2005

111 Jahre Verein zur Förderung des physikalischen und chemischen Unterrichts
55 Jahre Österreichische Physikalische Gesellschaft

Das Jahr 2005 – ein Bedenkjahr mit vielen runden Jubiläen. Da macht es Spaß, unrunde Tage zu feiern, neben etwa 100 Jahren Einstein's $E = mc^2$. Das Weltjahr der Physik 2005 neigt sich dem Ende zu. Zu Recht wurde des Wunderjahrs 1905 gedacht, in dem ein 26-Jähriger sowohl die klassischen Vorstellungen von Raum und Zeit als nur näherungsweise gültig und die Lichtgeschwindigkeit als unüberwindliche Schranke erkannte als auch die Lichtquantenhypothese nicht zur Erklärung des Photoeffekts erdachte, sondern mit einer Überlegung in der statistischen Mechanik aus den analogen mathematischen Ausdrücken für Gase und Hohlraumstrahlung gewann. Bewundernswert ist es, wie A. E. stets auch ein bis dahin unverstandenes Phänomen anführt, das auf diese Weise erklärt werden kann. Und als Dissertation findet der junge Mitarbeiter des Patentamts eine neue Bestimmung der Molekülgröße und der Avogadro-Konstanten. Schließlich erklärt er auch noch die Brownsche Bewegung – alles in einem Jahr!

Bei soviel Rückblick kam die Vorausschau doch nicht zu kurz: Nobelpreisträger Ketterle eröffnete das Physik-Jahr mit Vorträgen zur Bose-Einstein-Kondensation, die erst kürzlich experimentell realisiert werden konnte (und wo Prof. Grimm von der Uni Innsbruck führend tätig ist). Das waren spannende Einblicke in die vermutlich kältesten Objekte des Kosmos – Temperaturen von Nano-Kelvin!

Die Österreichische Physikalische Gesellschaft (ÖPG) beging ihr 55-jähriges Bestehen, indem sie viel Energie in das Physikjahr steckte – vom Licht um die Welt bis zum spiel.raum.physik an der Universität Wien mit 8000 Schülerinnen und Schülern als Gästen und zahlreichen Erwachsenen als aufmerksamen Zuhörern verständlicher Vorträge. Interesse fanden nicht nur die attraktiven Vorstellungen von Gauklern und Physikanten. „Physik bei Nano-Kelvin" fand ebenso Interesse wie die Physikstände von Schulen und Instituten im Arkadenhof. Papierfliegerwettbewerb, die Frage des Tages, ein Fotowettbewerb – das rege Interesse wird wohl nicht nur den ausgesetzten Preisen zu verdanken sein (siehe Innenteil dieses Hefts). Einer der vielen Höhepunkte war der Vortrag von Nobelpreisträger Frank Wilczek zum Rätsel „Masse".

Die Idee zur **Gründung des Fördervereins** entstand im September 1894 am Rande einer Versammlung Deutscher Naturforscher und Ärzte in Wien. Zur vorbereitenden Sitzung kamen über siebzig Interessierte (zu welcher Hauptversammlung kommen heute so viele?) – am 30. 3. 1895 gab es die Gründungsversammlung. Die weitere Geschichte erzählt uns Prof. Lintner, Obmann des Vereins von 1968 bis 1987, in PLUS LUCIS 2/94 und 2/96. Ein kräftiges Lebenszeichen gab es vor 60 Jahren, als am 10. Oktober 1945 die Vereinstätigkeit nach Kriegsende mit einem Vortrag „Physik im Unterricht" der bemerkenswerten Professorin Franziska Seidl begann. Sie gründete 1947 die Fortbildungswoche, im nächsten Februar gibt es die 60. Auflage!

Lehrpläne sind in den letzten Jahrzehnten immer kurzlebiger geworden, nun werden sie ergänzt durch Standards – doch ist nicht so klar, was dieser aus dem Englischen übernommene Begriff bei uns bedeuten soll. Heißt doch „to meet the standards" „den Lehrplan erfüllen", wo nun ab jetzt die „Inputsteuerung" durch Lehrpläne der „Outputsteuerung" durch Standards weichen soll. Im Bereich Naturwissenschaften hat dazu eine Arbeitsgruppe aus Praktikern und Fachdidaktikern zweimal getagt. Ein Positionspapier wurde SC Dobart übergeben, nun ist mal Pause – sicher nur vorüber gehend.

PISA 2006 steht bevor. Dass gesteigertes Problembewusstsein nützt, zeigen die Ergebnisse in der BRD mit einer Leistungssteigerung von 2000 auf 2003. Die tiefere Analyse der österreichischen Daten durch unabhängige Experten ist im Gange, es zeichnet sich ab, dass der Leistungsabfall in den Naturwissenschaften, der außer an AHS und BHS beträchtlich ist, auf Schwierigkeiten mit frei formulierten Antworten beruht.

IMST3 und MNI-Fonds

Über 150 neue Projekte im Rahmen des MNI-Fonds konnten im Juli bewilligt werden. Zum Innovationstag an der Uni Graz im September 2005 kamen etwa 350 Teilnehmer, darunter zahlreiche „Sympathisanten" – ein erfreuliches Zeichen der hohen Erwartungen in die Arbeit der Kollegenschaft.

Regionale Nawi-Netzwerke sind bereits in 6 Bundesländern aktiv, den OÖ-Beginn finden Sie auf S. 32.

In eigener Sache

Im Februar 2006 findet die 60. Fortbildungswoche statt. Tragen Sie bei durch Programmideen, Workshopangebote und Beiträge zu PLUS LUCIS. Ihre Unterrichtsideen werden eine interessierte Leserschaft finden.
Diese Ausgabe präsentieren wir Ihnen als Doppelnummer in einem neuen Layout. Wir bitten um Ihre Meinung.

Elektronische Kommunikation

Wenn Sie eine eMail-Adresse besitzen, regelmäßig Ihre eMail abfragen, dann teilen Sie uns bitte Ihre eMail-Adresse an vfpc@thp.univie.ac.at mit. Sie erhalten die Aussendungen – insbesondere das **Programm der Fortbildungswoche** – direkt und schneller als per Post.
Eine erfolgreiche Zeit wünscht Ihnen

Ihr Helmut Kühnelt

Wie viel naturwissenschaftliche Bildung braucht der Mensch?

Herbert Pietschmann

„Bildung" wird meist im Zusammenhang mit ihrer Vermittlung, also dem Lehren und Lernen gesehen. In Goethes Faust treten zwei Gegenspieler auf, deren unterschiedliche Auffassung von Bildung uns als Einstieg dienen soll: Faust selbst und sein Famulus Wagner. Über die richtige Art zu lehren befragt, sagt Faust zu Wagner:

Wenn ihr's nicht fühlt, ihr werdet's nicht erjagen,
Wenn es nicht aus der Seele dringt
Und mit urkräftigem Behagen
Die Herzen aller Hörer zwingt.

