den Markt.¹⁶⁾



Büchsen-sonnenuhr (Abb. 11)

Besonders wertvolle, mit edlen Metallen überzogene Uhren in Art der Klappsonnenuhren – die Büchsen-sonnenuhren – wurden von Ende des 16. Jhds bis zum Ausbruch des Dreißigjährigen Krieges in Augsburg von begabten und in der Astronomie bewanderten Künstlern, wie Christoph Schisslerd.Ä. (1531-1608), Ulrich Schniep (um 1520-1588) und Erasmus Habermel (1540(?) -1606) hergestellt. Diese Uhren waren geschätzte Sammelobjekte des Adels und brachten den Herstellern hohe Ehren ein; so wurde z.B. Habermel 1594 an den Hof Rudolphs II. nach Prag berufen und Ulrich Schniep erhielt 1551 als Auszeichnung für seine Kunst von Kaiser Karl V. ein Wappen mit einer Himmelskugel und einer Sonnenuhr verliehen.¹⁷⁾



waagrechten Metallstift, dessen Spitze als Schattengeber dient und Verzeichnis von Länder- und Städtenamen samt geografischen Breitenangaben. Unten: Kompass mit dem Meistersiegel Tuchers (Schlange mit Krone) und Zifferblätter für die gemeinen Stunden und für die Nürnberger Stunden. Inv. Nr. T1964/0150.

Abb. 10b: Klappsonnenuhr aus Holz mit aufgeklebten kolorierten Kupferstichen (J. P. Stockert, Ende 18. Jhd). Inv. Nr. T1964/0153.

Abb. 11: Büchsen-sonnenuhr aus vergoldeter Bronze (U. Schniep, 1578). Im Inneren ist um einen Kompass eine Horizontaluhr mit einem aufklappbaren Polfadenhalter samt langem Lotsenkel und im Innendeckel eine Monduhr (Drehscheibe fehlt) sichtbar. Inv. Nr. T1964/0140. © ÖÖ. Landesmuseum, E. G.

¹⁶⁾ Gouk 1988, S 49-64.

¹⁷⁾ Hausmann 1989, S. 28-32.

Äquatoriale Sonnenuhr (Abb. 12a, 12b)

Nach den Wirren des Dreißigjährigen Krieges konnten im 18. Jhd. in Augsburg die Sonnenuhrbauer Johann Georg (1720-1765) und Andreas Vogler (1730-1800), Ludwig Theodatus Müller (1710-1770), Johann Martin Willebrand (1714-1742) und Nikolaus Rugendas III. (1665-1745) und andere wieder an die Tradition ihrer Vorgänger anknüpfen. Augsburg wurde zu einem weiteren Zentrum für Sonnenuhren, im speziellen für äquatoriale Sonnenuhren, deren regelmäßiges Zifferblatt normal auf den Polstab steht. Die Möglichkeit, die Uhr mit einem Gradbogen exakt auf verschiedene Breiten einzustellen, brachte eine entscheidende Verbesserung gegenüber den bisher gebauten Klappsonnenuhren.

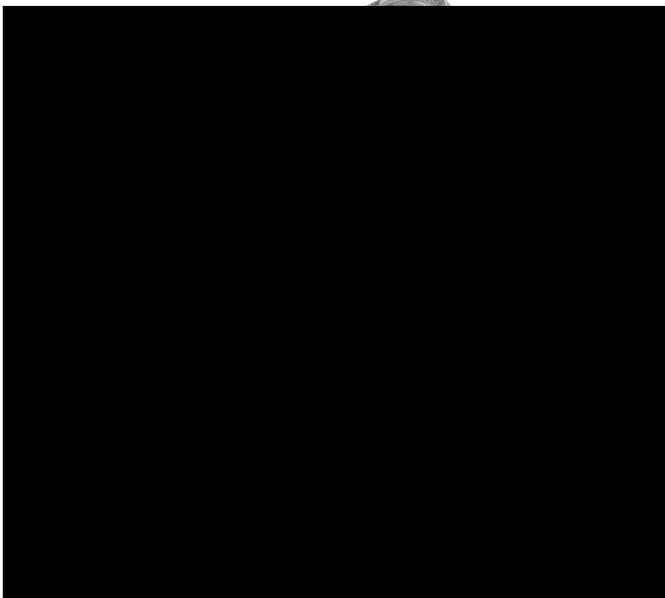


Abb.12b: Horizontalsonnenuhr aus Messing mit Poldreieck und Senkel und zusätzlich aufgesetztem äquatorialem Stundenring samt Zeiger (F. Resl, 1759). Inv. Nr. T1942/0094. © ÖÖ. Landesmuseum, E. G.

Äquatoriale Ringsonnenuhr (Abb. 13a, 13b)

Eine weltweit einsetzbare Variante der äquatorialen Sonnenuhr ist die äquatoriale Ringsonnenuhr, auch Universalring genannt. Sie besteht aus dem Meridianring zur Einstellung der geografischen Breite, dem Stundenring und einer Schiene in Richtung der Polachse. Ein Lochnomon kann mittels eines Schiebers entlang dieser Schiene auf das entsprechende Datum eingestellt werden.

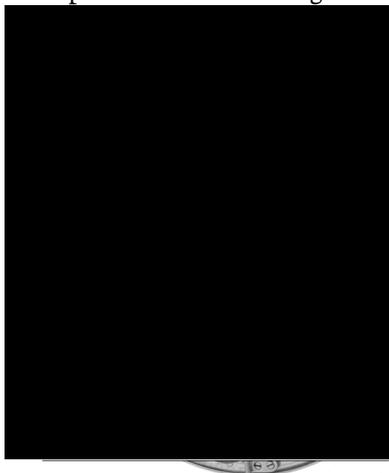


Abb. 13a: Äquatoriale Ringsonnenuhr aus Messing. Der Meridianring ist mit seiner Aufhängevorrichtung auf verschiedene geografische Breiten einstellbar. Am erdachsenparallelen Steg in der Mitte kann ein Schieber mit einem Loch auf das entsprechende Datum gestellt werden. Die Uhr wird gedreht, bis ein Lichtpunkt am Stundenring sichtbar wird. Inv. Nr. T1964/0136.

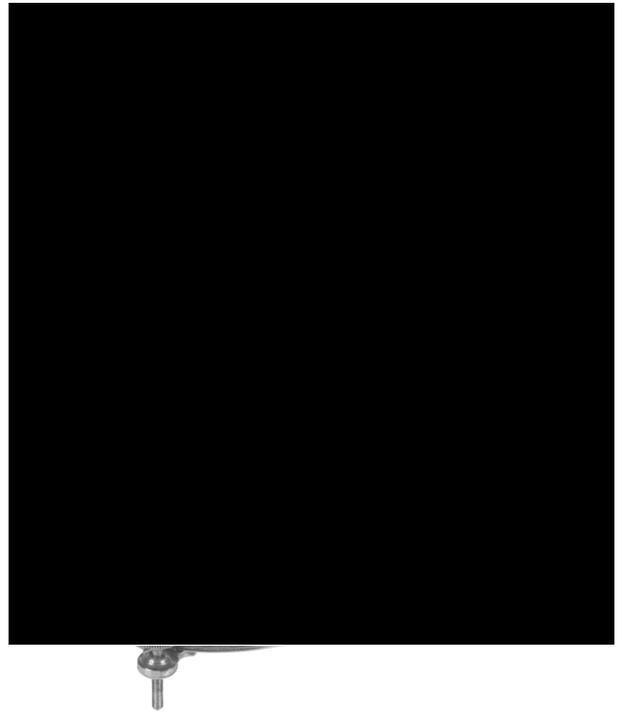


Abb. 13b: Äquatoriale Ringsonnenuhr aus Messing mit Kompass und Halterung für den Meridianring (Mitte 19. Jhd.). Inv. Nr. T1942/0098. © ÖÖ. Landesmuseum, E. G.

Äquatoriale Sonnenuhr mit Minutenanzeige (Abb. 14)

Ab dem 15. Jhd. verlief die Entwicklung der Sonnenuhren parallel zu jener der mechanischen Uhren, ein Umstand, der eine gegenseitige Beeinflussung zur Folge hatte. So wurden lange Zeit die vorerst noch ziemlich ungenauen Räderuhren nach den Sonnenuhren wieder richtig gestellt. Umgekehrt haben die später sehr genauen mechanischen Uhren die Hersteller von Sonnenuhren zu Überlegungen zur Steigerung der Genauigkeit ihrer Uhren angeregt. Dies führte auch dazu, dass äquatoriale Sonnenuhren mit mechanischen Zusatzgeräten zur Minutenanzeige ausgerüstet wurden.

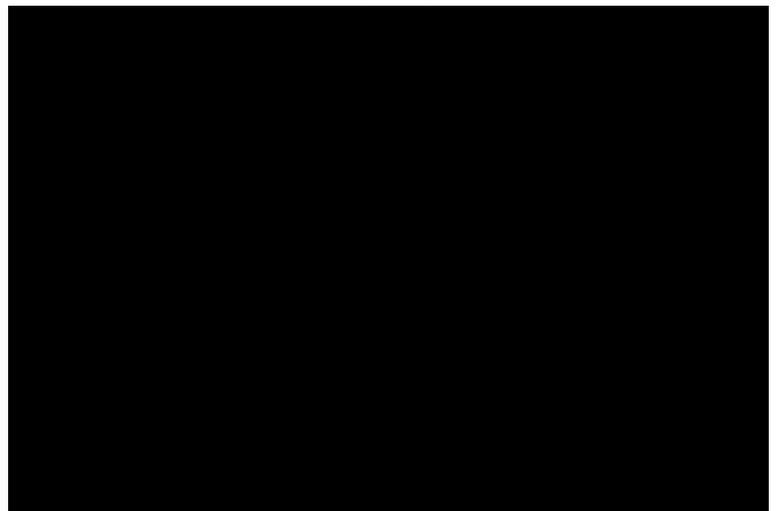


Abb. 14: Äquatoriale Sonnenuhr aus Messing mit Minutenanzeige (Filippo et Xaveri Fratelli De Bianchy, 1764). Am äquatorialen gezähnten Zifferblatt ist ein Stundenanzeiger angebracht. An dessen unterem Ende befindet sich ein Aufsatz mit Gradbogen samt Visiereinrichtung und Monatsskala für die Datumseinstellung. Am oberen Ende des Zeigers ist eine kleine Minutenscheibe mit Kurbel angebracht, durch die ein unter dieser Scheibe befindliches Zahnrad um das Stundenzifferblatt so lange gedreht wird, bis an der Visiereinrichtung Licht einfällt. In dieser Stellung können mittels der beiden Zeiger am Stundenzifferblatt die Stunde und auf der Minutenscheibe die Minuten abgelesen werden. Inv. Nr. T1942/0097. © ÖÖ. Landesmuseum, E. G.

Sonnenuhren für die Mittlere Zeit und die Zonenzeit

Sonnenuhren zeigen die ihrem Aufstellungsort entsprechende, vom Tagesgang der Sonne bestimmte Zeit, die so genannte Wahre Ortszeit an. Die Sonne bewegt sich jedoch mit unterschiedlicher Geschwindigkeit auf ihrer Bahn, die zudem gegen den Himmelsäquator geneigt ist. Dies hat zur Folge, dass das von der (wahren) Sonne abgeleitete Zeitmaß unregelmäßig ist. Aus diesem Grund führte man am Ende des 18. Jhds eine Mittlere Zeit ein, die mit den gleichmäßigen Zeitangaben der zu diesem Zeitpunkt bereits recht genau gehenden mechanischen Uhren korrespondierte. Der Unterschied zwischen der Wahren Ortszeit und der Mittleren Ortszeit variiert im Laufe eines Jahres zwischen 0 und maximal etwa +/-15 Minuten und wird Zeitgleichung genannt. Durch Anbringen einer Tabelle mit den Werten für die Zeitgleichung an den herkömmlichen Sonnenuhren¹⁸⁾ oder grafisch durch das Anbringen einer (achterförmigen) Kurve konnte man auch mit Sonnenuhren die Mittlere Zeit bestimmen.¹⁹⁾

In diesem Zusammenhang sei erwähnt, dass Sonnenuhren auch im beginnenden 20. Jhd noch im Einsatz waren: Für ihre Mitarbeiter gab die k. k. Centralanstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus in Wien Anleitungen für die zeitlich gebundenen meteorologischen Beobachtungen heraus. In diesen gab sie noch im Jahr 1905 jenen Beobachtern, die keine Möglichkeit hatten, die Richtigkeit ihrer Uhren zu überprüfen, da sie an kleineren, von Eisenbahn- oder Telegraphenstationen weit entfernten Orten ihren Dienst versahen, die Empfehlung, sich eine einfache horizontale Sonnenuhr zu bauen. Eine Konstruktionsanleitung samt einer Tabelle für die Zeitgleichung war der Anleitung beigelegt.²⁰⁾

Im Jahr 1884 wurde auf der Prime Meridian Konferenz in Washington die Einführung der Zonenzeit beschlossen.

Die Ära der tragbaren Sonnenuhren als Zeitmesser ist im Laufe des 20. Jhds nach ihrer über 3.500 jährigen Geschichte endgültig vorbei. Als Sammelobjekte, die vom Erfindergeist und dem handwerklichen Können früherer Generationen zeugen, werden sie nach wie vor geschätzt.

Literatur

- Bion, Nicolai: Neueröffnete Mathematische Werck-Schule Aus dem Französischen übersetzt von Johann Gabriel Doppelmayr. Nürnberg 1726.
- Cowham, Mike.: A Dial in Your Poke. Cambridge 2004.
- Drecker, Joseph: Die Theorie der Sonnenuhren. In: Basserman-Jordan, Ernst von (Hg.): Die Geschichte der Zeitmessung und der Uhren. Bd I: Berlin und Leipzig 1925.
- Gmunden, Johannes von: Johannes de Gamundia et alii. Collectanea astronomica, 1428, Linz OÖ Landesmuseum (MS 3)
- Gouk, Penelope: The Ivory Sundials of Nuremberg 1500-1700. Cambridge 1988.
- Hausmann, Tjark: Aus der Geschichte der Sonnenuhr. In: Syndram, Dirk (Hg.): Wissenschaftliche Instrumente und Sonnenuhren: Kunstgewerbesammlung der Stadt Bielefeld, Stiftung Huelsmann. München 1989. S. 20-49.
- Higton, Hester: Sundials. An Illustrated History of Portable Dials. London 2001.
- Husty, Peter: Zeit & Maß. Sonnenuhren und wissenschaftliche Geräte. Zum 250. Todesjahr des Salzburger Erzbischofs Leopold Anton Freiherr von Firmian (1727-1744). Katalog zur 177. Sonderausstellung (=SMCA Schriftenreihe zu Kunstgewerbe und Volkskunde, Band 2). Salzburg 1994.
- Jelinek's Anleitung zur Ausführung meteorologischer Beobachtungen nebst einer Sammlung von Hilfstabellen. Wien 1905.
- Körper, Hans-Günther: Zur Geschichte der Konstruktion von Sonnenuhren und Kompassen des 16. bis 18. Jhds. In: Veröffentlichungen des Staatlichen Mathematisch-Physikalischen Salons. Forschungsstelle. Dresden-Zwinger. Bd 3. Berlin 1965.
- Mayall, R. Newton and Margret W.: Sundials. Their Construction and Use. New York 2000.
- Rohr, Rene R. J.: Die Sonnenuhr. Geschichte, Theorie, Funktion. München 1982.
- Samhaber, Friedrich.: Die Zeitzither. Georg von Peuerbach und das helle Mittelalter. In: Begleitbuch zur Ausstellung »Höhepunkte mittelalterlicher Astronomie« im Schloss Peuerbach. Raab 2000.
- Schaldach, Karlheinz: Römische Sonnenuhren. Eine Einführung in die antike Gnomonik. Frankfurt 1997.
- Schwarzinger, Karl: Katalog der ortsfesten Sonnenuhren in Österreich. Eigenverlag, Sistrans 2003.
- Sonderegger, Helmut: Ring Dials (Farmers' Rings). In: North American Sundial Society (Hg.): The Compendium-Volume 12 Number 3, Glastonbury CT USA 2005. S. 32-39.
- Welper, Eberhard: Neu vermehrte Welperische Gnomonica ... Nürnberg 1708.
- Zenkert, Arnold: Faszination Sonnenuhr. Thun und Frankfurt am Main 2000.

¹⁸⁾ wie Anm. 7. S. 107.

¹⁹⁾ Zenkert 2000, S. 100.

²⁰⁾ Jelinek 1905, S. 91-94.

Technik. Entdecke eine Sammlung!

21. Juni 2006 – 7. Jänner 2007 im Linzer Schlossmuseum

Ute Streitt

Schrott oder kulturhistorisch relevantes Objekt?

Das ist eine Frage, deren Beantwortung gut überlegt sein muss, da es immer wieder Diskussionen um die Bedeutung technikhistorischer Objekte in musealen Sammlungen gibt. Der Sammlungsleiter wird oftmals als „Objektfetischist“ bezeichnet und muss die Übernahme eines neuen Sammlungsgegenstandes häufig rechtfertigen. Die Begründung zur Eingliederung eines Gegenstandes in die Sammlung kann unterschiedlich sein: Es ist Rücksicht darauf zu nehmen, ob eine Ausstellung zu einem bestimmten Thema konzipiert wird oder das Objekt Bezug zur Geschichte unseres Bundeslandes hat. Ab wann wird ein Objekt in der Sammlung akzeptiert? Wenn es das Älteste, Schönste, Kurioseste, ... ist?