Persönlich kann ich dem nur zustimmen, aber als didaktisches Konzept ist diese Aufforderung wohl nicht geeignet. Begeisterung ist eine wichtige Veranlagung für Lehrende, kann aber nicht von allen gefordert werden. Wir dürfen ja nicht einmal zukünftige Lehrpersonen vor Beginn ihres Studiums überprüfen, ob sie über die elementarsten Voraussetzungen für zwischenmenschliche Kommunikationsfähigkeit verfügen!

Die beiden Figuren aus Goethes Faust können aber auch in anderer Hinsicht gegenübergestellt werden. Faust klagt:

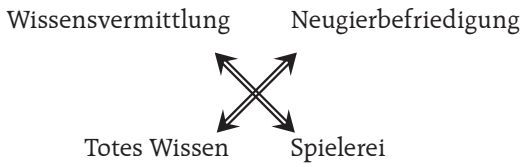
Und sehe, dass wir nichts wissen können!
Das will mir schier das Herz verbrennen.

Während Wagner von sich fordert:

Mit Eifer hab' ich mich der Studien beflissen;
Zwar weiß ich viel, doch möcht' ich alles wissen.

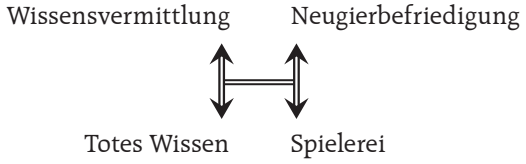
Hier wird die sokratische Verzweiflung angesichts der überwältigenden Fülle des zu Ergründenden dem Streben nach enzyklopädischer Vollständigkeit gegenübergestellt. Im Alltag der Schule spiegelt sich dieses Dilemma im Streit zwischen Vermittlung des „Lehrstoffes" und der Befriedigung vorhandener Neugier. Weder auf das Eine, noch auf das Andere kann vollständig verzichtet werden! Die daraus folgende Auseinandersetzung ist bekannt: Die Vertreter der Vermittlung des Lernstoffes werfen der Gegenseite vor, bloß unernste Spielerei zu treiben, und die Vertreter dieser Seite werfen den anderen vor, bloß totes Wissen zu produzieren, das überdies bald vergessen wird.

Ich habe für solche (dialektischen) Probleme ein Modell[1] entworfen, das die Situation darstellt:



Spielerei ist der „Schatten" der Neugierbefriedigung und totes Wissen jener der Wissensvermittlung; beide Schatten sind unerwünscht und daher zu bekämpfen. Das Problem liegt aber darin, dass der Kampf von der jeweiligen Gegenseite aus geführt wird, was ich durch das ⊠ andeute. Beide Seiten haben in diesem Streit recht, denn die Schatten sind ja unerwünscht. Daher kann aber dieser Streit beliebig lange andauern, ja es wäre sogar schlecht, wenn eine Seite gewönne, da wir ja anerkennen, dass keine Seite untergehen sollte.

Fortschritt gibt es in dieser Situation nur dann, wenn beide Seiten einsehen, dass sie den falschen Schatten bekämpfen! Die Wissensvermittler haben sich davor zu hüten, in die Produktion von totem Wissen zu fallen und die Neugierbefriediger müssen sich vor Spielerei schützen. Dann kann ein produktives Gespräch beginnen, das in einer vernünftigen Harmonie beider Seiten enden sollte. Ich deute das durch ein ⟷ an wie folgt:



Wissensvermittlung dient dann der Befriedigung der Neugier; Neugier wird zu Wissensdurst. Ist eine derartige Synthese gelungen, dann ist die Frage nach dem „Wieviel" naturwissenschaftlicher Kenntnisse nicht mehr quantitativ zu verstehen; also sollten wir sie auch auf dem Weg zur Synthese nicht so gebrauchen. Der Titel meines Vortrages fragt daher nicht nach dem Wieviel naturwissenschaftlicher Kenntnisse, sondern nach der Bildung und diese ist ja wohl ein qualitatives Konzept, also nicht quantitativ zu beschreiben. „Lehrpläne" sind daher immer sehr vorsichtig zu

em. Univ. Prof. Dr. Herbert Pietschmann (herbert.pietschmann@univie.ac.at)
hielt diesen Plenarvortrag am Kongress „NAWI-Netzwerk Wien"
am 8. Oktober 2004 in Wien

[1] Pietschmann Herbert: *Eris & Eirene,* Anleitung zum Umgang mit Widersprüchen und Konflilkten. Ibera Verlag, Wien 2002

behandeln, sie können mehr Schaden anrichten als sie nutzen, da sie die obige Harmonie sehr leicht aus dem Gleichgewicht bringen und in Richtung „Totes Wissen" abstürzen lassen. So ist etwa die Frage, ob alle Maturantinnen und Maturanten die berühmte Einstein'sche Formel $E = mc^2$ oder die Heisenberg'sche Unschärfe-Relation kennen oder gar verstehen sollen, in unserem Zusammenhang keine vernünftige Frage, obwohl es sicherlich gute Gründe dafür und dagegen aufzulisten gäbe. Streitereien um solche Fragen gehören in den Bereich, den ich oben durch das „X" angedeutet habe.[2)]

Wir wollen uns daher der Frage viel grundsätzlicher nähern. Bildung ist ein Attribut der Menschen und kann ohne Bezug auf das Menschsein in seiner Ganzheit nicht vernünftig betrachtet werden. Der Mensch – frei in eine Welt geworfen, die er nie vollkommen begreifen kann – sieht sich einer Fülle von Fragen ausgesetzt, die wir in drei Kategorien ordnen wollen:

Das Allgemein-Gültige
Das Einmalig-Unwiederholbare
Das Problematische

Insoferne der Mensch ein Natur-Wesen ist und der Naturgesetzlichkeit unterliegt, ist für ihn die Erkenntnis des Allgemein-Gültigen notwendig. Insoferne jeder Mensch unauswechselbar einmalig[3)] ist, strebt er nach Selbst-Verwirklichung und Kreativität. Insoferne der Mensch sich seiner Endlichkeit bewusst ist, muss er sich den Sinn-Fragen stellen.

Die drei genannten Bereiche werden durch

Naturwissenschaft (Erkenntnis)
Kunst (Erschaffen)
Philosophie und Religion (Bedenken)

zwar nicht vollständig abgedeckt, aber in wesentlichen Aspekten bearbeitet. Menschliches Streben ist nicht nur auf die drei Bereiche gerichtet, es ist auch durch diese selbst bestimmt. Der Mensch ist auch Produkt dreier Quellen, die diesen drei Bereichen entsprechen.

	➤	Naturwissenschaft
Mensch	➤	Kunst
	➤	Philosophie, Glaube

.....