Auch die technikgeschichtliche Sammlung des OÖ. Landesmuseums muss sich mit solchen Fragen auseinandersetzen. Am Beginn des 19. Jhds schrieb Franz Sartori über das „Museum Physicum“, die Lehrmittelsammlung des k.k.-Lyzeums in Linz, abschätzig: „Das Musäum (...) ist nichts anderes als eine Sammlung physikalischer Instrumente, die wenig bedeuten, da viele davon unbrauchbar geworden sind“. Adam Matthias Chmel ging 1812 sogar so weit zu behaupten: „Man sieht hier [im Museum Physicum] eine Menge mathematischer und physikalischer Instrumente, unter welchen man jedoch wenig bemerkenswerthes findet. (...)“. Heute zählt das Museum Physicum zu einem der bedeutendsten Bestände des OÖ-Landesmuseums, sind die in ihm vorhandenen Objekte doch Dokumente naturwissenschaftlicher Entwicklung und praktischer Schulversuche vergangener Zeiten.

Andere Bestände unterliegen diesem Rechtfertigungsdruck aber immer noch: Historisch interessierte und engagierte Personen sammeln und bewahren, etwa in Unternehmen, Vergangenes für die Zukunft, doch werden ihre Mühen oftmals nicht belohnt und manch eine Sammlung ist aus Platzmangel oder Desinteresse dem Untergang geweiht. Selten gelingt es, entwicklungsgeschichtlich bedeutende, zusammengehörende Bestände für das Museum zu sichern. Doch gibt es auch Betriebe, die ihre eigene Geschichte hoch halten, präsentieren und sogar damit werben, so dass die Objekte zwar in ihrem angestammten Umfeld erhalten bleiben, jedoch der Wissenschaft mitunter kaum zugänglich sind.

Es ist beinahe ein Wagnis einzugestehen, dass ein weiterer, wenn auch ganz andersartiger Lieferant des Museums das Altstoffsammelzentrum ist: Eine Fülle technikgeschichtlicher Dokumente unserer alltäglichen Lebensweise landen – mit kleinen oder größeren Mängeln behaftet – auf dem Müll. Unsere Zeit ist kurzlebig geworden und dem Zwang, etwas Neues, Besseres, Leistungsfähigeres haben zu wollen unterworfen. Bedeutende Stellvertreter dieses „technischen Friedhofs“ sind die so genannten Wegwerfprodukte: Werbegeschenke von Firmen, die Kundenherzen erfreuen und billigst hergestellt wurden. Schrott oder Dokument der Wegwerfgesellschaft und damit eindeutig aufhebbarer Repräsentant seiner Zeit? Heute viel diskutiert, wird man in fünfzig Jahren vielleicht froh sein, Vertreter einer bestimmten Lebensart überliefert zu sehen, hatten doch auch sie einst eine Bestimmung und – was noch viel wichtiger ist – eine Aufgabe zu erfüllen, die auch in Zukunft verständlich sein muss.

Stiefkinder innerhalb der Technikgeschichte sind Gegenstände aus der Haushaltstechnik oder so genannte „Ladenhüter“ aus technischen Verkaufsabteilungen. Warum sollten diese Objekte aufgehoben werden? Möglicherweise, weil sie den krassen Gegensatz zwischen „best-of“-Produkten und den „Sitzenbleibern“ illustrieren? Ist es nicht interessant zu erfahren, warum manche Geräte millionenfach verkauft werden, andere hingegen nur in minimalen Zahlen an den Mann/die Frau gebracht werden können? Erzählen nicht alle Objekte eine spannende Geschichte?

Betrachten wir beispielsweise das Hochrad, so gibt es wohl Niemanden, der sich der Faszination dieses Gefährtes entziehen kann. Längst ausgedient, befindet es sich heute nur mehr im Besitz von privaten Sammlern und Museen. Die Kutsche: ursprünglich repräsentativer Wagen wohlhabender Städter und Adelliger, heute allenfalls ein Gefährt für verträumte Hochzeiter und verspielte Touristen! Das Wählscheibentelefon: Einst modernes Gerät und Vertreter des technischen Fortschritts, mit dem OB (Ortsbatterien)-Apparate und das Fräulein bei der Vermittlung abgelöst wurden, heute ein Auslaufmodell, abgelöst von Tastwahltelefonen und Handys. Der Fernschreiber: Einst so teuer wie ein Automobil und nahezu unleistbar für Klein- und Mittelbetriebe, heute eine „technische Leiche“ in musealen Depots. In Vergessenheit geraten, weiß die junge Generation längst nicht mehr, dass er einer der frühen Repräsentanten der internationalen Kommunikation war. Der Volksempfänger: Nachrichtenvermittler in Zeiten kriegerischer

Mag. Ute Streitt, Kuratorin der Ausstellung „Technik. Entdecke eine Sammlung“ am OÖ-Landesmuseum, eMail: u.streitt@landesmuseum.at



Alte Hochräder lassen die Kinder staunen (Foto: OÖ-Landesmuseen)

Unruhe und Botschafter einer politisch bedenklichen Gesinnung – mit dem Spitznamen Göbbelsschnauze! Elektriermaschinen: Produzenten elektrischer Spannungen und Blitze, die rein der Schaulust der Menschen und der naturwissenschaftlichen Erkenntnis dienen, jedoch nicht die Erzeugung von Elektrizität und deren anschließende Nutzung zum Ziel hatten. Euro-Umrechner im Scheckkartenformat: Zweckmittel zur Einstimmung der Bevölkerung auf eine

Währungsumstellung und Wegwerfprodukt. Die Liste jener Objekte, die ausgedient haben und nicht mehr relevant sind, ließe sich beliebig fortsetzen.

Es stellt sich abschließend nur mehr die in der Fachwelt kursierende Frage, wie solche „Veteranen“ zu behandeln sind. Ist ein Schirm noch ein Schirm, wenn er im Museum ist? Muss man ihn ab der Übernahme nicht vielleicht sogar anders benennen, da er doch nie wieder die Aufgabe eines Schirmes als ein vor Sonne und Wetter schützendes Hilfsmittel übernehmen wird? In Statuten werden die Aufgaben der Museen klar definiert: sammeln, bewahren, forschen, ausstellen und vermitteln. Der Schirm wird zum Objekt, das bewahrt, erforscht, ausgestellt und vermittelt werden soll – und das hat doch so gar nichts mit dem ursprünglichen Konzept eines Schirmes zu tun.

Zahlreiche oben genannte Beispiele wurden im Linzer Schlossmuseum in der Ausstellung „Technik. Entdecke eine Sammlung!“ (21. Juni 2006 bis 7. Jänner 2007) gezeigt. Unter diesem Motto wurde der bisher unbekannte, aber sehr umfangreiche Bestand an einst bedeutenden und in ihrer Bedeutung oftmals verkannten Objekten ausgestellt. Zwei Räume widmeten sich der Sammlungsgeschichte, alle anderen zeigten Themen, die schwerpunktmäßig in der Sammlung vertreten sind. Astronomie, Optik, Film & Fotografie, Haushaltstechnik sowie Verkehrs-, (Tele-)Kommunikations- und Nachrichtentechnik, Informationstechnik sowie Medientechnik & Unterhaltungselektronik uvm. wurden umfassend vorgestellt.

Vom An-Greifen zum Be-Greifen

Gerhard Schwentner

Technik – das ist für Schüler/innen etwas zwischen Faszination und Ablehnung, in abgeschwächter Form zwischen Interesse und Gleichgültigkeit. Und immer wieder erfolgt im Zuge einer Führung durch die Ausstellung eine Wandlung: aus Gleichgültigkeit wird Interesse, aus Ablehnung wird Neugier, selbst für die Faszinierten tauchen neue Aspekte auf!

Ein Team von Vermittlerinnen und Vermittlern mit zum Teil langjährigen Erfahrungen gewährleisteten für alle Besucher einen spannenden und erfahrungsreichen Museumsbesuch. Das Konzept hinter den Vermittlungsprogrammen ist eine Mischung aus Konfrontation mit Geschichten (über die Objekte, deren Erfinder, die sozialen Umstände der Zeit, die physikalischen Grundlagen) und Konfrontation mit Objekten. Es ist mit Hilfe der Ausstellungskuratorin Mag. Ute Streitt gelungen, eine Menge zum Teil historischer Objekte zur Verfügung zu stellen, die von den geführten Besuchern

Gerhard Schwentner ist Mitarbeiter der „Traumwerkstatt“ der OÖ-Landesmuseen

„Be-Griffen“ werden können. Ein historisches Bügeleisen, ein altes Fernrohr, ein Fotoapparat oder auch nur ein Pendel – der haptische Eingangskanal wird geöffnet und Objekt, Prinzip und Geschichte nehmen konkrete Gestalt an.

Zur Ausstellung „Technik – Entdecke eine Sammlung“ wurden Vermittlungskonzepte für Kinder ab 5 Jahren bis zur Oberstufe angeboten. Diese ein- bzw. eineinhalbstündigen Führungen konzentrierten sich auf ausgewählte Bereiche der Ausstellung. Unter dem Titel „Technische Heinzelmännchen“ wurden Geräte vorgestellt, die das alltägliche Leben erleichtern: Bügeleisen und Nähmaschinen, Telefone oder Computer. Das Programm „Wissen schaf(f)t Technik“ informiert über Optik und Astronomie, Foto/Film und Uhren. In der Traumwerkstatt wurde wahlweise eine Klappsonnenuhr, ein Periskop oder eine Fantasiemaschine von den Kindern angefertigt.



Anhand eines zerlegten Bügeleisens erfahren die jungen Besucher dessen Funktion (Foto: OÖ-Landesmuseen)

Eine Zusammenarbeit mit der Übungshauptschule der pädagogischen Hochschule der Diözese Linz führte zum Projekt „Schüler für Schüler“. Unter der Leitung von Prof. Mag. Emmerich Boxhofer und seinen Kollegen Ingrid Sonnleitner und Tobias Gruber erstellten Schülerinnen und Schüler Experimente, die sie dann den Besuchern vorführten und selbst durchführen ließen. Dabei ging es um technisch-physikalische Prinzipien, die hinter der Funktionsweise der gezeigten Geräte stecken. Ein Glühdraht lässt die Wärmequelle eines Elektrobügeleisens erkennen, die Lichtbrechung in einem Glas Wasser macht die Funktion einer Glaslinse transparent, eine Morsestation zeigt die mühevollen Datenübertragung vergangener Zeiten. Bei der Eröffnung der Ausstellung, bei einer Fachtagung für Kindergärtnerinnen sowie beim Aktionstag am 7. November 2006

waren die Schülerinnen und Schüler mit ihren Versuchen anwesend und erteten zum Teil großes Lob für die professionelle Darstellung ihrer Versuche.

Ein besonderer Schwerpunkt waren die Vermittlungsangebote für Menschen mit Beeinträchtigungen. So wurden blinde und sehbehinderte Besucher mit besonders vielen Objekten konfrontiert, die sie berühren und zum Teil erproben konnten. Alle Objektbeschriftungen in Braille-Schrift konnten für einen Rundgang von den sehbehinderten Besuchern entlehnt werden. An die sehr unterschiedlichen Bedürfnisse geistig und mehrfach behinderter Menschen wurden die Vermittlungsprogramme individuell angepasst, so dass auch dieser Besuchergruppe ein Zugang zu den Ausstellungsinhalten eröffnet wurde.



In der „Traumwerkstatt“ entstehen Phantasiemaschinen (Foto: OÖ-Landesmuseen)

Der Mikrowellenofen als Unterrichtsthema

Unter diesem Titel hielt Prof. Dr. Roland Berger einen Vortrag mit Experimenten bei der 61. Fortbildungswoche. Er zeigte, dass das Thema einerseits großes Interesse weckt, andererseits nicht nur qualitativ, sondern auch – auf Oberstufenniveau – quantitativ behandelbar ist.

Die Vortragsunterlagen sind unter <http://pluslucis.univie.ac.at/material> abrufbar.

Weitere Materialien zur gesamten Unterrichtssequenz sind unter <http://www.physik.uni-osnabrueck.de/didaktik/mikrowelle.htm> zu finden.

Weitere gut aufbereitete Unterlagen stellen zwei Beiträge in *Physik in unserer Zeit* dar.

Die Physik der Haushaltsmikrowelle – Kochen mit Zentimeterwellen

Klaus-Peter Möllmann, Michael Vollmer

Physik in unserer Zeit, 35. Jahrgang 2004, Nr. 1, S. 38.

Online-Ergänzungen: http://www.wiley-vch.de/berlin/journals/phiuz/04-01/mehr_zur_physik_der_haushaltsmikrowelle.pdf

Experimente mit der Haushaltsmikrowelle - Eier im Wellensalat

Detlef Karstädt, Klaus-Peter Möllmann, Michael Vollmer

Physik in unserer Zeit, 35. Jahrgang 2004, Nr. 2, S. 90.

Online-Ergänzungen: http://www.wiley-vch.de/berlin/journals/phiuz/04-02/haushaltsmikrowelle_teil2.pdf

Eine studentische Website mit Experimentiervorschlägen mit der Haushaltsmikrowelle und Sicherheitshinweisen ist <http://margo.student.utwente.nl/ell/microwave/>

Der Mikrowellenofen als Unterrichtsthema

Unter diesem Titel hielt Prof. Dr. Roland Berger einen Vortrag mit Experimenten bei der 61. Fortbildungswoche. Er zeigte, dass das Thema einerseits großes Interesse weckt, andererseits nicht nur qualitativ, sondern auch – auf Oberstufenniveau – quantitativ behandelbar ist.

Die Vortragsunterlagen sind unter <http://pluslucis.univie.ac.at/material> abrufbar.

Weitere Materialien zur gesamten Unterrichtssequenz sind unter <http://www.physik.uni-osnabrueck.de/didaktik/mikrowelle.htm> zu finden.

Weitere gut aufbereitete Unterlagen stellen zwei Beiträge in *Physik in unserer Zeit* dar.

Die Physik der Haushaltsmikrowelle – Kochen mit Zentimeterwellen

Klaus-Peter Möllmann, Michael Vollmer

Physik in unserer Zeit, 35. Jahrgang 2004, Nr. 1, S. 38.

Online-Ergänzungen: http://www.wiley-vch.de/berlin/journals/phiuz/04-01/mehr_zur_physik_der_haushaltsmikrowelle.pdf

Experimente mit der Haushaltsmikrowelle - Eier im Wellensalat

Detlef Karstädt, Klaus-Peter Möllmann, Michael Vollmer

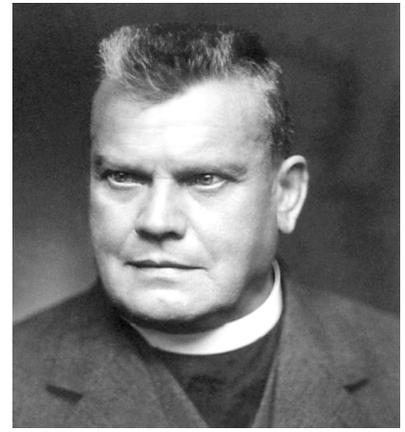
Physik in unserer Zeit, 35. Jahrgang 2004, Nr. 2, S. 90.

Online-Ergänzungen: http://www.wiley-vch.de/berlin/journals/phiuz/04-02/haushaltsmikrowelle_teil2.pdf

Eine studentische Website mit Experimentiervorschlägen mit der Haushaltsmikrowelle und Sicherheitshinweisen ist <http://margo.student.utwente.nl/el/microwave/>

August Musger Erfinder der Zeitlupe

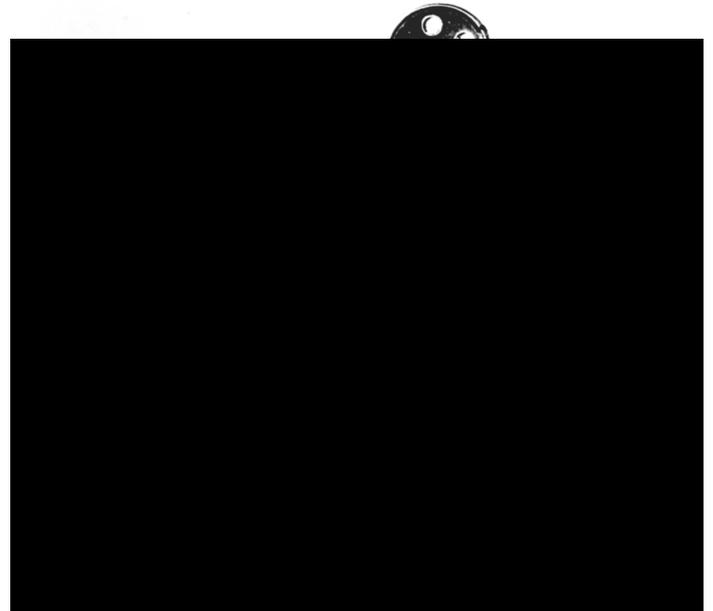
Dieter Winkler



Der Erfinder

Am 3. Dezember 1904 meldete August Musger, Priester mit Technik-Ambitionen, der im Lehrkörper des fürstbischöflichen Knabenseminars als Professor für Freihandzeichnen, Mathematik und Physik wirkte, sein erstes Patent an – den „Serienapparat mit Spiegelrad“.

konnte der Film kontinuierlich weitergeführt werden, das Flimmern entfiel und es waren bis zu 500 Bilder pro Sekunde mit den damaligen Apparaten möglich!



Filmkamera um 1907

Der Apparat konnte nicht nur Bilder wiedergeben, er machte auch Aufnahmen möglich, und zwar so, dass damit eine „Dehnung des Zeitmaßstabes“ erzielt wurde. Diese geniale Idee war die Grundlage für Aufnahmen in Zeitlupe.

Der Bau des Modells war mit großen finanziellen aber auch technischen Schwierigkeiten verbunden. Im Juli 1907 wurde der neue Kinoapparat im Physikalischen Institut der Universität Graz von Fachleuten erprobt. Hofrat Prof. Dr. Pfaundler, ein ehemaliger Lehrer des Physikstudenten Musger, bestätigte die theoretische Richtigkeit des Kinematographen mit Spiegelrad.

Worin bestand die Leistung Musgers?

Die damaligen Kameras transportierten den Film ruckweise. Sechzehn Mal pro Sekunde wurde der Film gestoppt, beim Bildwechsel mit einer Blende abgedunkelt und wieder weiterbewegt. Dadurch wurden die Filme enormer Belastung ausgesetzt und allzu oft gab es die gefürchteten Filmrisse. Ebenso waren die Bewegungen abgehackt und das unvermeidliche Flimmern störte die Zuseher sehr. So auch den passionierten Kinogeher August Musger, der sich aber an die Lösung dieses Problems machte. Durch den Ausgleichs- spiegeln, der die Bewegung des Filmbandes kompensierte,-

Technische Beschreibung des Patents

Das Licht wird im Kasten **R** mittels eines Lichtbogens erzeugt. Dieses geht durch die Linsen und trifft auf das Filmband. Das Bild wird durch das Objektiv **O** auf das Spiegelrad **S** und danach aus dem Apparat geleitet. Der Film wird über ein Zahnrad in synchroner Bewegung wie das Spiegelrad **S** bewegt, damit jedes Bild auf einen eigenen Spiegel trifft. Der Film wird von der Rolle **v** zu der Rolle **a** gespult. Mit dem Regler **A** kann man die Geschwindigkeit des Zahnrads **f** bestimmen. Würde das Spiegelrad sich nicht drehen, würde das Bild schräg nach oben wandern. Weil sich das Spiegelrad stetig mit gleicher Frequenz wie die Filmbilder dreht, wird die Bewegung des Filmes ausgeglichen, sodass das Bild immer auf den gleichen Bereich der Leinwand trifft.

Mit diesem Verfahren kann man auch aufnehmen, jedoch benötigt man für den lichtempfindlichen Film einen abgedunkelten Bereich.

Mag. Dieter Winkler unterrichtet Physik, Informatik und Sport am Bischöflichen Gymnasium Graz.

Biografie

August Musger wurde am 10. Februar 1868 als Sohn eines Lehrers im steirischen Eisenerz geboren. Nach der Volksschule in Kindberg besuchte der begabte Schüler 1879 in Graz das Lichtenfelsgymnasium. 1881 trat er in die 3. Klasse des fürstbischöflichen Knabenseminars über. Die Oberstufe absolvierte er am Akademischen Gymnasium in Graz, da die Hauslehranstalt des Knabenseminars damals nur die unteren Klassen führte. 1887 legte Musger die Reifeprüfung mit ausgezeichnetem Erfolg ab, dann beschloss er, Theologie zu studieren.

Mit 22 Jahren wurde er 1890 zum Priester geweiht. Kurz darauf begann er als Kaplan in Preding.

Für August Musger war die Erfindung und Weiterentwicklung seines Kinematographen sehr kostspielig gewesen, schließlich musste er 1912 seine Patentrechte aus finanziellen Gründen aufgeben.

Den wirtschaftlichen Nutzen daraus zogen die Ernemann-Werke (Vorläufer von Zeiss-Ikon). Sie verfeinerten unter ihrem physikalischen Leiter Dr. Hans Lehmann das Musger'sche Prinzip und brachten es auf den Markt.

Im Jahr 1916 reichte August Musger ein weiteres Patent ein, nämlich die Unterlagen für einen Kinematographen mit optischem Ausgleich der Bildwanderung. Die technische Verwirklichung war jedoch zum Teil noch komplizierter, als es schon bei seinem ersten Patent der Fall war. Die Erteilung des österreichischen Patents erfolgte im Jahre 1921. Die schlechte wirtschaftliche Lage der Nachkriegszeit verhinderte den Bau und eine mögliche Verbesserung des Modells.

Musger im Kreise seiner Brüder

OStR. Prof. Johann Riedl, selbst ein Schüler Prof. Musgers, schrieb dazu: „Durch sein geselliges Wesen gewann der junge Kaplan rasch die Herzen der Pfarrbevölkerung und die Verbindung zu Preding blieb Zeit seines Lebens aufrecht“. Als Präfekt 1892 an das fürstbischöfliche Knabenseminar berufen, wurde er wieder Student. Von 1892 bis 1894 studierte er Mathematik und Physik an der Universität Graz. Von 1894 bis 1898 absolvierte er das Lehrfach Freihandzeichnen an der Kunstgewerbeschule in Wien. 1899 trat er in den Lehrkörper des Knabenseminars ein. Am 30. Oktober 1929 starb August Musger verarmt mit 62 Jahren nach schwerer Krankheit im fürstbischöflichen Knabenseminar.

Musger, der Künstler

August Musger war nicht nur der Erfinder der Zeitlupe, er galt auch als ein hervorragender Zeichner.

Ludwig Stummer, der August Musger persönlich gut gekannt hat, erinnerte sich: „Er war ein ganz großartiger Mensch, ein Künstler des Portraits. Er war in seiner Einfachheit ein Genie.“

Von Musgers Serienapparat mit Spiegelrad ist leider kein Exemplar mehr vorhanden, aber es existiert im Technischen Museum in Wien zumindest noch ein Modell des Kinematographen mit optischen Ausgleich der Bildwanderung“.



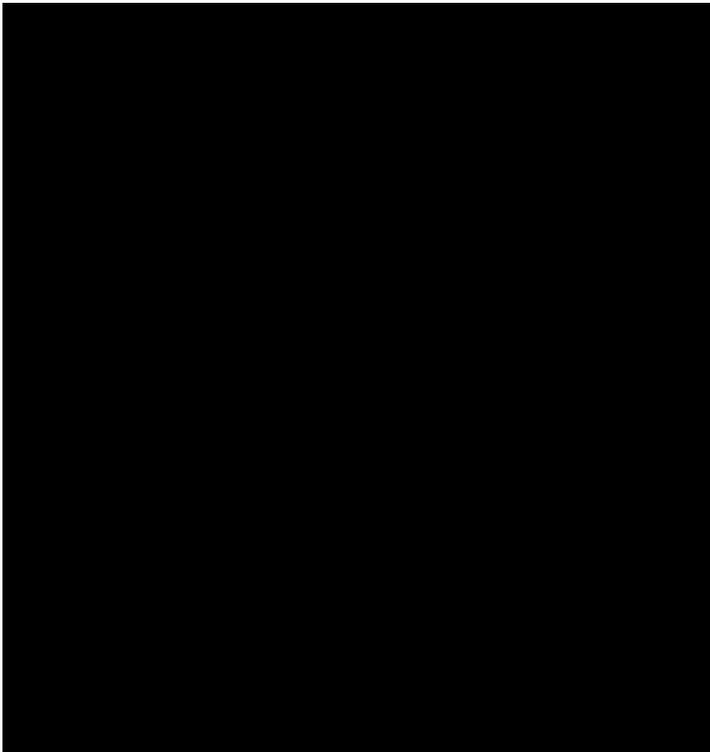
Lehrer und Musiker

Ein ähnliches Bild skizzierte Johann Riedl in der Laudatio zum Gedenken an August Musger „Auch als Professor führte er ein einfaches, bescheidenes Leben. Voll Heiterkeit, Humor und Selbstironie im Kreise seiner Kollegen, war er der Jugend ein stets wohlwollender Lehrer, der immer großes Verständnis für die kleinen Sünden seiner Schüler hatte und ihnen ihre Lausbubenstreiche nie nachtrug.“

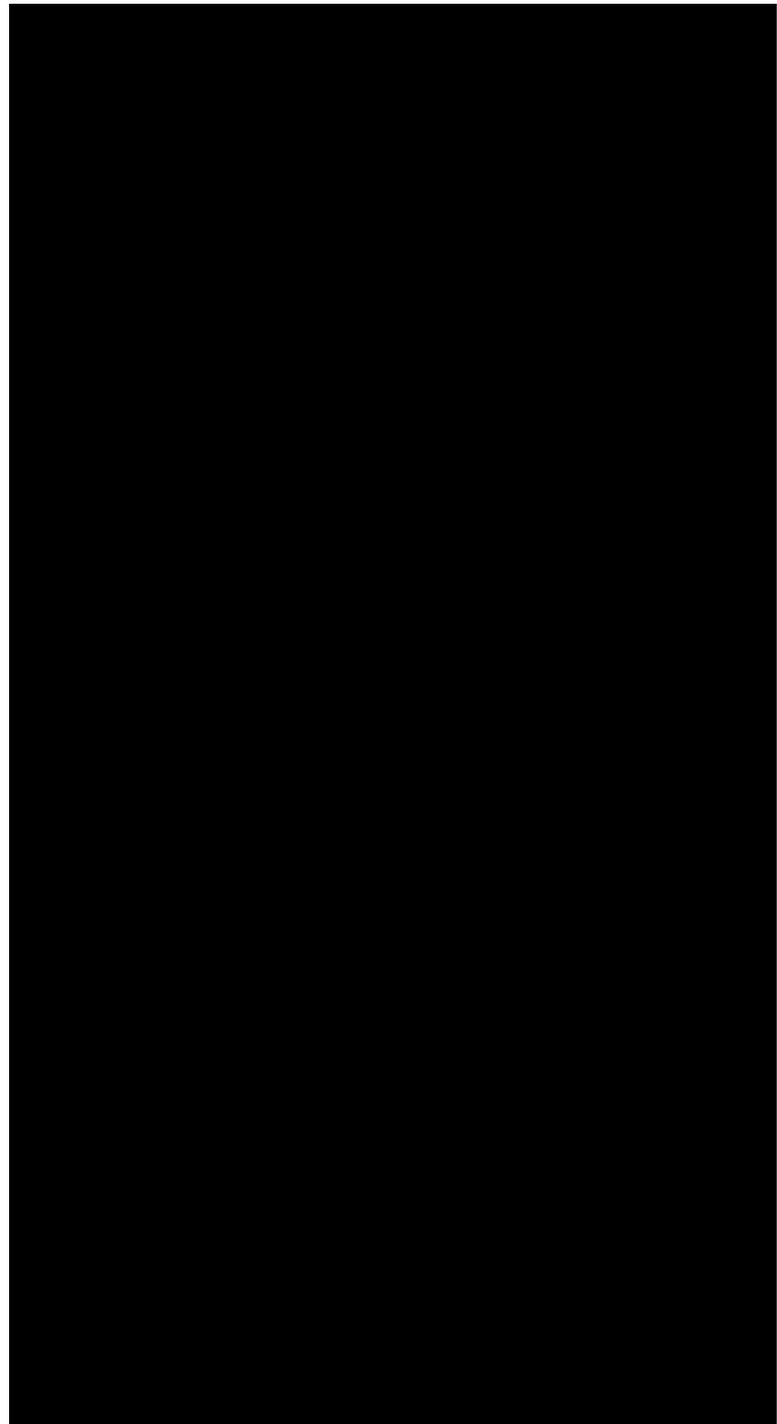
Auch Dr. Hanns Koren beschrieb August Musger als feinsinnigen Zeichner und stillen, doch temperamentvollen und gütigen Lehrer. Musger war ein ausgezeichnete Klavier- und Orgelspieler und ein guter Sänger.

Impressionen der Ausstellung

Anlässlich der 150-Jahr-Feier des Bischöflichen Gymnasiums in der Grazer Grabenstraße fand eine Ausstellung zu Ehren August Musgers statt.



Diese Ausstellung wurde im Rahmen des MNI-Fonds mit der 6B-Klasse in den Fächern Physik, Deutsch, Geschichte, Informatik und Bildnerische Erziehung durchgeführt.

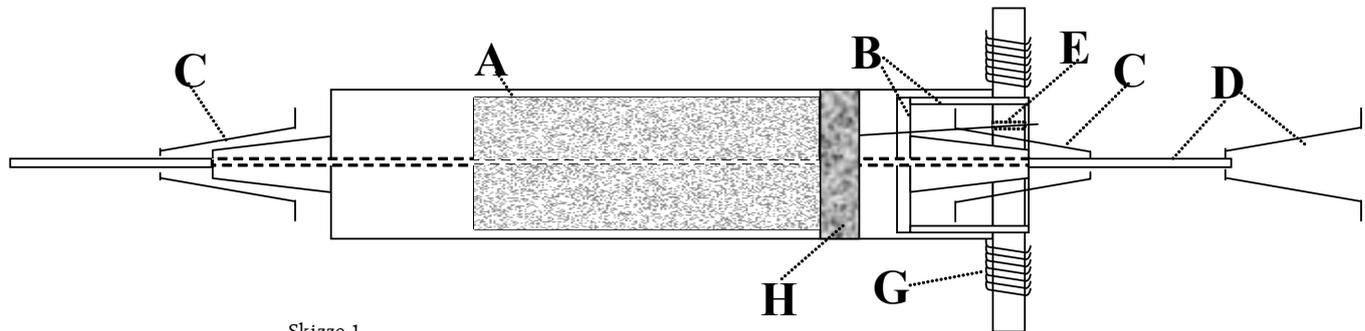


- Archiv des Bischöflichen Seminars.
Archiv des Technischen Museums Wien.
Hohenester/Kügerl: August Musger 1868-1929, Pionier der Zeitlupe-technik. Ausstellung an der Karl-Franzens-Universität Graz 1994.
Johann Riedl aus der Rede: „Erfinder im Priesterkleid-Professor August Musger“. Bischöfliches Seminar und Gymnasium Graz. 1979.
Manfred Walzl: 75 Jahre Zeitlupe: Als die Filme „bremsen“ lernten. Südost-Tagespost, Mittwoch, 24. Okt. 1979, S 7.
Johann Riedl: August Musger.
Dr. Hanns Koren: Verwandlung der Heimat. Verlag Styria: Graz 1972. S 129.
Peter Feldhofer: Festschrift zum 50. Todestag von August Musger. 1979.

Freihandexperimente

Ruck-Zuck-(Solar-)Motor

Herbert Klinglmair



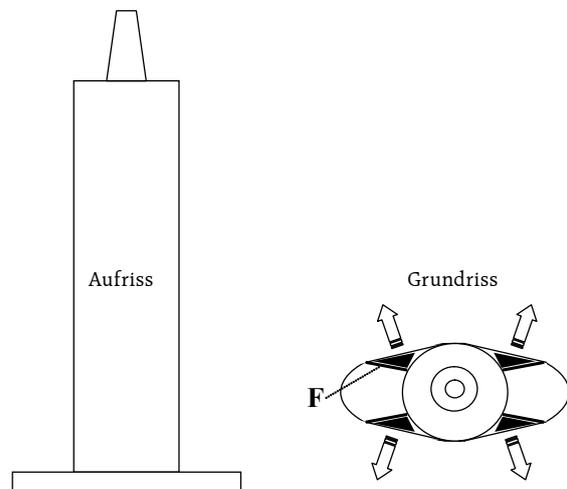
Skizze 1

Aus einer selbstklebenden Kupferfolie (Skizze 1, A; www.conrad.at, Best.-Nr. 52 95 32 – pro Packung 10 Streifen je 30 mm x 150 mm x 0,035 mm) wird mit Lineal und Stecknadel ein Rechteck 30 mm x 32 mm angerissen und ausgeschnitten. Noch vor dem Ausschneiden dieses Rechtecks wird in dessen Mitte parallel zur Breitseite mit Nadel und Lineal ein 3 mm breiter Streifen angerissen. Nachdem man die so zugerichtete Folie von ihrer Unterlage abgezogen hat, wird sie, mit ihrer 30 mm langen Breitseite genau in Längsrichtung des Zylinders einer 2 ml Einmalspritze (www.bbraun.de, Braun-Injekt mit Luer- oder Luer-Lock-Ansatz, Konus zentrisch, grüne Kolbenstange entfernt, PZN 2057895, REF 4606027 V bzw. PZN 0610968, ReF 4606701 V) liegend, rund um diesen geklebt. (Der Rand der Klebefolie ist etwa 1 cm vom in Skizze 1 rechts dargestellten Ende des Spritzenzylinders entfernt. Vor dem Kleben zwecks besserer „Orientierung“ mit Overheadstift und Lineal auf der Spritze eine Längsmarkierung anbringen!)

Der Luer-Lock-Ansatz (Konus und diesen umgebender Zylinder samt Innengewinde; Skizze 1, B) einer zweiten Einmalspritze (Braun-Injekt mit Luer-Lock-Ansatz, PZN 0610968, REF 4606701 V) wird von dieser abgeschnitten und, nachdem der ringsum vorstehende Rand abgeschliffen wurde (Feile, Schleifpapier), so in das ursprünglich für den Kolben bestimmte Ende des ersten Spritzenzylinders gesteckt, dass der Konus nach außen weist.

An beiden Enden der Spritze wird auf den dort befindlichen Luer-(Lock-)Konus der Kunststoff-Ansatz einer Einmalkanüle, aus dem jeweils der Kanülenschafft herausgezogen wurde (Skizze 1, C), aufgesetzt. (Kanülenschafft und Kunststoff-Ansatzstutzen einer Einmalkanüle werden mit je einer Zange gehalten, der Übergang vom Schaft zum Stutzen über einer Kerzenflamme leicht erwärmt, und der Schaft aus dem Stutzen herausgezogen.)