Naturwissenschaft	➤	
Kunst	➤	Mensch
Philosophie, Glaube	➤	

Ein geglücktes Leben kann nicht mit beständiger Verdrängung des Todes erreicht werden. Ebenso darf die Erkenntnis des Allgemein-Gültigen nicht gänzlich auf andere abgeschoben werden. Menschsein in seiner Fülle – und das sollte wohl das Ziel jeglicher Bildung sein – kann nur angestrebt werden, wenn die drei Bereiche ausgewogen berücksichtigt sind. Freilich muss dabei die Einmaligkeit jedes Individuums bedacht werden, der Schwerpunkt wird nicht immer in der Mitte liegen können! Wir wollen von einem extrem musisch begabten Menschen ebenso wenig fordern, sich auch den Naturwissenschaften ausführlich zu widmen, wie wir von einem extrem mathematisch Orientierten nicht verlangen wollen, sich kreativ-künstlerisch zu bewähren. Aber in den meisten Fällen wird doch eine einigermaßen ausgewogene Berücksichtigung der drei Bereiche am zielführendsten sein. Das heißt aber auch, dass wir im Bildungsbereich nicht im Sinne eines Nullsummen-Spiels um mehr Zeit für die eigenen Fächer ringen sollten, sondern gemeinsam Interesse an der Ausgewogenheit entwickeln müssen!

Im Sinne des oben erklärten H-Modells geht es dabei nicht mehr um die Frage, welche Inhalte zu vermitteln sind, sondern vielmehr um die Bedeutung jedes der drei Bereiche für das Leben der zu bildenden jungen Menschen. Also muss das Interesse angesprochen werden. Wie kann dies im naturwissenschaftlichen Bereich geschehen?

Wir wissen alle nur zu gut, dass erlerntes Merkwissen schnell wieder vergessen wird. Oft wird geklagt, dass das Wissen nur im Kurzzeit-Gedächtnis bleibt und daher wieder verschwindet. Leider ist das auch noch zu optimistisch! Der „Lern-Stoff" kommt nämlich in ein Gedächtnis, das oft als „Oberkellner-Gedächtnis" bezeichnet wird. Es ist jene Form des Gedächtnisses, bei dem jedes zu merkende Element mit einem Zusatz versehen wird, der bestimmt, ab wann es wieder vergessen werden kann. (Beim Oberkellner ist es der Zeitpunkt des Bezahlens, bei dem er die servierte Menüfolge wieder vergessen kann.) Beim Lernstoff ist die Prüfung jener Zeitpunkt, ab dem wieder vergessen werden kann! „Prüfen" heißt also nicht festzustellen, was die Kandidatin oder der Kandidat „weiß", es ist vielmehr die Erlaubnis, ab nun wieder vergessen zu dürfen!

Ich schlage daher vor, in naturwissenschaftlichen Fächern überhaupt nicht zu prüfen! Klassische Prüfungen sollten ersetzt werden durch Referate, bei denen auch die Beteiligung aller Anwesenden durch Fragen und Kommentare beurteilt werden kann. Die Note „sehr gut" würde ich für Referate vorbehalten, deren Inhalt zusätzliche Information enthält und nicht nur schon Besprochenes darstellt. Ein guter Teil des Unterrichts in naturwissenschaftlichen Fächern könnte der Hilfe zur Vorbereitung solcher Referate gewidmet werden, wobei ganz natürlich das Interesse der Betroffenen angesprochen wird. Ich weiß schon, dass dabei auf die Erfüllung enzyklopädischer Lehrpläne verzichtet werden muss. Da wir aber aus guten Untersuchungen [4)] wissen, dass solche Wissensvermittlung nicht nur ziemlich wirkungslos bleibt, sondern oft durch Halbwissen eher schadet, ist dem nicht nach zu trauern. Anleitung, wie man sich im Falle des Interesses Wissen aus dem Internet aneignen kann, könnte

[2)] Ich nenne diesen Zustand die „HX-Verwirrung", siehe Fußnote 1)
[3)] Nach Kant ist die Würde des Menschen in seiner Unauswechselbarkeit begründet.

[4)] Siehe z.B. R. Brämer: Über die Wirksamkeit des Physikunterrichts, Naturwissenschaft im Unterricht, Phys. Chem., 1 (1980) p. 10

den enzyklopädischen Anspruch schadlos ersetzen; dazu ist aber eine Übung in kritischer Beurteilung des Gefundenen notwendig, denn das Internet enthält ja neben sehr guten Quellen auch hahnebüchernen Unsinn. Diese Schulung der kritischen Fähigkeiten ist ohnehin eine dringende Forderung der Zeit, denn auch ohne schulischen Auftrag werden sich Viele aus dem Internet informieren wollen.

Meine Vorschläge sollen auch dazu dienen, den Unterricht in naturwissenschaftlichen Fächern den Möglichkeiten, aber auch Anforderungen der Zeit anzupassen. Junge Menschen wachsen in eine Welt, die ihnen einerseits zu viel Zeitvertreib anbietet[5)], andererseits aber wegen der unerhörten Möglichkeiten, die Naturwissenschaft und Technik geschaffen haben, interessant sein könnte. Ob Zeitvertreib das Interesse zuschüttet und wie Interesse dennoch geweckt und erhalten werden kann, ist auch eine Frage, die vor jeder detaillierten Diskussion von Lehrplänen gestellt werden sollte.

[5)] Siehe dazu H. Pietschmann: *Vom Spaß zur Freude* – die Herausforderung des 21. Jahrhunderts. Ibera Verlag Wien, 2005

Sir Joseph Rotblat

W. Gerhard Pohl

Am 31. August 2005 starb in London Sir Joseph Rotblat. Im Jahre 1998 hielt er im Alter von damals 90 Jahren in Wien zwei Vorträge und beeindruckte durch seine völlig freie und dabei druckreife Redeweise. Seine Laufbahn war bemerkenswert.