Eine durch die beiden Kanülenansätze C geschobene Ein-



Skizze 2

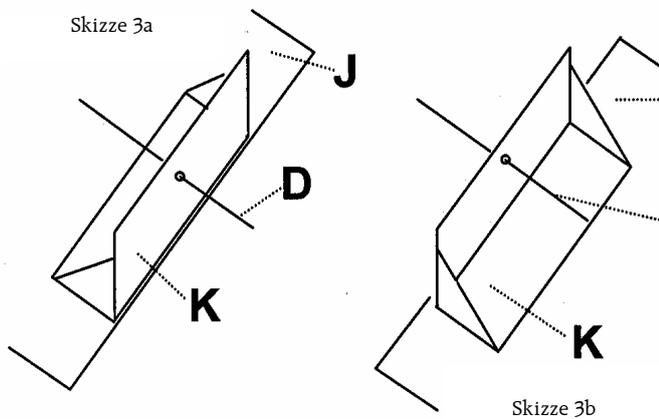
malkanüle 120 mm x 0,80 mm (Skizze 1 und 3, D) dient, nachdem ihre Spitze mit einem Seitenschneider entfernt wurde (Verletzungsgefahr!), als Rotorachse. Kanülenschäfte und –spitze werden vor ihrer Entsorgung in eine Kanülenschutzhülle eingeschmolzen.

Man kann die Kanülenansätze C auch entfernen und anstelle der Einmalkanüle D eine Alu-Strumpfstriknadel (15 cm x 2 mm, perlgrau, Karte á 5 Stück, Art.-Nr.191361, SB oder 15 cm x 2,50 mm, perlgrau, Karte á 5 Stück, Art.-Nr.191362, SB) als Achse einsetzen. (Auf eine Stricknadel mit 2,5 mm Durchmesser lässt sich eine Luftschraube (Art.-Nr. 5384 von www.winklerschulbedarf.com.) aufstecken.

Mit einer über einer Kerzenflamme erwärmten (Steck-)nadelspitze wird beidseitig je ein Loch durch den Rand des Zylinders (an dessen Außenseite und parallel zu dessen Achse) gestochen (Skizze 1, E).

Die beiden (bei widmungskonformer Verwendung der Spritze) als Griff bzw. Widerlager für Zeige- und Mittelfinger bestimmten, quer zur Zylinderachse liegenden Seiten-

teile weisen jeweils zwei radial verlaufende Verstrebungen (Skizze 2, F) auf. Mit einem Stanley- oder Taschenmesser werden entlang der Außenseiten dieser Streben und tangential zum Zylinderumfang die vier im Grundriss von Skizze 2 schwarz dargestellten Dreiecksflächen weggeschnitten. In die somit entstandenen Einkerbungen wird die Rotorwicklung (Skizze 1, G; insgesamt ca. 100 Windungen eines etwa 2,5 m langen Kupferlackdrahtes mit Durchmesser 0,25 mm) gelegt. Die mit einer Lackabziehpinzette (Conrad, Best.-Nr. 81 37 62) abisolierten Enden der Wicklung werden durch je eines der zwei Löcher E (s.o.) gefädelt und mit einem mehrmals um den Spritzenzylinder gelegten schmalen Streifen eines Isolierbandes (Skizze 1, H) an jeweils einer Kommutatorfolie A festgeklebt.



Achslager

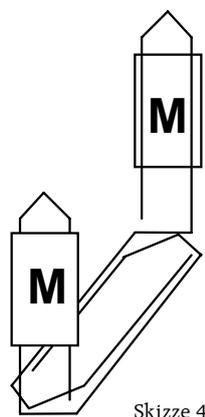
J = Bierdeckel(karton), an dessen zwei gegenüberliegende Ränder (bzw. an passender Stelle) mit beidseitig haftendem Klebeband

K = wie in den Skizzen 3a und 3b dargestellt zwei Klappdeckel von („Orbit“-)Kaugummischachteln geklebt wurden.

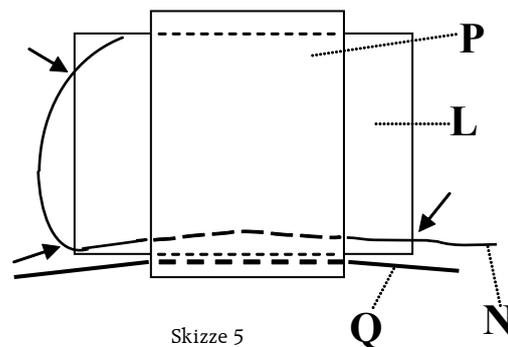
Mit einer Nadel und evtl. zusätzlichem Werkzeug (Bleistiftspitze) durch die Vorderseiten der Klappdeckel gestochene Löcher dienen als Achslager für die lange Einmalkanüle D bzw. die Stricknadel.

Feldmagnet

Zwei Dauermagnete (Skizze 4, M; z.B. Conrad 50 36 22¹⁾) haften außen an einer aus zwei Büroklammern und ein paar kurzen Streifen eines einseitig haftenden Klebebandes hergestellten Konstruktion. Dieses Gestell wird mit einem beidseitig haftenden Klebeband an passender Stelle auf den Bierdeckel J bzw. Kaugummischachtel-Klappdeckel K gelegt.



Schleifbürsten



Skizze 5

In die Schublade einer Zündholzschachtel (Skizze 5, L) sticht man an den drei durch Pfeile markierten Stellen Löcher, durch welche ein zum Teil abisoliertes und an den Enden zusammengedrehter Litzendraht (N = Schleifbürste) gefädelt wird.

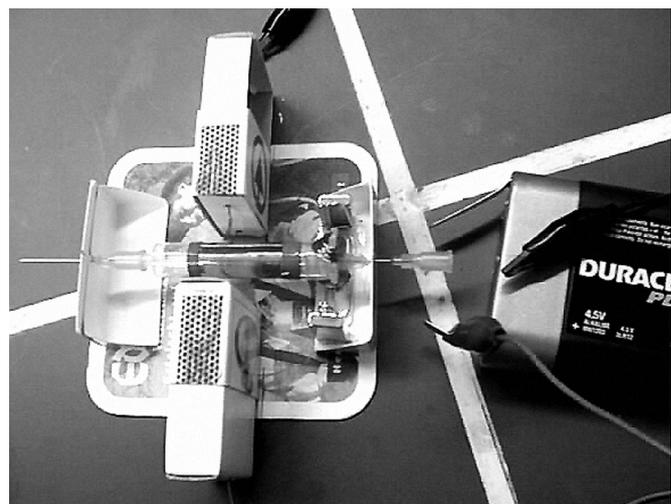
Ein halbiertes Mantel einer Zündholzschachtel (P) wird mit einem Streifen Leukoplast (Q) an geeigneter Stelle auf den Bierdeckel J geklebt.

Die Schublade L samt Litzendraht N kann nunmehr im Mantel P hin- und her geschoben und die Schleifbürste somit in optimale Position gebracht werden.

Als Bürsten können auch entsprechende Ausschussartikel von www.hoffmann.at oder kurze Stücke sehr weicher Bleistiftminen (z.B. TK 9071 Fallminen der Härte 6B von www.faber-castell.at) verwendet werden.

Stromquelle

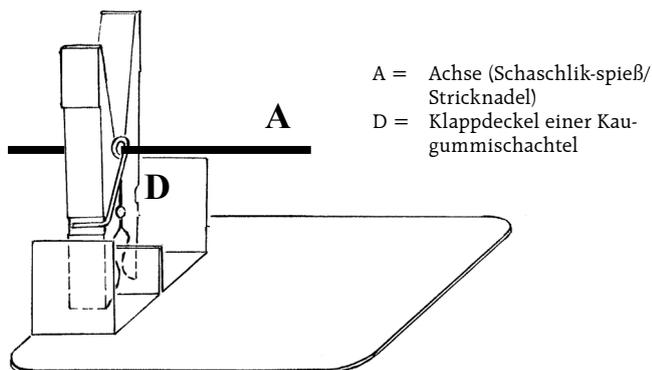
Batterie 4,5 V (eventuell 1,5 V) oder Solarmodul 3 V / 0,8 A (Winkler Schulbedarf, Art.-Nr. 5277. - Wenn eine Stricknadel mit 2,5 mm Durchmesser als Achse verwendet wird, zwei Solarmodule hintereinander schalten!)



¹⁾ Extrem starker NdFeB-Magnet (20 x 10 x 4 mm). – Der Motor läuft auch mit schwächeren Magneten (z.B. Winkler-Schulbedarf, Art. Nr. 4180. Blockmagnet ca. 28 x 15 x 5 mm). Blockmagnete eignen sich besonders gut.

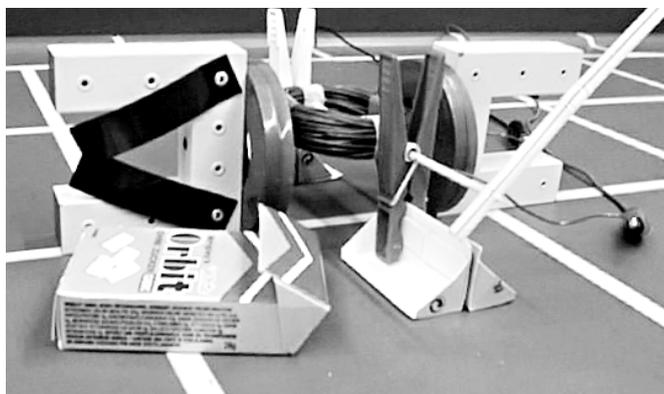
Drehspulamperemeter

Herbert Klinglmair



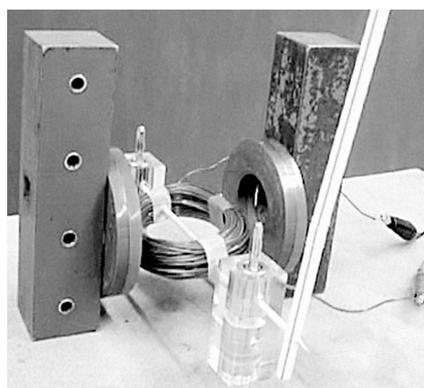
- A = Achse (Schaschlik-spieß/
Stricknadel)
- D = Klappdeckel einer Kau-
gummischachtel

Eine Rolle Schalt draht isoliert (www.winklerschulbedarf.com, Art.-Nr. 4258 – per Ring / Rolle 10 m) wird, nachdem die einzelnen Schleifen mit ein paar kurzen Klebe- oder Isolierbandstreifen fixiert und die Drahtenden abisoliert wurden, in ihrer Mitte mit einem hölzernen Schaschlikspieß oder einer Alu-Strumpfstriknadel (z.B. www.prym-consumer.de/de/html/d10.asp) durchbohrt. (Es empfiehlt sich, mit einer kräftigen Sicherheitsnadel vorzustechen, da man ansonsten ein nach anfänglichem Widerstand ruckartiges Durchstechen des Spießes bzw. der Stricknadel riskiert. – Verletzungsgefahr!)

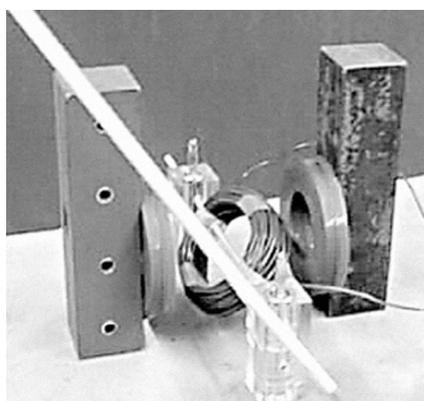


Zwei auf jeweils zwei abgeschnittene Klappdeckel von („Orbit“-)Kaugummischachteln geklemmte Wäscheklammern dienen als Achslager für den Schaschlikspieß/die Stricknadel. (Die Achse ruht jeweils in der Drahtfederspirale, welche die beiden Teile der Wäscheklammer zusammenhält.) – Alternative: Die Achse liegt in den 4 mm Buchsen zweier Stabelektrodenhalter-Zusatzstücke (www.ntl.at, Art. Nr. C7118-2B).

Zu beiden Seiten der Spule wird ein auf jeweils einem Spulen- oder Trafokern haftender Ringmagnet (www.ntl.at, Art. Nr. DE420-1E oder aus www.phywe.de, Best.-Nr. 06348.00) platziert.



Ein auf die Spitze der Achse gesteckter Kunststoff-Trinkhalm dient als Zeiger.



Auf längere Dauer sollte man nicht zu viel Strom durch die Spule schicken bzw. auf deren Erwärmung achten. (Kurzzeitig sind bis zu 10 A möglich, aber weder ratsam noch notwendig.)

Foucault-Pendel zum Ausleihen

Der Verein hat ein Foucault-Pendel von Prof. Szostak erworben. Es kann gegen eine kleine Leihgebühr für schulische Veranstaltungen entliehen werden.

Eine Raumhöhe von ca. 3 m ist ausreichend. Die Aufhängung ist an einer Holzplatte montiert, die an der Zimmerdecke oder anderweitig stabil befestigt werden muss. Zusätzlich wird lediglich ein Labornetzteil benötigt, das 2 A

Gleichstrom bei 12 V liefert. Interessenten mögen sich an die Redaktion wenden.

Hintergrundinformation gibt der Artikel von Roland Szostak: Ein permanent schwingendes Foucault-Pendel für Schulen in PLUS LUCIS 2/2002, S. 11-15 (<http://pluslucis.univie.ac.at/PlusLucis/031/s11.pdf>).

Kartesischer Taucher

Herbert Klinglmair

Ein leeres Fläschchen „Underberg-Magenbitter“ wird mit der Öffnung nach unten in einer wassergefüllten PET-Flasche mit ausreichend großer Kragenweite (Durchmesser ca. 3,5 cm) versenkt. Die Flasche wird mit dem Originalver-

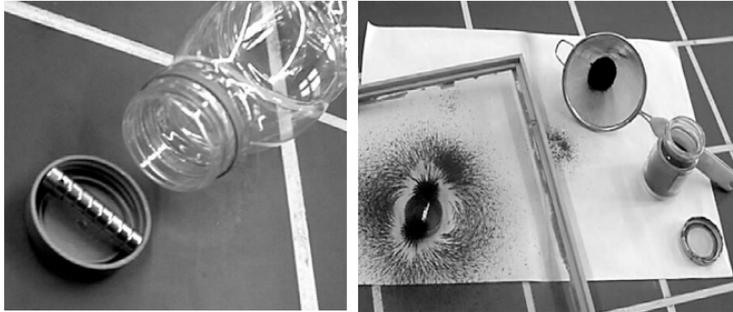
schluss verschlossen. Wenn man dem Wasser einen tüchtigen Schuss Kochsalz zusetzt, verhindert man, dass das „Taucherlein“ dauerhaft auf Grund läuft.



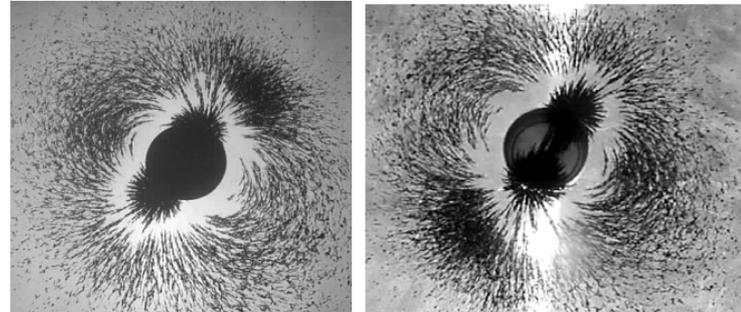
Erdmagnetfeld am Tageslichtprojektor

Herbert Klinglmair

Als „Erde“ dient ein Schraubverschluss einer PET-Getränkeflasche mit ca. 4 cm Durchmesser, darin legt man einen starken Stabmagneten (z.B. 9 Stück 504254 von www.conrad.at)



Das am Tageslichtprojektor platzierte Erdmodell liegt unter einer mit überhöhtem Umrandung versehenen Glasplatte, die man durch ein feinmaschiges Sieb mit Eisenspänen bestreut .



Fachbereichsarbeiten Physik - Prämierung

Anlässlich der 56. Jahrestagung der Österreichischen Physikalischen Gesellschaft an der TU Graz wurden aus 18 eingereichten Fachbereichsarbeiten des Schuljahrs 2005/06 drei Preisträger prämiert. Die Preisträger konnten als Gäste der ÖPG an der Herbsttagung teilnehmen. Sie erhielten im Rahmen einer Spezialführung Gelegenheit, die Labors der Physik-Institute der TU Graz zu besichtigen.

Preisträger

Kleine Teilchen – große Probleme: Feinstaub in unserem Leben
David Gölles **BG/BORG Graz-Liebenau**
Betreuung: Prof. Mag. Pirscher

Die menschliche Stimme – Entstehung, Wahrnehmung und Analyse von Sprache
Christopher Ritt **Öffentl. Stiftsgym. der Benediktiner Seitenstetten**
Betreuung: Mag. Hametner

Extrasolare Planeten um sonnenähnliche Sterne
Ruth-Sophie Taubner **BG 18 Wien**
Betreuung: Mag. Stiburek

Die Arbeiten der Preisträger David Gölles und Christopher Ritt zeichnen sich durch eigenständige Untersuchungen aus, während Ruth-Sophie Taubner auf aktuellstem Stand eine umfassende Darstellung der Suche nach Planeten außerhalb unseres Planetensystems verfasste. Auch die Arbeiten der weiteren Preisvorschläge zeichnen sich durch hohe Qualität aus.