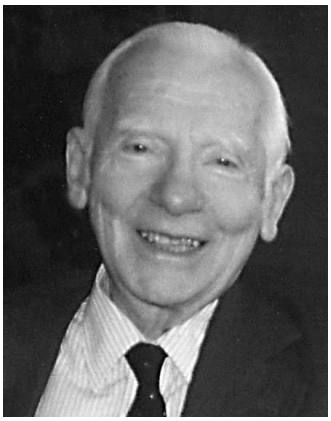


Foto: Joseph Rotblat bei der Tagung in Wien 1998 (Foto W.G. Pohl)

Joseph Rotblat wurde am 4. November 1908 in Warschau geboren. Er erhielt seinen MA an der Freien Universität Polen und seinen Ph.D. in Physik an der Universität Warschau. 1939 erhielt er ein Fellowship an der University of Liverpool im Department von James Chadwick, dem Entdecker des Neutrons. Nach Ausbruch des 2. Weltkrieges schlug Rotblat aus Angst vor Hitler-Deutschland die Konstruktion einer Atombombe vor. Zunächst arbeitete er am Manhattan-Projekt zum Bau der Atombombe mit. Er war der einzige Wissenschaftler, der bereits 1944 das Manhattan-Projekt verließ, weil er den Einsatz der Atombombe nicht verantworten wollte. Bis 1949 arbeitete er an der University of Liverpool, wurde dann Professor für Physik an der University of London und war in dieser Funktion Chefphysiker des St. Bartholomew´s Hospital. 1950 erhielt er den Ph.D. von der University of Liverpool, 1953 den DSc von der University of London. 1955 war er Unterzeichner des berühmten Russell-Einstein-Manifestes, des Appells zur vollständigen nuklearen Abrüstung. Mit anderen initiierte er die internationalen Pugwash-Konferenzen, die maßgeblichen Anteil am Zustandekommen von heute noch gültigen Abrüstungsverträgen hatten. Seit 1988 war er Präsident der Pugwash-Konferenzen. Er erhielt als unermüdlicher Warner vor den Gefahren der atomaren Rüstung im Jahre 1995 gemeinsam mit der Pugwash-Bewegung den Friedensnobelpreis.

Die dritte Pugwash-Konferenz fand in Kitzbühel und Wien statt. Die Unterstützung durch Professor Hans Thirring und Bruno Kreisky war dabei sehr wichtig. In der Wiener Stadthalle fand eine Veranstaltung mit über 10.000 Teilnehmern statt, das größte jemals von der Pugwash-Bewegung organisierte Treffen von Atomwaffengegnern. Rotblat veröffentlichte über 300 Arbeiten, davon 20 Bücher, auf den Gebieten der Kernphysik, der medizinischen Physik, der Strahlenbiologie und der Kernwaffenkontrolle. Er war Mitglied mehrerer Wissenschafts-Akademien und empfing außer dem Nobelpreis zahlreiche andere Ehrungen.

Dank der Bemühungen von Professor Thomas Schönfeld gelang es 1998, Joseph Rotblat zur Teilnahme an der Vortragstagung „Naturwissenschaften und Politik. Brennpunkte im 20. Jahrhundert", die von der Arbeitsgruppe „Geschichte der Chemie" der Gesellschaft Österreichischer Chemiker organisiert wurde, zu gewinnen. Außerdem hielt Rotblat damals an der Universität Wien einen Vortrag „A World without War". Der Tagungsband zur Vortragstagung enthält diesen Vortrag und eine Kurzfassung seines zweiten Vortrages „The Pugwash Movement: its contributions towards elimination of nuclear weapons".

Dieser Tagungsband ist gegen Erstattung der Versandkosten vom Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Kultur zu erhalten. (Bestellung über Internet durch Eingabe bei Google: bm:bwk, Bildung Schulen, Publikationen, Publikationsverzeichnis A-Z, N anklicken, Naturwissenschaften und Politik, Brennpunkte im 20. Jahrhundert).

Finnland und PISA
Gründe hinter dem Erfolg

Naturwissenschaftlicher Unterricht im OECD-Vergleich

Bericht vom PISA 2005 Kongress in Helsinki

Johannes Reitinger

Alle Welt spricht von PISA!

Der PISA 2005 Kongress (14. bis 16. März 2005) in Helsinki zeigte den Teilnehmern, zu denen auch ich zählte, dass das weltweite Interesse an dieser Studie nach wie vor sehr hoch ist. PädagogInnen, UnterrichtswissenschaftlerInnen, PolitikerInnen und JournalistInnen, vor allem aus Ländern, deren PISA-Ergebnisse im Mittel- bzw. unteren Feld zu finden sind, wollen wissen, worin sich die Erfolgsgeheimnisse der Siegerstaaten verbergen. Im Mittelpunkt steht natürlich Finnland, der Siegerstaat schlechthin.

Der Kongress in Helsinki kam diesem Interesse entgegen. Neben einer allgemeinen, sehr detaillierten und kritischen Präsentation der Ergebnisse durch Andreas Schleicher[1)] fanden im Rahmen dieser Veranstaltung etliche Expertenvorträge und Workshops statt, die sich mit den Hintergründen der guten Ergebnisse Finnlands befassten und dabei auch speziell auf naturwissenschaftliche Kompetenzen Bezug nahmen.

Johannes Reitinger unterrichtet Mathematik, Physik/Chemie, Informatik und Religion an der HS1 Schärding. Kontakt: j.reitinger@eduhi.at.

[1)] Andreas Schleicher ist Head of the EDU Indicators and Analysis Division, OECD und somit maßgeblicher Mitschöpfer und -entwickler der PISA-Idee.

Dennoch, ein Bild von Schul- und Bildungsqualität, welches ausschließlich durch Experten verbal und medial vermittelt wird, kann wohl kaum das wiedergeben, was nun wirklich im finnischen Unterricht abläuft. Daher waren wohl alle TeilnehmerInnen des Kongresses dankbar für die Möglichkeit, einige Schulen in Helsinki besuchen zu dürfen. Die gut organisierten Unterrichtsbesuche in Gesamtschulen und Oberstufen waren nicht nur eine willkommene Abwechslung zwischen den vielen Stunden im Auditorium, vielmehr ermöglichten erst diese in Kombination mit den dargebrachten Informationen einen zwar exemplarischen aber dennoch unmittelbaren Eindruck von Finnlands Bildung.

Am Kongress und an den Schulbesuchen nahmen ca. 300 Personen teil. Auf Grund des Multiplikatoreffekts ist zu erwarten, dass eine repräsentative Masse zumindest von den wichtigsten Inhalten des Kongresses erfahren wird.

Veranstaltungen dieser Art, Publikationen, unzählige Berichte aus den letzten Jahren und nicht zuletzt die direkte Betroffenheit tragen dazu bei, dass PISA mittlerweile so gut wie jedem ein Begriff ist. Die Studie ist also in aller Munde.

PISA 2006 wird speziell für die Lehrkräfte der Fächer Physik, Chemie, Biologie, Umwelt und Erdkunde interessant, da der Schwerpunkt dieses Erhebungsdurchganges im Bereich der Naturwissenschafts-Kompetenz liegen wird.

Zum besseren Verständnis der Studie lohnt es sich, vorerst einen allgemeinen Blick auf das zu werfen, was PISA eigentlich festzustellen versucht und mit welchen Schwierigkeiten dieses Vorhaben verbunden ist.

Was misst PISA?

PISA (Programme für International Student Assessment) ist ein Gemeinschaftsprojekt aller OECD-Staaten. Mit der Entwicklung, Auswertung und Kontrolle der Studie sind ExpertInnen aus allen beteiligten Ländern betraut worden. Die Ziele von PISA sind mehr als anspruchsvoll, was in folgendem Zitat deutlich zum Ausdruck kommt. „Es

geht nicht um das Abtesten von Lehrplaninhalten, die an irgendeinem klassischen Fächerkanon orientiert sind, es geht um aktive Kompetenzen" [1], die sich auf ein Umgehen Können mit Wissen und Information, ein systematisches Erschließen von neuen Problemen und das Anwenden von fachlichen Fähigkeiten, die in der Schule erworben wurden, beziehen. „Solche funktionalen Kompetenzen sind/wären der wesentliche Ertrag einer sich als allgemein bildend verstehenden Schule", so spricht Günter Haider (Projektzentrum für vergleichende Bildungsforschung, Österreich). Die Messung von Kompetenzen ist schwierig. Angesichts dieser Tatsache stellt sich einleitend die Frage, wie bzw. in wie weit PISA diesem hohen Anspruch nachkommen kann.

Wie exakt ist PISA?

In den Ergebnissen von PISA 2003 positioniert sich Österreich mit 491 Punkten knapp unter dem OECD-Durchschnitt. Wer hätte damit gerechnet? Viel wichtiger erscheint aber die Frage, wo die Gründe für dieses Ergebnis liegen? Sind wir tatsächlich knapp unterdurchschnittlich? Was machen wir falsch? Und ganz nebenbei stellt sich in den meisten von uns gleichzeitig ein akademischer Zweifel ein und lässt uns darüber grübeln, ob gar die Studie selbst daran schuld sein könnte, indem sie nicht das misst, was sie vorgibt zu messen.

Um diesem Zweifel abseits polemischer Argumentation auf den Grund zu gehen, muss man sich kurz mit den Grundzügen der empirischen Forschung befassen. Man stellt dabei fest, dass sich jede Forschung in zwei Abschnitte einteilen lässt. Dies sind

a) der Entwurf des Erhebungsinstruments und
b) die Erhebung und Auswertung des gewonnenen Datenmaterials.

Die Objektivität des Erhebungs- und Auswertungsvorganges ist garantierbar, man muss nur sorgfältig genau arbeiten. Bei so bedeutenden, umfangreichen und mehrfach kontrollierten Studien wie PISA ist davon auszugehen, dass sich die Verantwortlichen alle Mühe gegeben haben, eine makellose Erhebung und Auswertung zu garantieren.
Wie aber steht es mit dem Entwurf des Erhebungsinstrumentes, der verbunden ist mit

a) der Definition dessen, was unter Kompetenz zu verstehen ist,
b) der Auswahl der passenden Beispiele (Indikation)
c) und der Gewichtung der einzelnen Aufgaben, welche automatisch mit dem Entwurf der Skalen verbunden ist (Operationalisierung)?

Erinnert uns dieser Vorgang nicht an den Prozess der Erstellung einer Schularbeit? Verzweifelt fragen wir uns dabei oft, wie viel Punkte wohl ein Beispiel wert ist, ob man in die Beispiele auch wirklich das einbindet, was wichtig ist und ob wir mit einer erstellten Bewertungsskala auch den Ansprüchen der Statistik gerecht werden? Kurz, dieser Prozess ist schwierig, denn er verlangt von uns die Objektivierung der Wirklichkeit.

Was nun? Hat jede Empirie damit ihre Chance verspielt? Angesichts der Tatsache, dass unser ganzes Leben aus empirischen Erfahrungen besteht, die wir nach gutem Wissen und Gewissen bewerten und in uns aufnehmen, wäre die Absage an die Empirie eine Absage an die Existenz. Wir brauchen die Meinungen über die Außenwelt, um handeln zu können. Und unsere Meinungen helfen uns um so mehr weiter, je besser wir sie prüfen, je mehr wir auch im Nachhinein über unsere Meinungsfindung nachdenken, Einstellungen bezweifeln und uns immer wieder vergewissern, was denn nun Sache ist.

Was heißt dies für die PISA-Studie? Das PISA-Projekt kennt dieses fundamentale wissenschaftstheoretische Problem. Gerade aus diesem Grund wurde sorgfältig gearbeitet und versucht, am Erarbeitungsprozess viele kompetente Meinungen teilhaben zu lassen. PISA war und ist kritisch und stellt sich der Gefahr falscher Annahmen über die Wirklichkeit mit vielen an die Studie anschließenden weiterführenden Analysen, an denen eine breite Palette von an Bildung beteiligten und interessierten Personen mitarbeitet. Wenn auch nicht viele, so sind dennoch einige Beispiele aus den PISA-Erhebungsbögen der Öffentlichkeit gezeigt worden [2]. Damit wird klarer, was PISA unter Kompetenz versteht. Und alles in allem entfacht PISA eine Diskussion über Schule und Bildung, welche in Ausmaß und Internationalität wohl schwer zu übertreffen ist.

Darin steckt der Sinn empirischer Forschung und darin ist auch die Chance für eine positive Entwicklung zu finden. „Without data you are just another person with an opinion" [3], wie Andreas Schleicher am Ende seines Referates in Helsinki deutlich betonte. Die Objektivierung der Wirklichkeit ist nicht das Ziel, sie ist schlechthin unmöglich.

„Das Insekt überwindet seinen einzelnen Körper durch transzendente Bewusstlosigkeit, das Tier - durch fehlende Sinnzuweisung, der Mensch - durch Sinnkonstruktion. Somit ist der Mensch am weitesten von der Realität entfernt, hat jedoch die beste Chance, sie zu erfassen." Leon R. Tsyasman (geb. 1968)

Was sagt PISA konkret über die Naturwissenschafts-Kompetenz unserer Schüler aus?

Bereits bei PISA 2000 wurde die Messung der Naturwissenschafts-Kompetenz als Nebenbereich zum zentralen Untersuchungsgegenstand Lese-Kompetenz, berücksichtigt.[2)] Damals lag Österreich im Bereich der Naturwissenschaften mit 519 Punkten knapp über dem OECD-Durchschnitt. Enttäuschend war daher das Ergebnis von PISA 2003. Mit einer Differenz von -28 Punkten in der Naturwissenschafts-Kompetenz gegenüber der Erhebung im Jahre 2000 zeichnet sich die Leistungsabnahme in Österreich im Vergleich zu den anderen Ländern am Stärksten ab.

[2)] Bei PISA 2000 stand die Lesefähigkeit im Vordergrund. PISA 2003 fokussierte den forschenden Blick hauptsächlich auf die Mathematik-Kompetenz. PISA 2006 wird der für die Naturwissenschaften interessanteste Erhebungsdurchgang, da sich die Studie in diesem Jahr vordergründlich auf Kompetenzen aus diesem Bereich konzentrieren wird.