Weitere Einreichungen

Die Steiermark 20 Jahre nach Tschernobyl
Claudia Alexandra Andrä **BG/BRG Leibnitz**
Betreuung: Mag. Oswald

Sternentwicklung - Die Lebensphasen eines Sterns
Jacqueline Atanelov **De La Salle Schule Strebersdorf**
Betreuung: Mag. Picher

Kernfusion - Energiequelle der Zukunft?
Josef Alexander Dorn **Don Bosco-Gym. Unterwaltersdorf**
Betreuung: Mag. Stur

Bildgebende Verfahren in der Diagnostik
Etschmaier Martin **BG/BRG Leoben neu**
Betreuung: Prof. DI Mag.Dr. Haas

Paradigmenwechsel in der Physik am Beispiel des Überganges von der Newtonschen zur Maxwellschen Lichttheorie
Jonathan Gantner **BG Horn**
Betreuung: Mag. Hofbauer

Synchrotronstrahlung
Simon Gröchenig **BG Porcia Spittal/Drau**
Betreuung: Prof. Mag. Gröchenig



Prämierung von FBA: (v.l.n.r.) Helmut Kühnelt, Mag. Eva Kasparovsky (BMBWK), David Gölles, Mag. Pirscher, Mag. Hametner, Ruth-Sophie Taubner, Mag. Sonja Stiburek, Helmut Rauch. (Chr. Ritt war verhindert.)

Farben - Einführung in eine bunte Welt
Thomas Hanner **BRG Linz Fadingerstrasse**
Betreuung: Mag. Turnwald

Teilchenphysik und wie sie an der Entwicklung der Urknalltheorie beteiligt war
Georg Jäger **Abteigymnasium Seckau**
Betreuung: Mag. Schlacher

Astronavigation - Navigieren mit den Gestirnen
Marion Koch **Goethegymnasium Wien**
Betreuung: Mag. Dr. Hofstetter

Zeit - Nicht nur das, was die Uhr anzeigt
Matteo Luisi **Akademisches Gymnasium Graz**
Betreuung: Mag. Kapper

Supernova, der Tod eines Sterns?
Bernhardt Pauger **Privatgymnasium Sacré Coeur Graz**
Betreuung: Mag. Schmid

Fusionsexperiment TEXTOR – ein Schritt am Weg zur Kernfusion
Ulrike Regner **pG/ORG St. Ursula - Salzburg**
Betreuung: Mag. Dr. Huf

Gravitationswellen
Johannes Anton Rieder **BG/BRG Graz Carnerigasse**
Betreuung: Prof. Mag. Stremitzer

RFID Radio Frequency Identification
Christoph Saria **Abteigymnasium Seckau**
Betr.: Mag. Schlacher

Energie- und Umweltproblematik des Individualverkehrs am Beispiel des Automobils
Paul Übelacker **Öffentl. Stiftsgymnasium der Benediktiner Seitenstetten**
Betreuung: Mag. Hametner

Roman Ulrich Sexl-Preis der ÖPG 2006

Für besonders erfolgreiche und motivierende Lehre wurde vom Vorstand der Österreichischen Physikalischen Gesellschaft (ÖPG) der Roman-Ulrich-Sexl-Preis 2006 an

OStR. Prof. Mag. Theodor Duenbostl

für seine Leistungen zur Förderung des naturwissenschaftlichen Unterrichts in der Schule und in Lehreraus- und -fortbildung vergeben.

Theodor Duenbostl unterrichtet am BG/BRG 10 Ettenreichgasse 41-43, 1100 Wien, Physik, Mathematik und Informatik. Weiters ist er als Bundeslehrer im Physik-Lehramtspraktikum an der Universität Wien tätig, Dozent am Pädagogischen Institut der Stadt Wien und – als Nachfolger von OStR. Dr. Josef Schreiner – Leiter der Arbeitsgemeinschaft für Physiklehrerinnen und -lehrer an den Wiener AHS. Er ist Autor zahlreicher Lehrbücher und CD-ROMs für den naturwissenschaftlichen Unterricht und Konsulent von Lehrmittelfirmen. Zahlreiche Vorträge im In- und Ausland haben seine Ideen verbreitet.



Univ.-Prof. Dr. Helmut Rauch, Präsident der Österr. Physik. Gesellschaft übergibt die Urkunde des Sexl-Preises an Prof. Mag. Theodor Duenbostl.

Besonders hervorzuheben ist seine Rolle bei der Einführung der Schülerversuchskästen und bei der Einführung der Computer unterstützten Messwerterfassung.

Wir gratulieren!

37. Internat. Physikolympiade Singapur

Aus über 80 Ländern nahmen im Juli 2006 ca. 400 Wettkämpfer an der 37. IPhO teil, die vom National Institute of Education der Nanyang Technological University Singapur mit großem Aufwand und Einsatz organisiert wurde.

Das österreichische Team unter der bewährten Leitung von Prof. Ing. Mag. Helmuth Mayr und Prof. Mag. Engelbert Stütz erzielte hervorragende Leistungen.

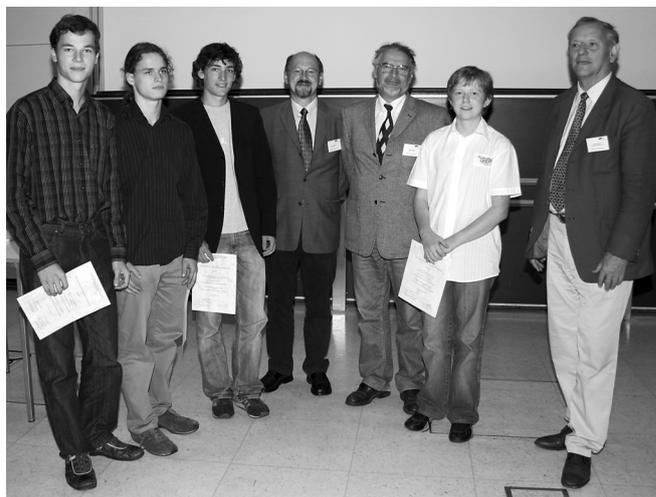
Silbermedaille: Christian Hofstadler
(HTBLA-Leonding; Kursleiter: Stütz)

Bronzemedaille: Andreas Nennung
(BGRG 4/SKP Wiedner Gürtel Wien; Kursleiter: Mayr)

4. Plätze (Honorable Mention)
Simon Philipp Gritschacher
(BG-Porcía Spittal/Drau; Kursleiter: Gröchenig),
Markus Legner
(Akad. Gymnasium Innsbruck; Kursleiter: Licha)
Christian Rakusch
(Bischöfl. Gymnasium Graz; Kursleiter: Winkler)

Die Aufgaben sind unter <http://www.ipho2006.org/> zu finden. Im ersten Theoriebeispiel sollte das Verhalten von Neutronen in einem Neutroneninterferometer unter dem Ein-

fluss der Schwerkraft untersucht werden, im zweiten die fotografische Registrierung der relativistischen Bewegung eines Stabes mittels Lochkamera, während das dritte aus 5 Teilaufgaben (Digitale Camera, Eierkochen und Energiebedarf, Blitze, Blutzirkulation (kapillare Strömung), Adiabatische Temperaturänderung von Luft) bestand. In der Experimentalaufgabe wurde die Mikrowellen-Optik in mehreren Teilaufgaben erforscht.



Univ.-Prof. Dr. Helmut Rauch, Präsident der Österr. Physik. Gesellschaft (i.v.r.) gratulierte den IPhO-Teilnehmern Chr. Hofstadler, A. Nennung, S. Gritschacher und M. Legner sowie deren Betreuern Prof. Engelbert Stütz und Prof. Helmuth Mayr. (Chr. Rakusch war verhindert.)

Verein zur Förderung des physikalischen und chemischen Unterrichts

Neufassung der Statuten

Entsprechend dem Vereinsgesetz 2002 mussten die Statuten angepasst werden. Die geänderten Statuten wurden in der Generalversammlung vom 28. Nov. 2006 beschlossen.

§ 1 Name, Sitz und Tätigkeitsbereich

- (1) Der Verein führt den Namen „Verein zur Förderung des physikalischen und chemischen Unterrichts“.
- (2) Er hat seinen Sitz in Wien und erstreckt seine Tätigkeit auf ganz Österreich.
- (3) Die Errichtung von Zweigvereinen ist nicht beabsichtigt.

§ 2 Zweck

Der Verein, dessen Tätigkeit nicht auf Gewinn gerichtet ist und dessen Tätigkeit im Sinne von §34 ff BAO ausschließlich gemeinnützig ist, bezweckt, den physikalischen und chemischen Unterricht aller Schulgattungen in wissenschaftlicher und didaktischer Hinsicht zu vervollkommen.

§ 3 Mittel zur Erreichung des Vereinszwecks

- (1) Der Vereinszweck soll durch die in den Abs. 2 und 3 angeführten ideellen und materiellen Mittel erreicht werden.
- (2) Als ideelle Mittel dienen
 - a) Regelmäßige Vorträge mit anschließender Wechseltrede
 - b) Vorführung und Besprechung physikalischer und chemischer Apparate und Versuche
 - c) Herausgabe einer Vereinszeitschrift
 - d) Lehrgänge für die Weiterbildung
 - e) Sonstige Maßnahmen, die geeignet sind, den Vereinszweck zu fördern
- (3) Die erforderlichen materiellen Mittel sollen aufgebracht werden durch
 - a) Mitgliedsbeiträge
 - b) Spenden, Kostenersätze, Subventionen öffentlicher Stellen, Tagungsbeiträge
 - c) Inserate in der Vereinszeitung
 - d) Vermächtnisse und sonstige Zuwendungen

§ 4 Arten der Mitgliedschaft

- (1) Die Mitglieder des Vereins gliedern sich in ordentliche, außerordentliche und Ehrenmitglieder.
- (2) Ordentliche Mitglieder sind jene, die sich voll an der Vereinsarbeit beteiligen. Außerordentliche Mitglieder

sind solche, die die Vereinstätigkeit vor allem durch Zahlung eines erhöhten Mitgliedsbeitrags fördern. Ehrenmitglieder sind Personen, die hiezu wegen besonderer Verdienste um den Verein oder die Vereinsziele ernannt werden.

§ 5 Erwerb der Mitgliedschaft

- (1) Mitglieder des Vereins können alle physischen Personen, die an dem Ausbau des physikalischen und chemischen Unterrichts Anteil nehmen sowie juristische Personen und rechtsfähige Personengesellschaften werden.
- (2) Über die Aufnahme von ordentlichen und außerordentlichen Mitgliedern entscheidet der Vorstand. Die Aufnahme kann ohne Angabe von Gründen verweigert werden.
- (3) Die Ernennung zum Ehrenmitglied erfolgt auf Antrag des Vorstands durch die Generalversammlung.

§ 6 Beendigung der Mitgliedschaft

- (1) Die Mitgliedschaft erlischt durch Tod, bei juristischen Personen und rechtsfähigen Personengesellschaften durch Verlust der Rechtspersönlichkeit, durch freiwilligen Austritt und durch Ausschluss.
- (2) Der Austritt kann nur zum 30. September erfolgen. Er muss dem Vorstand mindestens ein Monat vorher schriftlich mitgeteilt werden. Erfolgt die Anzeige verspätet, so ist sie erst zum nächsten Austrittstermin wirksam. Für die Rechtzeitigkeit ist das Datum der Postaufgabe maßgeblich.
- (3) Der Vorstand kann ein Mitglied ausschließen, wenn dieses trotz zweimaliger schriftlicher Mahnung unter Setzung einer angemessenen Nachfrist länger als sechs Monate mit der Zahlung der Mitgliedsbeiträge im Rückstand ist. Die Verpflichtung zur Zahlung der fällig gewordenen Mitgliedsbeiträge bleibt hievon unberührt.
- (4) Der Ausschluss eines Mitglieds aus dem Verein kann vom Vorstand auch wegen grober Verletzung anderer Mitgliedspflichten und wegen unehrenhaften Verhaltens verfügt werden.
- (5) Die Aberkennung der Ehrenmitgliedschaft kann aus den im Abs. 4 genannten Gründen von der Generalversammlung über Antrag des Vorstands beschlossen werden.

§ 7 Rechte und Pflichten der Mitglieder

- (1) Die Mitglieder sind berechtigt, an allen Veranstaltungen des Vereins teilzunehmen und die Einrichtungen

des Vereins zu beanspruchen. Das Stimmrecht in der Generalversammlung sowie das aktive und passive Wahlrecht stehen nur den ordentlichen und den Ehrenmitgliedern zu.

- (2) Jedes Mitglied ist berechtigt, vom Vorstand die Ausfolgung der Statuten zu verlangen.
- (3) Mindestens ein Zehntel der Mitglieder kann vom Vorstand die Einberufung einer Generalversammlung verlangen.
- (4) Die Mitglieder sind in jeder Generalversammlung vom Vorstand über die Tätigkeit und finanzielle Gebarung des Vereins zu informieren. Wenn mindestens ein Zehntel der Mitglieder dies unter Angabe von Gründen verlangt, hat der Vorstand den betreffenden Mitgliedern eine solche Information auch sonst binnen vier Wochen zu geben.
- (5) Die Mitglieder sind vom Vorstand über den geprüften Rechnungsabschluss (Rechnungslegung) zu informieren. Geschieht dies in der Generalversammlung, sind die Rechnungsprüfer einzubinden.
- (6) Die Mitglieder sind verpflichtet, die Interessen des Vereins nach Kräften zu fördern und alles zu unterlassen, wodurch das Ansehen und der Zweck des Vereins Abbruch erleiden könnte. Sie haben die Vereinsstatuten und die Beschlüsse der Vereinsorgane zu beachten. Die ordentlichen und außerordentlichen Mitglieder sind zur pünktlichen Zahlung der Mitgliedsbeiträge in der von der Generalversammlung beschlossenen Höhe verpflichtet.

§ 8 Vereinsorgane

Organe des Vereins sind die Generalversammlung (§§ 9 und 10), der Vorstand (§§ 11 bis 13), die Rechnungsprüfer (§ 14) und das Schiedsgericht (§ 15).

§ 9 Generalversammlung

- (1) Die Generalversammlung ist die „Mitgliederversammlung“ im Sinne des Vereinsgesetzes 2002. Eine ordentliche Generalversammlung findet jährlich im letzten Jahresquartal statt.
- (2) Eine außerordentliche Generalversammlung findet auf
 - a) Beschluss des Vorstands oder der ordentlichen Generalversammlung,
 - b) schriftlichen Antrag von mindestens einem Zehntel der Mitglieder,
 - c) Verlangen der Rechnungsprüfer (§ 21 Abs. 5 erster Satz VereinsG.),
 - d) Beschluss der/eines Rechnungsprüfer/s (§ 21 Abs. 5 zweiter Satz VereinsG, § 11 Abs. 2 dritter Satz dieser Statuten),
 - e) Beschluss eines gerichtlich bestellten Kurators (§ 11 Abs. 2 letzter Satz dieser Statuten) binnen vier Wochen statt.
- (3) Sowohl zu den ordentlichen wie auch zu den außerordentlichen Generalversammlungen sind alle Mitglieder mindestens zwei Wochen vor dem Termin schriftlich, mittels Telefax oder per E-Mail (an die vom Mitglied dem Verein bekannt gegebene Fax-Nummer

oder E-Mail-Adresse) einzuladen. Die Anberaumung der Generalversammlung hat unter Angabe der Tagesordnung zu erfolgen. Die Einberufung erfolgt durch den Vorstand (Abs. 1 und Abs. 2 lit. a – c), durch die/einen Rechnungsprüfer (Abs. 2 lit. d) oder durch einen gerichtlich bestellten Kurator (Abs. 2 lit. e).

- (4) Anträge zur Generalversammlung sind mindestens drei Tage vor dem Termin der Generalversammlung beim Vorstand schriftlich, mittels Fax oder per E-Mail einzureichen.
- (5) Gültige Beschlüsse – ausgenommen solche über einen Antrag auf Einberufung einer außerordentlichen Generalversammlung – können nur zur Tagesordnung gefasst werden.
- (6) Bei der Generalversammlung sind alle Mitglieder teilnahmeberechtigt. Stimmberechtigt sind nur die ordentlichen und die Ehrenmitglieder. Jedes Mitglied hat eine Stimme. Die Übertragung des Stimmrechts auf ein anderes Mitglied im Wege einer schriftlichen Bevollmächtigung ist zulässig.
- (7) Die Generalversammlung ist ohne Rücksicht auf die Anzahl der Erschienenen beschlussfähig.
- (8) Die Wahlen und die Beschlussfassungen in der Generalversammlung erfolgen in der Regel mit einfacher Mehrheit der abgegebenen gültigen Stimmen. Beschlüsse, mit denen das Statut des Vereins geändert oder der Verein aufgelöst werden soll, bedürfen jedoch einer qualifizierten Mehrheit von zwei Dritteln der abgegebenen gültigen Stimmen.
- (9) Den Vorsitz in der Generalversammlung führt der/die Obmann/Obfrau, in dessen/deren Verhinderung sein/e/ihr/e Stellvertreter/in. Wenn auch diese/r verhindert ist, so führt das an Jahren älteste anwesende Vorstandsmitglied den Vorsitz.

§ 10 Aufgaben der Generalversammlung

Der Generalversammlung sind folgende Aufgaben vorbehalten:

- a) Beschlussfassung über den Voranschlag;
- b) Entgegennahme und Genehmigung des Rechenschaftsberichts und des Rechnungsabschlusses unter Einbindung der Rechnungsprüfer;
- c) Wahl und Enthebung der Mitglieder des Vorstands und der Rechnungsprüfer;
- d) Genehmigung von Rechtsgeschäften zwischen Rechnungsprüfern und Verein;
- e) Entlastung des Vorstands;
- f) Festsetzung der Höhe der Mitgliedsbeiträge für ordentliche und für außerordentliche Mitglieder;
- g) Verleihung und Aberkennung der Ehrenmitgliedschaft;
- h) Beschlussfassung über Statutenänderungen und die freiwillige Auflösung des Vereins;
- i) Beratung und Beschlussfassung über sonstige auf der Tagesordnung stehende Fragen.