Beunruhigend wirkt dieses Ergebnis auch im Vorausblick auf PISA 2006. Selbst wenn unsere Schule entsprechend reagiert, wird dies wohl erst nach 2006 Früchte tragen.

Trotzdem ist diese Bemühung bereits jetzt schon mehr als angesagt. Daher sollten wir es nicht versäumen, Umgestaltungen und Neuerungen der naturwissenschaftlichen Bildung zu planen und umzusetzen. Bei diesem Vorhaben hilfreich kann natürlich der interessierte und zugleich skeptische Blick auf jene Länder sein, deren Leistungen laut PISA hervorragen. PISA-Sieger Finnland bietet sich als europäisches Land für ein solches Vorhaben an.

Naturwissenschaftliche Bildung in Finnland

Gespannt erwartete ich am zweiten Kongresstag die Visite der Gesamtschulen. Die Hoffnung, Chemiestunden hospitieren zu dürfen, wurde mir und meiner Gruppe in der Ajhöjdens Grundskola (Sturegatan 6, Helsinki) erfüllt.

Der erste Eindruck von den Unterrichtsstunden (Galvanische Elemente) war ein ernüchternder. Die Struktur und der Inhalt des Unterrichts sowie die Organisation der Schülerversuche waren sehr gut,… aber allgemein bekannt. Nichts Neues also. Die erste Reflexion über diese Erfahrung machte aber klar, dass dieser Eindruck zu erwarten war. Wie sollte man an zwei Unterrichtseinheiten die Didaktik eines Landes durchschauen können? Didaktik ist systemisch zu sehen und wird von Elementen bedingt, die mit Methodikanalyse alleine nicht fassbar sind.

Um über diese Hintergründe mehr zu erfahren, suchte ich nach dem Unterricht das Gespräch mit der Lehrerin. Und siehe da, es scheint etwas dran zu sein an den finnischen Bildungsqualitäten, die wir zwar auch kennen, aber anscheinend zu wenig in die Tat umsetzen. Die Lehrerin sprach davon, dass weder die Finnen noch sonst wer den Schulversuch oder gar die Didaktik der Chemie neu erfinden können. Darum geht es aber auch nicht. Primär scheint ihr wichtig zu sein, dass die PädagogInnen über eben diese Didaktik mit all ihren Inhalten bestens Bescheid zu wissen haben. Dafür sorge die ausgezeichnete finnische Lehrerausbildung. Naturwissenschaftlicher Unterricht gelte in Finnland zusätzlich als sehr wichtig.

Der Stellenwert der Didaktik, ja schlicht der Stellenwert der gesamten pädagogischen Bildung ist in Finnland enorm hoch, ebenso die Akzeptanz naturwissenschaftlichen Unterrichts. „Schön, dass es so etwas noch gibt!", werden sich an dieser Stelle jene LeserInnen leise sagen, die an Österreichs Stundenkürzungen denken, oder sich schon seit langer Zeit eine höhere Anerkennung der Didaktik als universitäres wissenschaftliches Fach wünschen.

Ein weiteres Gespräch während der Schulbesuche mit Univ.-Prof. Pertti Kansanen (University of Helsinki), der unsere Gruppe während der Schulbesuche begleitete, machte mir klar, dass in Finnland die Reden über Kompetenz-, Selbständigkeits- und Handlungslernen keine leeren Worte sind. Die Finnen legen tatsächlich Wert auf schülerorientierte Methoden. Bildungsgeschichtlich bedingt ist diese Tatsache möglicher Weise auch durch die frühe Umstellung auf eine Gesamtschule, worauf hin innere Differenzierung und somit die individuelle Wahrnehmung jedes einzelnen Kindes immer notwendiger wurde und mittlerweile eine Selbstverständlichkeit ist.[3)]

Sowohl Referenten des Kongresses als auch die LehrerInnen der Schulen, die wir besuchten, verwiesen auf einen weiteren Grund für Finnlands Erfolg, der jedoch schon seit den ersten nachträglichen Analysen im Jahr 2001 kein Geheimnis mehr ist. Finnlands SchülerInnen sind enkulturatorisch bedingt gute LeserInnen. Viele Finnen wachsen zweisprachig auf. Kinder, die sprechen können und die Artikulation der Buchstaben beherrschen, können auch schreiben, da Finnisch eine lautgetreue Sprache ist. Wer in Finnland am Abend auf der Couch ein Buch liest, ist nicht anders. In Finnland gibt es also noch so etwas wie Lesekultur, man staune! Fernsehen läuft meist in englischer Sprache mit finnischen Untertiteln. Gute Lesekompetenz fördert natürlich das Textverständnis und kommt so allen Fächern zugute.

In Finnland läuft tatsächlich vieles anders. Faszinierend ist die allgemeine positive Einstellung gegenüber der Bildung, die zum Großteil auf die frühe professionelle Auseinandersetzung mit „research based education", die hervorragende LehrerInnenausbildung, den großen Einfluss und Entscheidungsfreiraum der Bildungsinstitutionen und die finnischen Lebensgewohnheiten zurückzuführen ist. Viele dieser Bereiche sind beeinflussbar und damit veränderbar. Und genau diese Erkenntnis fordert andere Länder und Systeme auf, vertiefte Analysen und Vergleiche durchzuführen, um daraus Ansatzpunkte und Wegweiser für zukünftige bildungsspezifische Neuerungen abzuleiten.

[3)] Mag die Gesamtschule auch ein Grund für die steigende Wahrnehmung des Schülers sein, so ist diese Aussage trotzdem noch lange kein Plädoyer für diese Schulform. Hierzu müsste man erstens nicht nur eine, sondern verschiedenste Wirkungen betrachten, zweitens die Voraussetzungen prüfen und drittens mit bewährten Alternativen Vergleiche ziehen. Doch dies ist nicht Inhalt dieses Berichtes.

Naturwissenschaftliche Bildung quo vadis?

Meine Erfahrung führt mich zu einigen Prämissen, die dem zukünftigen (naturwissenschaftlichen) Unterricht zu Grunde liegen sollten.

1) Kompetenz lernen statt Informationsflut
PISA betont die Wichtigkeit von Kompetenzen die „neben dem Erwerb von Grundkenntnissen die kritische Bewertung, die Kommunikation und Anwendung in neuen Zusammenhängen, selbständiges Arbeiten und den forschenden Zugang zu den Naturwissenschaften betreffen." [4]

Die Organisationsform des Kompetenzlernens kann nur bei gleichzeitiger Verfügbarkeit über verschiedene Ressourcen (Ausstattung, Stundenkontingent, Weiterbildungsangebote) verwirklicht werden. Die Gestaltung zufrieden stellender Rahmenbedingungen scheint daher eine der wichtigsten Bestrebungen zu sein. Weiters kann die Vermittlung solcher Kompetenzen nur durch LehrerInnen erfolgen, die erstens für schüler- und handlungsorientierten Unterricht offen sind, zweitens aber auch über die nötige didaktische Kompetenz verfügen. In diesem Zusammenhang kommt der Grund- und Fortbildung hohe Bedeutung zu.