§ 11 Vorstand

- (1) Der Vorstand besteht aus sechs Mitgliedern, aus Obmann/Obfrau und Stellvertreter/in, Schriftführer/in und

- Stellvertreter/in sowie Kassier/in und Stellvertreter/in.
- (2) Der Vorstand wird von der Generalversammlung gewählt. Der Vorstand hat bei Ausscheiden eines gewählten Mitglieds das Recht, an seine Stelle ein anderes wählbares Mitglied zu kooptieren, wozu die nachträgliche Genehmigung in der nächstfolgenden Generalversammlung einzuholen ist. Fällt der Vorstand ohne Selbstergänzung durch Kooptierung überhaupt oder auf unvorhersehbar lange Zeit aus, so ist jeder Rechnungsprüfer verpflichtet, unverzüglich eine außerordentliche Generalversammlung zum Zweck der Neuwahl eines Vorstands einzuberufen. Sollten auch die Rechnungsprüfer handlungsunfähig sein, hat jedes ordentliche Mitglied, das die Notsituation erkennt, unverzüglich die Bestellung eines Kurators beim zuständigen Gericht zu beantragen, der umgehend eine außerordentliche Generalversammlung einzuberufen hat.
 - (3) Die Funktionsperiode des Vorstands beträgt ein Jahr; Wiederwahl ist möglich. Jede Funktion im Vorstand ist persönlich auszuüben.
 - (4) Der Vorstand wird vom Obmann/von der Obfrau, bei Verhinderung von seinem/seiner/ihrer/ihrer Stellvertreter/in, schriftlich oder mündlich einberufen. Ist auch diese/r auf unvorhersehbar lange Zeit verhindert, darf jedes sonstige Vorstandsmitglied den Vorstand einberufen.
 - (5) Der Vorstand ist beschlussfähig, wenn alle seine Mitglieder eingeladen wurden und mindestens die Hälfte von ihnen anwesend ist.
 - (6) Der Vorstand fasst seine Beschlüsse mit einfacher Stimmenmehrheit; bei Stimmgleichheit gibt die Stimme des/der Vorsitzenden den Ausschlag.
 - (7) Den Vorsitz führt der/die Obmann/Obfrau, bei Verhinderung sein/e/ihr/e Stellvertreter/in. Ist auch diese/r verhindert, obliegt der Vorsitz dem an Jahren ältesten anwesenden Vorstandsmitglied oder jenem Vorstandsmitglied, das die übrigen Vorstandsmitglieder mehrheitlich dazu bestimmen.
 - (8) Außer durch den Tod und Ablauf der Funktionsperiode (Abs. 3) erlischt die Funktion eines Vorstandsmitglieds durch Enthebung (Abs. 9) und Rücktritt (Abs. 10).
 - (9) Die Generalversammlung kann jederzeit den gesamten Vorstand oder einzelne seiner Mitglieder entheben. Die Enthebung tritt mit Bestellung des neuen Vorstands bzw Vorstandsmitglieds in Kraft.
 - (10) Die Vorstandsmitglieder können jederzeit schriftlich ihren Rücktritt erklären. Die Rücktrittserklärung ist an den Vorstand, im Falle des Rücktritts des gesamten Vorstands an die Generalversammlung zu richten. Der Rücktritt wird erst mit Wahl bzw. Kooptierung (Abs. 2) eines Nachfolgers wirksam.
 - (11) Die Generalversammlung wählt eine von ihr fest zu legende Anzahl von Beiräten, die den Vorstand bei der Erreichung der Vereinszwecke unterstützt, und die an Vorstandssitzungen als Auskunftspersonen teilnehmen.

§ 12 Aufgaben des Vorstands

Dem Vorstand obliegt die Leitung des Vereins. Er ist das „Leitungsorgan“ im Sinne des Vereinsgesetzes 2002. Ihm kommen alle Aufgaben zu, die nicht durch

die Statuten einem anderen Vereinsorgan zugewiesen sind. In seinen Wirkungsbereich fallen insbesondere folgende Angelegenheiten:

- (1) Einrichtung eines den Anforderungen des Vereins entsprechenden Rechnungswesens mit laufender Aufzeichnung der Einnahmen/Ausgaben und Führung eines Vermögensverzeichnisses als Mindestanfordernis;
- (2) Erstellung des Jahresvoranschlags, des Rechenschaftsberichts und des Rechnungsabschlusses;
- (3) Vorbereitung und Einberufung der Generalversammlung in den Fällen des § 9 Abs. 1 und Abs. 2 lit. a – c dieser Statuten;
- (4) Information der Vereinsmitglieder über die Vereinstätigkeit, die Vereinsgebarung und den geprüften Rechnungsabschluss;
- (5) Verwaltung des Vereinsvermögens;
- (6) Aufnahme und Ausschluss von ordentlichen und außerordentlichen Vereinsmitgliedern;
- (7) Aufnahme und Kündigung von Angestellten des Vereins.

§ 13 Besondere Obliegenheiten einzelner Vorstandsmitglieder

- (1) Der/die Obmann/Obfrau führt die laufenden Geschäfte des Vereins. Der/die Schriftführer/in unterstützt den/die Obmann/Obfrau bei der Führung der Vereinsgeschäfte.
- (2) Der/die Obmann/Obfrau vertritt den Verein nach außen. Zur Gültigkeit einer Urkunde in Vereinsangelegenheiten ist die Unterschrift des Obmannes oder eines Mitgliedes der Vereinsleitung erforderlich. Schriftliche Ausfertigungen des Vereins in Geldangelegenheiten in überdurchschnittlicher Höhe (vermögenswerte Dispositionen) bedürfen zu ihrer Gültigkeit der Unterschriften des/der Obmanns/Obfrau und des Kassiers/der Kassierin. Rechtsgeschäfte zwischen Vorstandsmitgliedern und Verein bedürfen der Zustimmung eines anderen Vorstandsmitglieds.
- (3) Rechtsgeschäftliche Bevollmächtigungen, den Verein nach außen zu vertreten bzw. für ihn zu zeichnen, können ausschließlich von den in Abs. 2 genannten Vorstandsmitgliedern erteilt werden.
- (4) Bei Gefahr im Verzug ist der/die Obmann/Obfrau berechtigt, auch in Angelegenheiten, die in den Wirkungsbereich der Generalversammlung oder des Vorstands fallen, unter eigener Verantwortung selbständig Anordnungen zu treffen; im Innenverhältnis bedürfen diese jedoch der nachträglichen Genehmigung durch das zuständige Vereinsorgan.
- (5) Der/die Obmann/Obfrau führt den Vorsitz in der Generalversammlung und im Vorstand.
- (6) Der/die Schriftführer/in führt die Protokolle der Generalversammlung und des Vorstands.
- (7) Der/die Kassier/in ist für die ordnungsgemäße Geldgebarung des Vereins verantwortlich.
- (8) Im Fall der Verhinderung treten an die Stelle des/der Obmanns/Obfrau, des Schriftführers/der Schriftführerin oder des Kassiers/der Kassierin ihre Stellvertreter/innen.

§ 14 Rechnungsprüfer

- (1) Zwei Rechnungsprüfer werden von der Generalversammlung auf die Dauer von einem Jahr gewählt. Wiederwahl ist möglich. Die Rechnungsprüfer dürfen keinem Organ – mit Ausnahme der Generalversammlung – angehören, dessen Tätigkeit Gegenstand der Prüfung ist.
- (2) Den Rechnungsprüfern obliegt die laufende Geschäftskontrolle sowie die Prüfung der Finanzgebarung des Vereins im Hinblick auf die Ordnungsmäßigkeit der Rechnungslegung und die statutengemäße Verwendung der Mittel. Der Vorstand hat den Rechnungsprüfern die erforderlichen Unterlagen vorzulegen und die erforderlichen Auskünfte zu erteilen. Die Rechnungsprüfer haben dem Vorstand über das Ergebnis der Prüfung zu berichten.
- (3) Rechtsgeschäfte zwischen Rechnungsprüfern und Verein bedürfen der Genehmigung durch die Generalversammlung. Im Übrigen gelten für die Rechnungsprüfer die Bestimmungen des § 11 Abs. 8 bis 10 dieser Statuten sinngemäß.

§ 15 Schiedsgericht

- (1) Zur Schlichtung von allen aus dem Vereinsverhältnis entstehenden Streitigkeiten ist das vereinsinterne Schiedsgericht berufen. Es ist eine „Schlichtungseinrichtung“ im Sinne des Vereinsgesetzes 2002 und kein Schiedsgericht nach den §§ 577 ff ZPO.
- (2) Das Schiedsgericht setzt sich aus drei ordentlichen Vereinsmitgliedern zusammen. Es wird derart gebildet, dass ein Streitteil dem Vorstand ein Mitglied als Schiedsrichter schriftlich namhaft macht. Über Aufforderung durch den Vorstand binnen sieben Tagen

macht der andere Streitteil innerhalb von 14 Tagen seinerseits ein Mitglied des Schiedsgerichts namhaft. Nach Verständigung durch den Vorstand innerhalb von sieben Tagen wählen die namhaft gemachten Schiedsrichter binnen weiterer 14 Tage ein drittes ordentliches Mitglied zum/zur Vorsitzenden des Schiedsgerichts. Bei Stimmgleichheit entscheidet unter den Vorgeschlagenen das Los. Die Mitglieder des Schiedsgerichts dürfen keinem Organ – mit Ausnahme der Generalversammlung – angehören, dessen Tätigkeit Gegenstand der Streitigkeit ist.

- (3) Das Schiedsgericht fällt seine Entscheidung nach Gewährung beiderseitigen Gehörs bei Anwesenheit aller seiner Mitglieder mit einfacher Stimmenmehrheit. Es entscheidet nach bestem Wissen und Gewissen. Seine Entscheidungen sind vereinsintern endgültig.

§ 16 Freiwillige Auflösung des Vereins

- (1) Die freiwillige Auflösung des Vereins kann nur in einer zu diesem Zweck einberufenen Generalversammlung und nur mit Zweidrittelmehrheit der abgegebenen gültigen Stimmen beschlossen werden.
- (2) Diese Generalversammlung hat auch – sofern Vereinsvermögen vorhanden ist – über die Abwicklung zu beschließen. Insbesondere hat sie einen Abwickler zu berufen und Beschluss darüber zu fassen, wem dieser das nach Abdeckung der Passiven verbleibende Vereinsvermögen zu übertragen hat. Dieses Vermögen soll, soweit dies möglich und erlaubt ist, einer Organisation zufallen, die gleiche oder ähnliche gemeinnützige Zwecke insbesondere auf dem Gebiet Unterricht und Wissenschaft wie dieser Verein verfolgt, sonst Zwecken der Sozialhilfe.

Hauptversammlung 2006

In der Hauptversammlung vom 28. November 2006 wurden folgende Funktionäre gewählt:

Obmann:	Univ.-Prof. Dr. Helmut Kühnelt
Obmann-Stv.:	LSI Mag. Wolfgang Wurm
Schriftführerin:	Prof. Mag. Helga Stadler
Schriftführer-Stv.:	Gerald Grois
Kassier:	Prof. Mag. Maria-Magdalena Schäffer
Kassier-Stv.:	Prof. Mag. Theodor Duenbostl
Kassenprüfer:	HOL Werner Rentzsch
Kassenprüfer:	Prof. Mag. Helmut Wanek

Die Hauptdiskussionspunkte der HV waren:

- a) die Fortbildungswoche 2007, zu der zahlreiche Programmvorschlage gebracht wurden,
- b) die Statuten, die in Einklang mit dem Vereinsgesetz 2002 zu bringen waren,
- c) die Finanzlage des Vereins. Da Ausgaben und Einnahmen sich wie in den vergangenen Jahren im Wesentlichen gegenseitig ausglich, wurde keine Notwendigkeit zur Anhebung von Mitgliedsgebuhren gesehen.

Dank an den scheidenden Kassier Karl Weisz

Nach mehrjähriger Tätigkeit ist der Kassier Karl Weisz aus dem Vorstand ausgeschieden. Für die gewissenhafte und genaue Tätigkeit und Bilanzerstellung sei ihm im Namen von Verein und Vorstand herzlicher Dank ausgesprochen.

Dank an OStR Dr. Ralf Becker

OStR Dr. Ralf Becker hat nach mehr als einem Dezennium, in welcher Zeit er durch Schwerpunktsetzung gerade auch in Hinblick auf die VCÖ-Projekt-Wettbewerbe sehr intensive „Chemie-Mittwoche“ gestaltet hat, den Vorstand gebeten, neue Organisationsformen des Chemieteils der Fortbildungswoche ohne seine Mitwirkung zu finden. Mit großem Bedauern wurde dies zur Kenntnis genommen, war doch gerade die letztjährige Programmierung mit dem Experimentalvortrag „20 Jahre Chemie und Schule“ von Dr. Viktor Obendrauf ein besonderes Chemie-Highlight. Für die langjährige, engagierte Tätigkeit dankt der Vorstand des Vereins Herrn Dr. Ralf Becker auf das Herzlichste.

Bücher

Einsteins Spuk

Teleportation und weitere Mysterien der Quantenphysik Anton Zeilinger

352 Seiten, 16 Seiten farbiger Bildteil, s/w-Illustrationen im Text, C. Bertelsmann Verlag München 2005, ISBN 978-3-570-00691-7. Hardcover EUR 21,90, brosch. EUR 9,95.

Offenheit und Neugier sind nach Anton Zeilingers Absicht die einzigen Voraussetzungen, um dieses Buch lesen zu können. Professor Quantinger und sein Doktorand John führen zwei Studenten, Alice und Bob, in die Welt der Quanten ein. Dies geschieht auf weiten Strecken in Dialogform. Die Verständnisschwierigkeiten von Alice und Bob, die sie deutlich artikulieren, entsprechen jenen, die Menschen vor einem Verständnis der Quantenwelt haben.

Dabei steuert Zeilinger nach einer Kurzeinführung in die Quanten die Teleportation an, erklärt die Verschränkung von Teilen eines Systems, z.B. der einzelnen Photonen eines Zwei-Photonensystems, zu einem Gesamtsystem, das auch über große Distanzen gekoppelt ist. Hier setzte bekanntlich die Kritik von Einstein, Podolsky und Rosen vor nun 70 Jahren an. Einstein sprach von „spukhafter Fernwirkung“, einem Widerspruch zwischen dem in der Quantenphysik regierenden Zufall und der Korrelation von Ergebnissen von Messungen, die gleichzeitig an weit entfernten Teilchen vorgenommen werden. 70 Jahre später ist die Forschung an verschränkten Quantensystemen – nicht zuletzt dank Zeilingers Beiträgen – ein sehr aktives und attraktives Forschungsgebiet, das neben grundlegenden Erkenntnissen auch neuartige Anwendungen verspricht.

So stellt „Einsteins Spuk“ einerseits eine auf Maturaniveau verständliche, statt Formeln Bilder verwendende Einführung in die Quantenphysik dar, andererseits ist das Buch gleichzeitig eine populäre wissenschaftliche Biographie des an der Universität Wien lehrenden Quantenprofessors Anton Zeilinger. Dass nun auch eine Taschenbuchauflage vorliegt, wird den Leserkreis zu Recht erhöhen.

Helmut Kühnelt

Einstein entformelt

Wie ihm ein Teenager auf die Schliche kam Cornelia Faustmann, Walter Thirring

1. Aufl., 100 S., brosch., Seifert Verlag Wien 2007. ISBN 3-902406-42-9. EUR 19,90.

Der Doyen der theoretischen Physik in Österreich, Professor Walter Thirring, und die 60 Jahre jüngere Studentin Cornelia Faustmann haben sich die Aufgabe gestellt, Einsteins Erkenntnisse über Raum und Zeit ohne mathematischen Aufwand darzustellen. Dabei wählten sie als Darstellungsform ein Theaterstück in 4 Akten, zwei im Himmel mit Engeln als Akteuren, zwei auf der Erde mit naiven Menschen, bzw. mit Albert (dem Genie), Michele (dem Freund) und Mileva (seiner Frau). Dadurch ergibt sich eine lebendige Form des Argumentierens. Für und Wider werden auf verschiedenen Ebenen beleuchtet. Dazwischen gestreut sind historische und biographische Exkurse, sowie Kommentare.

Ganz entformeln lässt sich Einstein nicht, zumindest nicht für die Autoren. Die Lorentztransformation wird auf Seite 66 in einem Informationsteil eingeführt und diskutiert. Allerdings merken die Autoren nicht an, dass sie – eine alte Gewohnheit von theoretischen Physikern – die Lichtgeschwindigkeit nun als Einheit der Geschwindigkeit gewählt haben und auch die Variable t eigentlich ct ist – dies könnte für das Zielpublikum, d.h. Schülerinnen und Schüler, eine Verständnishürde darstellen.

Eine recht ansprechende Lektüre!

Helmut Kühnelt

Skurrile Quantenwelt

Silvia Arroyo Camejo

1. Aufl., Hardcover, 246 Seiten, Springer-Verlag Berlin, ISBN 3-540-29720-0, EUR 29,90;
2. Aufl., Fischer Taschenbuch 2007, ISBN 3-596-17489-9, EUR 12,95

Was bewegt eine 17-Jährige in den ohnedies anstrengenden Abschlussjahren vor der Matura ein Buch über Quantenphysik zu schreiben? Aus der Erkenntnis, dass die Bemühung vieler populärwissenschaftlicher Darstellungen, die Leserschaft nicht mit Mathematik abschrecken zu wollen, doch letztendlich nicht zum Verständnis führt, entschloss sich die Autorin, die Lücke zwischen den populären Darstellungen und der Lehrbüchern durch einen anschaulichen, gut erläuterten Text mit dem dazu gehörigen Formalismus zu schließen. Das Ergebnis liegt nun in zwei Auflagen vor, das begeisterte Echo der Quantenphysiker lautet z.B.: „Physikalisch äußerst präzise erklärt sie mit großer Lust und Leidenschaft die Grundlagen der modernen Quantenphysik ...“ (R. Bertlmann, Universität Wien).