2) Stärkere Professionalisierung des Lehrberufs (nicht nur in den Naturwissenschaften) durch gezielte Grund- und Fortbildung
Finnlands LehrerInnen durchlaufen eine harte Schule. Das Modell von „Research Based Teacher Education" trägt Früchte. Dieses Lehrerbildungsmodell verbindet Training für die eigentliche methodische und didaktische Unterrichtsarbeit mit fundierter wissenschaftlicher Literatur und Forschung. Das heißt, dass die finnischen LehramtsstudentInnen nicht nur ein großes Repertoire an Methoden lernen, sondern auch die Kompetenz, dieses unter unterrichtswissenschaftlichen Gesichtspunkten zu prüfen und zu entwickeln.

Professionelle Fortbildung hat in Finnland ebenfalls einen hohen Stellenwert – höher als bei uns, das wage ich zu behaupten.[4)] Fortbildung als Mittel zur Qualitätssicherung muss im Interesse des guten Unterrichts garantiert werden.

3) Verabschiedung von der Abwertung naturwissenschaftlicher Bildung
Die Wertigkeit naturwissenschaftlicher Grundbildung kann gesteigert werden

a) durch Professionalisierung der Verantwortlichen,
b) durch Zusammenarbeit mit Wirtschaft und Produktion und
c) durch stärkere Handlungs- und Kompetenzorientierung des Unterrichts als Annäherungsbestreben an die reale Welt, für die wir unsere Kinder schließlich und endlich entsprechend vorzubereiten haben.

Solange wir im Unterricht bei Zahlen, Fakten, Merktexten und Formeln bleiben (oder bleiben müssen, weil die Ressourcen fehlen), wird dieser Anspruch nicht ausreichend einlösbar sein.

4) Öffentlichkeitsarbeit
Bildung muss den öffentlichen Stellenwert wieder erlangen, welcher ihr zusteht. Dies erreichen wir natürlich primär durch eine sichtbare Qualitätssteigerung. Möglichkeiten hierzu wurden bereits aufgezählt. Andererseits werden viele Bemühungen scheitern, kommt es nicht zu einer dialogischen Annäherung von Bildung, Gesellschaft und Bildungspolitik unter gemeinsamen und begründeten Zielvorstellungen und Perspektiven. Der Kampf um die Bildung muss zu einer Dialektik für die Bildung werden.

5) Lesekompetenz fördern
An der Förderung der Lesekompetenz können und sollen alle Unterrichtsfächer mithelfen. Gezielte Texterfassung kann trainiert werden. Methoden dazu existieren [5], werden aber leider selten angewandt.

Kann sich wirklich etwas ändern?

Dem passiven Beobachter von Bildung und Studie mag vielleicht vieles egal sein und seine formulierte Perspektive gleicht dem Wortlaut eines alten Sprichwortes über die Unvorhersagbarkeit des Wetters. „Kommt eine Studie, die viel misst, verändert sich etwas oder es bleibt wie es ist." Doch sollen, ja dürfen wir die Zukunft unserer Schule dem Zufall überlassen, wo wir doch dazu im Stande sind, diese, im Gegensatz zu vielen anderen dynamischen Systemen, die allen naturwissenschaftlichen PädagogInnen aus dem eigenen Unterricht allzu gut bekannt sind, neu zu gestalten? Die Antwort bleibt offen und liegt dennoch auf der Hand.

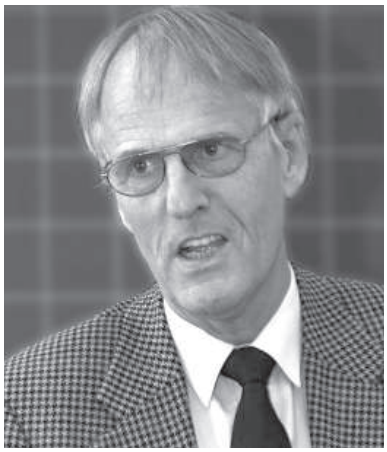
Also dann, packen wir's an!

Literatur

[1] Haider, G.: OECD/PISA – Programme for International Student Assesment (S. 14). In: Haider, G./Reiter C. (Hg.): PISA 2003. Internationaler Vergleich von Schülerleistungen. Graz 2004
[2] vgl. Kühnelt, H.: PISA 2003 (S. 4ff). In: PLUS LUCIS 2/2004.
[3] Schleicher, A.: Analysis of the PISA-process and its Results. Zitat aus dem Referat vom 13. März. PISA 2005 Kongress. Helsinki 2005
[4] Vorstand des Vereins zur Förderung des physikalischen und Chemischen Unterrichts: Lernen für die Welt von Morgen. Memorandum an Frau BM E. Gehrer. In: PLUS LUCIS 2/2004.
[5] vgl. Klippert, H.: Methoden-Training. Übungsbausteine für den Unterricht. Weinheim 2004

[4)] Der hohe Stellenwert kommt einerseits durch die vielen angebotenen Fortbildungsmöglichkeiten zum Ausdruck. Andererseits ist aber auch die Bereitschaft, diese Angebote anzunehmen, deutlich höher. Über 90% der finnischen LehrerInnen haben beispielsweise auf Empfehlung des Ministeriums den ECDL (Europäischer Computer-Führerschein) gemacht, …freiwillig und ohne Verordnung.

Wie Physikunterricht in der Praxis aussieht



Ergebnisse einer Videostudie

Reinders Duit

Eine Projektgruppe des IPN[1)] untersucht die Praxis des deutschen Physikunterrichts in der Sekundarstufe I. An der ersten Phase dieser Studie (2000 bis 2002) nahmen 13 Lehrerinnen und Lehrer (9 aus dem Gymnasium, 4 aus der Realschule) aus Bayern und Schleswig-Holstein teil. Sie stammten aus Schulen, die am BLK-Modellversuchsprogramm „Steigerung der Effizienz des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts" (SINUS; s. Prenzel & Duit, 1999) teilnahmen. In der zweiten Phase (2002 bis 2004) waren es 50 Lehrkräfte – zusätzlich aus Baden-Württemberg und Brandenburg. Die Schulen, in denen sie unterrichteten, wurden per Zufall ausgewählt. Eine Parallelstudie in der Deutschschweiz (unter Leitung von Peter Labudde) wird es erlauben, den Physikunterricht in zwei Ländern mit unterschiedlicher unterrichtlicher Tradition zu vergleichen. In der sich anschließenden dritten Phase (2004 bis 2006) werden die Ergebnisse der Studien genutzt, um neue Möglichkeiten zur „Lehrerprofessionalisierung" zu untersuchen.