In 17 Kapiteln geht es von Licht und Materie bis zur Bell'schen Ungleichung, den modernen Anwendungen wie Quantenkryptographie und zur Quantengravitation. Natürlich gibt es keine Neuigkeit in diesem Lehr- und Lesebuch

zu berichten, doch flicht die Autorin ihren persönlichen Standpunkt auch immer wieder ein. So entsteht eine sehr gut lesbare, gerade auch für die junge Generation lesbare Darstellung der Quantenphysik, in der die Rolle der Mathematik zur Beschreibung und zum Verständnis nicht verschleiert wird. Dazu kommt das didaktische Geschick – jeder Abschnitt wird mit einer Frage eingeleitet und doch wird der Eindruck vermieden, dass es zu jeder Frage genau eine richtige Antwort gäbe, die man nur „lernen“ müsse. Wenig überraschend studiert die Autorin nun Physik und beschäftigt sich intensiv weiter mit dem Thema. Dem Buch sind noch weitere Auflagen zu wünschen, denn es gehört in die Hände ähnlich wissbegieriger junger Menschen.

Helmut Kühnelt

Nimm doch mal die Kamera!

Zur Nutzung von Videos in der Lehrerbildung – Beispiele und Empfehlungen aus den Naturwissenschaften
Manuela Welzel, Helga Stadler (Hrsg.)

228 S., zahlr. Abb., Waxmann Verlag
Münster 2005. ISBN 3-8309-1487-3.
ca. EUR 25

Videografieren von Unterricht liefert im Vergleich zur traditionellen Tonbandaufnahme wesentlich mehr Information und erlaubt ein besseres Vorstellen unterrichtlicher Situationen. Moderne Videokameras und die Schnittsoftware ermöglichen auch Amateuren effizientes Arbeiten.

Der vorliegende Sammelband fasst Erfahrungen zusammen, die im deutschen Sprachraum mit der Nutzung von Videos in der Lehrerbildung gemacht wurden.

Eingeleitet wird die Sammlung mit einem Beitrag zum Video als Mittel der Reflexion. Aus dem Blickwinkel eigener, persönlicher Erfahrungen gibt Wolff-Michael Roth (University of Victoria, Kanada) einen Einblick in die theoretischen Hintergründe der Videoreflexion: Er beschreibt das Verhältnis von Lehrpraxis zu Reflexion über Lehrpraxis und zeigt auf, inwieweit Praxis durch Reflexion tatsächlich verändert werden kann.

Die zwei folgenden Kapitel stellen Beispiele aus der Praxis der Videonutzung vor. Im ersten Kapitel werden Erfahrungen im Bereich der Ausbildung von Lehrer/innen und im zweiten Kapitel Beispiele zum Videoeinsatz in der Unterrichtspraxis vorgestellt.

Im ersten Kapitel stellt Manuela Welzel (PH Heidelberg) eine Möglichkeit vor, Videos im Rahmen eines fachdidaktischen Seminars für Lehramtsstudierende zu Methoden im naturwissenschaftlichen Unterricht einzuführen und dessen Nutzung zur Qualifikation in der Lehre schrittweise auszubauen. Bardo Herzig, Silke Graf und Peter Reinhold (Uni Paderborn) zeigen, wie im Rahmen eines interdisziplinären Ansatzes digitale Videos zu reflexivem Lernen mit

Portfolios genutzt werden können. Der Beitrag zielt auf eine Auseinandersetzung mit dem Theorie-Praxisverhältnis in der Lehrerbildung. Hannelore Schwedes (Uni Bremen) zeigt, wie das Video in der schulpraktischen Ausbildung von Lehrer/innen genutzt werden kann. Hans-Joachim Schröder und Helmut Fischler (FU Berlin) nutzen das Video zur Erfassung und Modifikation von Lehrervorstellungen und Lehrerhandeln. Jochen Peukert und Michael Sach (Studienseminar Oberursel) beschreiben die Nutzung von Videotechnik im Rahmen des Studienseminars. Sie setzen es beim Microteaching und in Verbindung mit digitalen Portfolios ein, um eine Zusammenführung von Theorie und Praxis des Unterrichtens zu erreichen. Sylvia Schubert-Henning und Thomas Ziemer (Universität Bremen) nutzen das Video für die Lehrqualifikation von Mitarbeiter/innen an der Universität. Sie geben Anregungen für eine praxisbezogene Schulung von Lehrkompetenzen auf der Hochschulebene, die auch Relevanz für die Lehrerbildung besitzen.

Das zweite Kapitel startet mit einem Beitrag zur Analyse von Unterrichtsaufzeichnungen. Tina Seidel, Lena Meyer und Inger Marie Dalehefte (IPN Kiel) stellen verschiedene Szenarien vor, den Blick auf den eigenen Unterricht zu schärfen. Helga Stadler (Uni Wien) beschreibt ihre Erfahrungen mit Interventionen durch Forschung am Unterricht und zeigt Wege auf, die Professionalisierung von Lehrer/innen mit Hilfe der Analyse von Unterrichtsvideos voran zu bringen.

Sarah-Kate Lavan und Jennifer Beers (University of Pennsylvania, USA) nutzen das Video, um mit Schülerinnen und Schülern ins Gespräch zu kommen - ein Mittel, das sich insbesondere unter schwierigen sozialen Bedingungen nutzen lässt. Petra Scheltwort (PH Heidelberg) stellt in ihrem Beitrag aus psychologischer Perspektive vor, wie Lehrer/innen eigene Unterrichtsvideos herstellen und analysieren können. In ihrem Beitrag steht insbesondere der Analysefokus im Mittelpunkt. Zum Abschluss stellen Helga Jungwirth und Helga Stadler eine CD mit Unterrichtsausschnitten vor, die im Rahmen eines Projektes zur Erhöhung der Reflexions- und Handlungskompetenzen von Lehrkräften entwickelt und in Weiterbildungsveranstaltungen eingesetzt wird.

In den gut geschriebenen Beiträgen zeigt sich eine Fülle von Möglichkeiten, durch Videografie des Unterrichts die Ausbildung junger Lehrkräfte deutlich zu unterstützen. Technische Schwierigkeiten gibt es auch bei der besten Ausrüstung, dies wird nicht verschwiegen. Für Lehrerbildner ist dieses Buch sehr zu empfehlen.

Helmut Kühnelt

Reise durch die Zeit – Weg zum Nobelpreis

Ahmed H. Zewail

1. Aufl., übers. von H.-J. Hansen. vii + 370 S., Hardcover, Verlag Helvetica Chimica Acta, Zürich und Wiley-VCH, Weinheim 2006. ISBN 3-906390-32-2. EUR 49,00.

Im Oktober 1999 erhielt Ahmed Zewail den Nobelpreis in Chemie für seine „bahnbrechende Untersuchung grundlegender chemischer Reaktionen mit ultrakurzen Laserblitzen“. Zewails Methode nutzt Laserblitze von extremer Kürze, um in eine Zeitskala vorzustoßen, in welcher Reaktionen eigentlich stattfinden. Mit dem Preis ehrte die schwedische Akademie erstmals in ihrer Geschichte einen Naturwissenschaftler aus der arabischen Welt.

In seinem Buch *Reise durch die Zeit* hält Ahmed Zewail die verschiedenen Stationen und Wendepunkte in seinem Leben fest, das ihn aus einer kleinen Stadt im ägyptischen Nildelta nach Südkalifornien an das California Institute of Technology führte. Der Autor konzentriert sich in seinem Buch nicht nur auf seine Biographie und seine persönliche Erfolgsgeschichte, sondern berichtet auch über seine naturwissenschaftlichen Forschungen und den Weg der Entdeckungen im Femto-Universum. Anschaulich und allgemein verständlich erklärt er die Beobachtung von Molekülen im Zeitmaßstab von Femtosekunden und führt den interessierten Leser durch sein Forschungsgebiet der Femtosekundenchemie.

Ahmed Zewail beschließt sein Buch mit Reflexionen über den Einfluss des wissenschaftlichen Fortschritts auf die Gesellschaft in den Industrienationen und den Entwicklungsländern. Er spricht darin die Hoffnung aus, Ägypten möge sich auf die junge Generation besinnen und Amerika neue Visionen der Innen- und Außenpolitik hervorbringen. *Reise durch die Zeit* ist der sehr persönliche und engagierte Bericht eines außergewöhnlichen Wissenschaftlers, der das Leben in zwei völlig verschiedenen Welten kennt und versucht, diese dem Leser näher zu bringen.

Dem europäischen Leser bietet sich dabei ein faszinierender Einblick in die Lebenswelt eines Menschen, der in zwei Kulturen zu Hause ist.

Helmut Kühnelt

Katalog der ortsfesten Sonnenuhren in Österreich

Karl Schwarzinger

3. Aufl., 232 S., brosch. mit CD-ROM, Österr. Astronomischer Verein 2006. ISBN 3-200-00700-1. EUR 29,50.

Sonnenuhren werden heute weitgehend als Schmuckstück für Hauswand und Garten gesehen, doch vor nicht einmal 200 Jahren dienten sie dazu, öffentliche Uhren zu richten. Der vorliegende Katalog enthält eine kurze Geschichte der Sonnenuhr in Mitteleuropa vom Mittelalter bis heute, eine kompakte, gut verständliche Darstellung der Funktionsweisen der verschiedenen Sonnenuhrkonstruktionen sowie die Daten von über 3000 ortsfesten Sonnenuhren. Aus Kostengründen sind nur wenige Abbildungen im Buch – die schönsten sind auf 16 Seiten in Farabbildungen wiedergegeben, eine begleitende CD-ROM enthält eine fast vollständige Bilderdatenbank.

Helmut Kühnelt

Unglaublich einfach. Einfach unglaublich

Werner Gruber

1. Aufl., 278 S., Hardcover, ecowin Verlag Salzburg 2006. ISBN 3-902404-37-X. EUR 19,95.

Stand zur Weihnachtszeit auf den österreichischen Bestsellerlisten. Es gibt also Bedarf für „Physik für jeden Tag“. Wer Werner Gruber kennt, kann ahnen, was ihn erwartet. Ein buntes Potpourri aus Küchenphysik, Kochrezepten, Physik von Star Trek und Anleitungen zum Papierfliegerbau, gemixt mit Bemerkungen zur Funktion von Socken u.ä.. Getreu der Maxime, dass in populären Büchern Formeln den Verkauf schmälern, finden sich nur zwei Formeln. Eine gibt die Bratdauer einer Weihnachtsgans an (leider ohne Begründung), die andere die Anzahl kommunikationsfähiger Zivilisationen in einer Galaxie. Aber nein, da gibt es auch noch eine Formel für die Kochdauer für „3-Minuten-Eier“ – gar mit einem Logarithmus! Was den Stellenwert der Küchenphysik unterstreicht.

Bei der Lektüre wird man an Einstein's Forderung erinnert, die Natur so einfach wie möglich zu erklären, aber nicht einfacher. Bei einem solch schnellen Pirschgang durch Küche und Natur sind Grenzüberschreitungen wohl unvermeidlich. Und für alle, die Werner Gruber live bei der „Rache des Gulaschs“, im TV oder in der VHS erlebt haben, ruft die Lektüre die Erinnerung an den Kommunikator wach, der mit Spaß „Physik verkauft“.

Helmut Kühnelt

Ressel – ein österreichisches Erfinderschicksal

Vor 180 Jahren, am 11. Februar 1827, erhielt Ressel auf seine Schiffsschraube in Österreich ein Patent, Privilegium genannt.

Seine Bemühungen um Finanzierung des Patents scheiterten ebenso wie der Versuch der Gründung einer österreichischen Schraubendampfschiffahrts-Gesellschaft.



**Ausschreibung des Schwerpunktes
„eLearning & eTeaching - Lernen und Lehren mit neuen Medien“
des Fonds für Unterrichts- und Schulentwicklung**

Der Vorstand des Fonds für Unterrichts- und Schulentwicklung lädt interessierte Lehrkräfte aus dem Bereich der gesamten Sekundarstufe und den Pädaks aus ganz Österreich ein, sich für das Schuljahr 2007/08 mit Option auf Weiterführung für die Funktion einer/s Koordinatorin/Koordinators bzw. einer/s Mitarbeiterin/Mitarbeiters im Schwerpunkt „**eLearning & eTeaching - Lernen und Lehren mit neuen Medien**“ zu bewerben. Um eine möglichst erfolgreiche Zusammenarbeit bei der Projektbetreuung zu gewährleisten, erfolgt die Bewerbung für die Mitarbeit in diesem Schwerpunkt ausschließlich als Team. Ein Schwerpunktteam setzt sich zusammen aus jeweils einem/r Projektkoordinator/in und zwei Mitarbeiter/innen, wobei es seitens des Fonds begrüßt wird, wenn sich unter diesen ein/e Vertreter/in der österreichischen Pädaks befindet.

Die Aufgaben der Koordinatorin bzw. des Koordinators liegen in der Leitung und Organisation aller Aktivitäten des Schwerpunktes unterstützt durch die Mitarbeiter/innen. Die Aufgabe der Mitarbeiter/innen liegt in der Unterstützung der/des Schwerpunktkoordinatorin/des Schwerpunktkoordinators in all seinen Aufgaben. Die konkreten Aufgabenbereiche sollen etwas genauer definiert werden:

Der **Aufgabenbereich als Koordinator/in** umfasst folgende Tätigkeiten (nach Möglichkeit und Notwendigkeit in Zusammenarbeit mit den weiteren Teammitgliedern):

- Die Leitung des Schwerpunktes im Auftrag des Fonds-Vorstandes
- Die Betreuung und Beratung der Projekte im Schwerpunkt sowie die Koordination dieser innerhalb des Schwerpunktteams
- Die Zusammenarbeit mit den weiteren Teammitgliedern des Schwerpunktes sowie den anderen Fondsinstitutionen
- Die Organisation, Koordination und Durchführung von schwerpunktspezifischen Workshops (Start-Up-Veranstaltung, Schreibwerkstatt, Vernetzungstreffen etc.) in Zusammenarbeit mit dem Schwerpunktteam
- Die Organisation, Koordination und Durchführung eines ein- bis zweitägigen Seminars (schwerpunktspezifischer Workshop) im Rahmen des IMST-Fonds
- Die Koordination und Leitung von Sitzungen innerhalb des Schwerpunktteams
- Die Teilnahme an Kuratoriumssitzungen und die Vertretung des Schwerpunktes im Kuratorium (2 Sitzungen im Jahr)
- Die Erstellung von Gutachten für eingereichte Projektanträge
- Die Beurteilung der Projektendberichte der durchgeführten Projekte im Schwerpunkt und die Rückmeldung an den Vorstand
- Mitwirkung an der Dissemination der Projektberichte
- Mitwirkung an der Evaluation des Schwerpunktes
- Mitwirkung an der Umsetzung des Prinzips Gender Sensitivity und Gender Mainstreaming im Schwerpunkt



FONDS FÜR UNTERRICHTS- UND SCHULENTWICKLUNG

Didaktik der Mathematik, Naturwissenschaften und Informatik
Sterneckstraße 15 | A - 9020 Klagenfurt

<http://imst.uni-klu.ac.at/mni>

- Mitwirkung an der inhaltlichen Weiterentwicklung des Fonds in Zusammenarbeit mit den anderen Fondsinstitutionen
- Das Verfassen des Jahresendberichtes des Schwerpunktes laut den Vorgaben des Fonds-Vorstandes sowie ev. Kurzartikel für den IMST-Newsletter

Der **Aufgabenbereich als Mitarbeiter/in** umfasst die teilweise selbständige Erledigung von Aufgaben innerhalb des Schwerpunktes sowie die Unterstützung des/der Koordinators/in in seinen/ihren Aufgaben.

Anforderungen an alle Teammitglieder

- Abgeschlossene Ausbildung an einer Universität oder Pädak, in Mathematik, Physik, Chemie, Biologie und Umweltkunde, Geografie und Wirtschaftskunde, Informatik oder verwandten Fächern
- Einschlägige Berufserfahrung und Unterrichtspraxis in zumindest einem der oben genannten Fächer
- Organisationserfahrung
- Kommunikations- und Teamfähigkeit sowie Flexibilität und Einsatzbereitschaft
- Gute Computerkenntnisse (Microsoft-Office)
- Interesse an fachdidaktischen Fragestellungen des Schwerpunktes

Das Beschäftigungsausmaß der Koordinatorin bzw. des Koordinators umfasst die Mitverwendung im Ausmaß von 10 Werteinheiten für ein Schuljahr mit Option auf Weiterführung im folgenden Schuljahr.

Das Beschäftigungsausmaß der Mitarbeiterin bzw. des Mitarbeiters aus dem Pädak-Bereich umfasst die Mitverwendung im Ausmaß von 4 Werteinheiten, der/der/die zweite Mitarbeiter/in wird auf Werkvertragsbasis (im Wert von 4 Werteinheiten) für ein Schuljahr mit Option auf Weiterführung im folgenden Schuljahr angestellt.

Ihre **Bewerbung als Schwerpunktteam** (ein/e Koordinator/in und zwei Mitarbeiter/innen) mit den entsprechenden persönlichen Unterlagen sowie einem Konzept der Projektbetreuung und der inhaltlichen Entwicklung des Schwerpunktes richten Sie bitte bis spätestens 11. Mai 2007 (Posteingang im Haus) an das

IUS/IMST-Fonds
z.H. Fr. Mag^a. Christine Oschina
Sterneckstraße 15
9020 Klagenfurt.

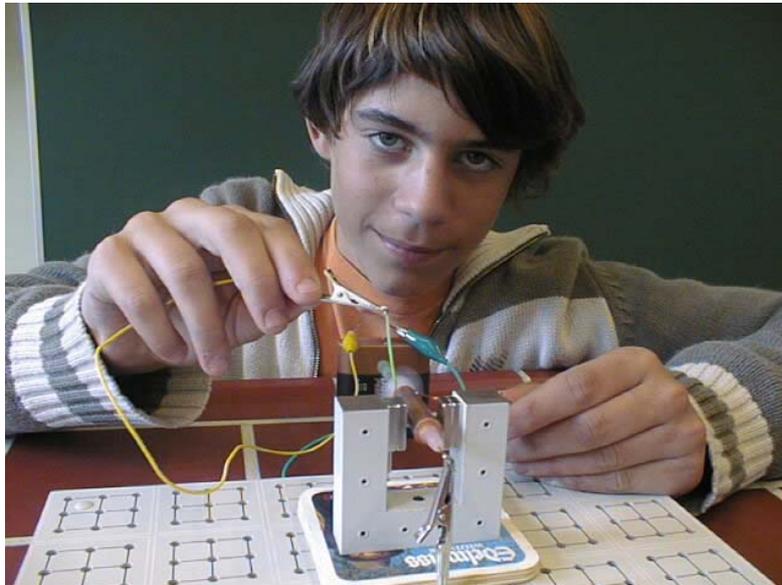
Das Bewerbungsgespräch findet am 16. Mai 2007 am Institut für Unterrichts- und Schulentwicklung (IUS) in Klagenfurt statt. Als Dienstbeginn wird der 1. September 2007 festgesetzt.

Für etwaige Anfragen wenden Sie sich an die Geschäftsführung des IMST-Fonds, Frau Mag.^a Christine Oschina (christine.oschina@uni-klu.ac.at).
Nähere Infos zum Fonds und zum Schwerpunkt finden Sie auf unserer Homepage <http://imst.uni-klu.ac.at/mni>.

Lukis Motor

von Herbert Klinglmair

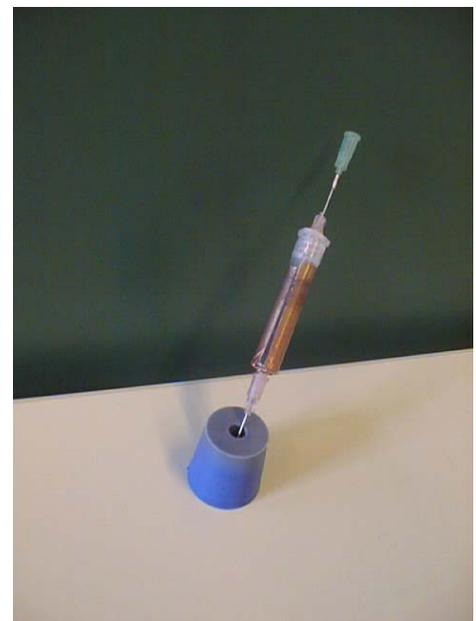
Als ich vor einiger Zeit im Unterricht versuchte, anhand einfacher Modelle die Wirkungsweise eines Gleichstrommotors zu veranschaulichen, brachte mich mein Schüler Lukas Leutgeb mit seinem Einwand, es sei doch umständlich, so zu tun, als handle es sich bei den beiden Kommutatorhalbringen und der Rotorspule bzw. -schleife um *drei Einzelteile*, auf den Gedanken, die drei genannten Motorbestandteile aus *einem einzigen Stück* zu fertigen und in einen funktionsfähigen „Spritzerlrmotor“ zu integrieren. Dass Luki den Kern der Sache erfasst und ein gutes „G’spür“ bewiesen hat, sieht man auf dem Foto, das ihn zeigt, wie er „seinen“ Motor recht flott in Schwung versetzt.



Luki gibt seinem Motor die Sporen



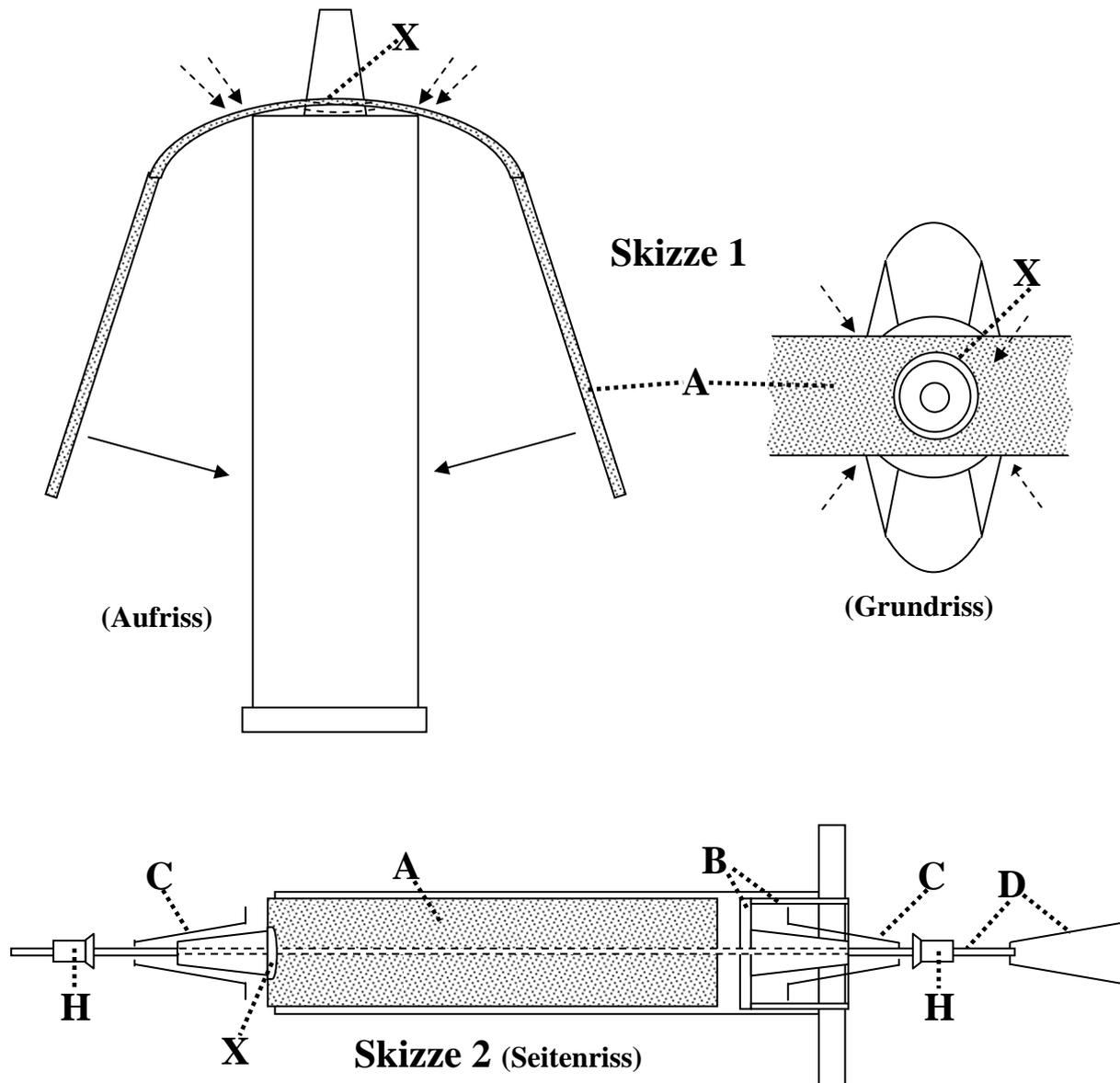
Rotormodell (Isolierband statt Cu)



Rotor

Bastelanleitung

Aus einer *selbstklebenden Kupferfolie* (Skizzen 1 und 2, A; www.conrad.at, Best.-Nr. 52 95 32 – pro Packung 10 Streifen je 30 mm x 150 mm x 0,035 mm) wird mit Lineal und Stecknadel ein Rechteck 95 mm x 16 mm angerissen und ausgeschnitten. Es empfiehlt sich, noch vor dem Ausschneiden dieses Rechtecks an dessen Breitseiten feine Mittelmarkierungen (Nadel; *) – s. unten) anzubringen. Die Mitte der ausgeschnittenen Folie wird mit einer Nadel durchstoßen. Diese Bohrung wird mit einem etwas größeren Werkzeug (Vorstecher, Bleistiftspitze, ...) so weit vergrößert, dass der Konus einer *2-ml-Einmalspritze* (www.bbraun.de, Braun-Injekt mit Luer- oder Luer-Lock-Ansatz, Konus zentrisch, grüne Kolbenstange entfernt, PZN 2057895, REF 4606027 V bzw. PZN 0610968, REF 4606701 V) durchgesteckt werden kann (Skizzen 1 und 2, X; die Folie A wurde im Grundriss der Skizze 1 absichtlich etwas schmaler als der Wirklichkeit entsprechend dargestellt).



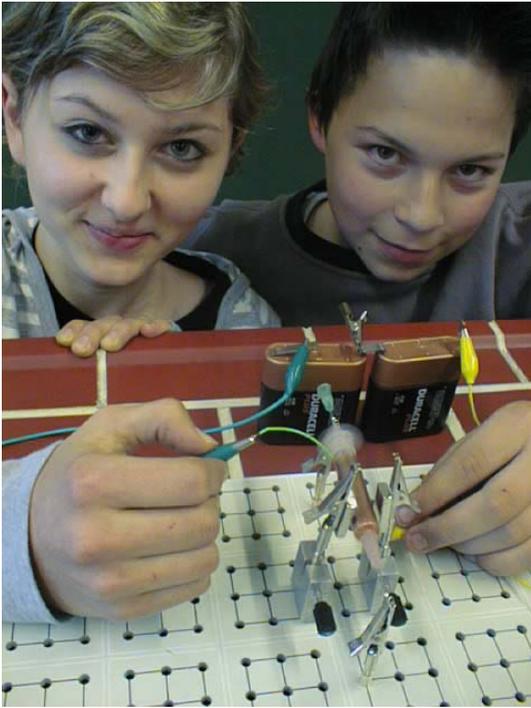
Der *Luer-Lock-Ansatz* (Konus und diesen umgebender Zylinder samt Innengewinde; Skizze 2, **B**) einer zweiten Einmalspritze (Braun-Injekt mit Luer-Lock-Ansatz, PZN 0610968, REF 4606701 V) wird von dieser abgeschnitten und, nachdem der ringsum vorstehende Rand abgeschliffen wurde (Feile, Schleifpapier), so in das ursprünglich für den Kolben bestimmte Ende des ersten Spritzenzylinders gesteckt, dass der Konus nach außen weist.

Nachdem man die zugerichtete Kupferfolie von ihrer Unterlage abgezogen und den Spritzenkonus durch das Loch in ihrer Mitte gesteckt hat, werden ihre beiden „Flügel“ längs an die Seiten des Spritzenzylinders geklebt (s. die beiden langen Pfeile in Skizze 1 / Aufriss). Es empfiehlt sich, vorher mit einem geeigneten Stift auf der Spritze zu den entsprechenden Markierungen auf der Folie (*) – s. oben) passende Zeichen anzubringen. Es ist auch günstig, an den in der Auf- und Grundrissdarstellung mit jeweils vier strichlierten Pfeilen gekennzeichneten Stellen (Knickstellen der Kupferfolie) mit einer Schere kurze Einschnitte anzubringen. Zwischen den beiden aufgeklebten „Folienflügeln“ bleiben zwei ca. 1 mm schmale Schlitze. Sollte die Lage dieser Schlitze nicht optimal passen, kann man mit einem Stanleymesser die Folienränder noch ein wenig zurechtschneiden.

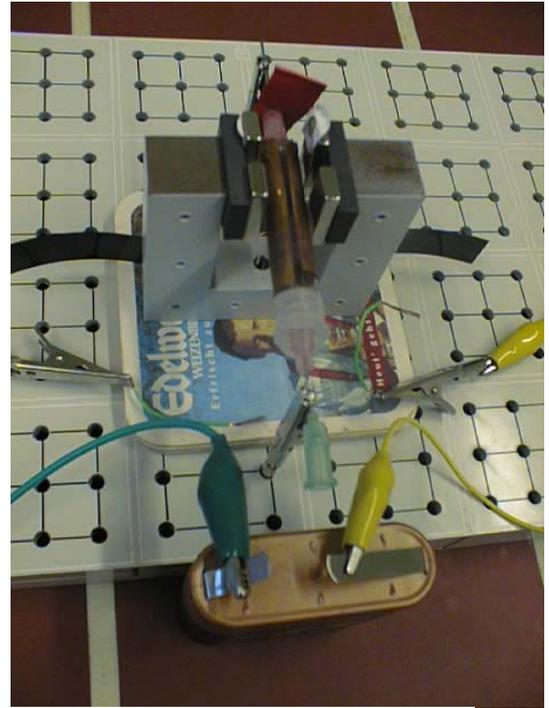
An beiden Enden der Spritze wird auf den dort befindlichen Luer-(Lock-)Konus der *Kunststoff-Ansatzstutzen einer Einmalkanüle*, aus dem jeweils der Kanülenschaft herausgezogen wurde (Skizze 2, **C**), aufgesetzt. (Kanülenschaft und Kunststoff-Ansatzstutzen einer Einmalkanüle werden mit je einer Zange gehalten, der Übergang vom Schaft zum Stutzen über einer Kerzenflamme leicht erwärmt, und der Schaft aus dem Stutzen herausgezogen.)

Eine durch die beiden Kanülenansätze **C** geschobene *Einmalkanüle 120 mm x 0,80 mm* (Skizze 2, **D**) dient, nachdem ihre Spitze mit einem Seitenschneider entfernt wurde (Verletzungsgefahr!), als Rotorachse. (Kanülenschäfte und –spitze werden vor ihrer Entsorgung in eine Kanülenschutzhülle eingeschmolzen.) Die Kanüle liegt an den in Skizze 2 ersichtlichen Stellen in *zwei kleinen Aderendhülsen (H)*, welche jeweils von einer mit einem *4-mm-Verbindungs- bzw. Kupplungsstecker* (Conrad 592390, www.ld-didactic.de 34089, www.phywe.de 07278.05) kombinierten *Präzisions-Abgreifklemme* (Conrad 735175) gehalten werden.

Die beiden als Achslager dienenden Aderendhülse-Klemme-Stecker-Kombinationen werden auf einer *Rastersteckplatte A4* (Leybold, 57674) platziert.

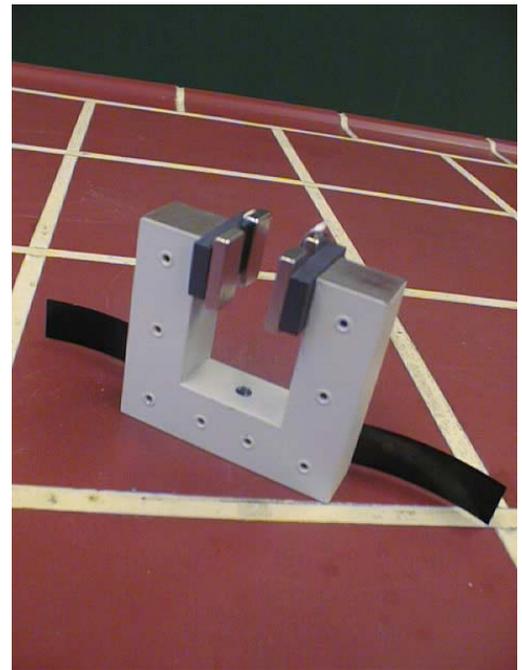


Jasmin und Daniel



Lukis Motor

Als Feldmagnet dient ein an den Innenseiten seiner beiden Enden mit *Magneten* (z.B. Conrad 503622, extrem starker NdFeB-Magnet, 20 x 10 x 4 mm) bestückter *U-Weich-eisenkern* (aus Leybold 59321), der eventuell mit ein paar als Unterlage dienenden Bierdeckeln in eine ideale Position gebracht wird. Optimieren lassen sich die Feldmagnetpole, wenn man etwa jeweils zwei der genannten NdFeB-Magnete gleichpolig gerichtet und mit ihren Längsseiten senkrecht liegend auf einen Blockmagneten 28 x 15 x 5 mm (www.winklerschulbedarf.com 4180) heftet. (Es ist auch möglich, Magnete an auf der Rastersteckplatte fixierten Stecker-Klemmen-Kombinationen zu befestigen.)



Feldmagnetpole optimiert

Zwei kurze, an den Enden abisolierte und in Präzisions-Abgreifklemmen¹⁾ steckende *feine Kupferlitzendrähte* werden in den Händen gehalten²⁾ und dienen als Schleifbürsten. Der Modellmotor wird mit glattem Batteriestrom (*ein eoder eventuell zwei hintereinander liegende(?) 4,5-V-Batterien*) betrieben.

(Nicht geglätteter Strom aus Netzgeräten führt zu extremer Funkenbildung an den Kontakten zwischen Kommutator und Schleifbürsten und lässt diese Teile schmelzen bzw. oxidieren. - Sollte sich der Rotor nicht drehen, kann dies an den „verschlackten“ Litzen der Bürsten liegen.)

¹⁾ Bei Verwendung x-beliebiger Klemmen kommt es leicht zu „Wackelkontakten“.

²⁾ Damit der Motor läuft, ist es notwendig, die Schleifbürsten sehr zart und mit viel Gefühl mit dem Kommutator in Berührung zu bringen. Dies ist nicht so leicht möglich, wenn man die Bürsten/Litzendrähte fix montiert. Einige meiner Schüler/innen haben ohne großes Training ihre Funktion als Schleifbürstenstativ mit Erfolg und Vergnügen erfüllt. Sollte also der Rotor nicht sofort „kreiseln“, dann üben Sie ein wenig oder (s. oben) sehen Sie nach, ob die Bürsten noch wirklich „frisch“ sind!