Ziele der Studien

- Wie werden Lehr-Lernprozesse im deutschen Physikunterricht gestaltet?
- Welche Muster des Unterrichts („Skripts") sind dominant?
- Welche Rolle spielen Experimente im Unterricht?
- Welche Folgerungen ergeben sich für die Verbesserung des Physikunterrichts?

Ziel der Studien ist es, das Denken der Lehrkräfte über ihren Unterricht sowie ihr Unterrichtsverhalten zu verstehen. Es geht darum, Möglichkeiten zur Verbesserung des Unterrichts zu erkunden, nicht darum, den Lehrkräften „Defizite" nachzuweisen.

Design der Studien

In der ersten Phase wurden – im Abstand von etwa einem halben Schuljahr – die ersten drei Unterrichtsstunden zur Einführung in den elektrischen Stromkreis und in den Kraftbegriff aufgezeichnet. In der zweiten Phase haben wir nur zwei aufeinander folgende Unterrichtsstunden zum Thema Kraftbegriff oder Linsen / Optische Geräte aufgezeichnet (s. das Design der zweiten Phase in Abb. 1). Die Videoaufzeichnungen wurde ergänzt durch eine Reihe von Befragungen von Schülerinnen und Schülern sowie von Lehrerinnen und Lehrern (Prenzel, Duit, Euler, Lehrke & Seidel, 2001; Seidel, Prenzel, Duit & Lehrke, 2003).

Am Beginn und am Ende des Schuljahrs bearbeiteten die Schülerinnen und Schüler einen Fragebogen. Dabei handelte es sich einerseits um Testaufgaben zu den aufgezeichneten Themen sowie andererseits um Fragen zum Interesse und zu weiteren affektiven Variablen. Diese Ergebnisse erlauben es zu untersuchen, welche „Muster" des Unterrichts mit einem guten Lernzuwachs und einer guten Entwicklung des Interesses verbunden sind. Direkt nach Aufzeichnung der Unterrichtstunden beurteilten die Schülerinnen und Schüler den abgelaufenen Unterricht. Weiterhin wurden ihnen Fragebögen zu einigen zentralen Skalen des IQ und zu ihren Vorstellungen von der Natur der Naturwissenschaften vorgelegt.

In der zweiten Phase füllten die Lehrkräfte vor den Videoaufnahmen einen Fragebogen zu ihren Vorstellungen vom Lehren und Lernen der Physik aus. Mit 20 – per Zufall ausgewählten – Lehrkräften wurden ausführliche Interviews geführt. In der ersten Phase wurden nur Interviews mit allen Lehrkräften geführt. Mit diesen Gesprächen war es möglich, Näheres über die Vorstellungen der Lehrkräfte zu „gutem" Unterricht sowie über ihre Einschätzung des eigenen aufgezeichneten Unterrichts zu erhalten.

Univ. Prof. Dr. Reinders Duit, Physikdidaktiker am IPN in Kiel, berichtete über dieses Thema in der Fortbildungswoche 2005.

[1)] Das Team der Videostudien in den ersten beiden Phasen: Manfred Prenzel, Tina Seidel, Reinders Duit, Manfred Euler, Manfred Lehrke, Rolf Rimmele, Inger-Marie Dalehefte, Lena Meyer, Christoph T. Müller, Maike Tesch, Ari Widodo. Die Studien werden von der Deutschen Forschungsgemeinschaft im Rahmen des Schwerpunktprogramms BiQua (Bildungsqualität von Schule) gefördert (http://www.ipn.uni-kiel.de/projekte/video/videostu.html). In der dritten Phase gibt es zwei Teilprojekte:
(1) „Lernen aus Unterrichtsvideos für Physiklehrkräfte (Tina Seidel und Manfred Prenzel; http://www.ipn.uni-kiel.de/projekte/luv/index.html).
(2) „Lehrerprofessionalisierung durch eine zielgerichtete videogestützte Intervention" (Reinders Duit und Manfred Lehrke; http://www.ipn.uni-kiel.de/projekte/vint/index.html).

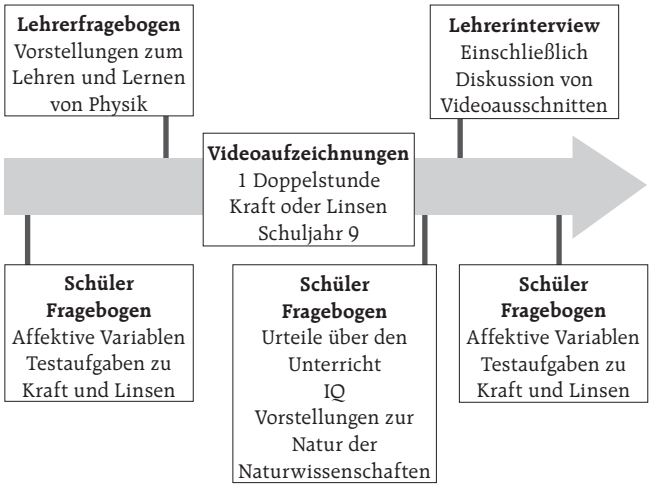


Abb. 1: Design der zweiten Phase der Videostudie Physik

Zur Aufzeichnung und Auswertung der Videos

Die Unterrichtsstunden wurden mit zwei Digitalkameras aufgezeichnet, die eine Kamera war stets auf die Lehrkraft gerichtet, die andere hatte die gesamte Klasse im Blick. Die Aufzeichnungen wurden (komprimiert) auf CD überspielt. Eine spezielle Software (Rimmele, 2004) erlaubt die Kodierung der Videos im Takt von 10 Sekunden. Kodiert wurden u.a.die folgenden Aspekte (Prenzel et al., 2001; Seidel et al., 2003), die wichtige Kennzeichen des Unterrichts erfassen:

- **Basiskodierung**
  Arbeitsformen: Klassengespräch, Stillarbeit, Gruppenarbeit
  Experimentalformen: Demo Lehrer / Schüler, Schülerexperimente
  Phasen: Wiederholen, Lernen neuer Inhalte, Experimentieren

- **Lernunterstützung beim Klassengespräch**
  Umgang mit Schülerbeiträgen, Anwendungsbezüge, Zielorientierung

- **Rolle des Experiments**
  Phasen: Vorbereitung / Durchführung / Nachbereitung
  Offenheit: Idee / Planung / Auswertung
  Sachbegegnung: Freihand / Alltagsgerät / phys. Gerät / Simulation
  Funktion: Phänomen darstellen / Begriffe, Gesetze veranschaulichen.

Von jeder Unterrichtsstunde wurde weiterhin die Sachstruktur in Form eines Flussdiagramms dargestellt, um die fachliche Schlüssigkeit und die Vernetzung der Inhalte beurteilen zu können (Müller & Duit, 2004; s. ein Beispiel eines Diagramms in Abb. 2).

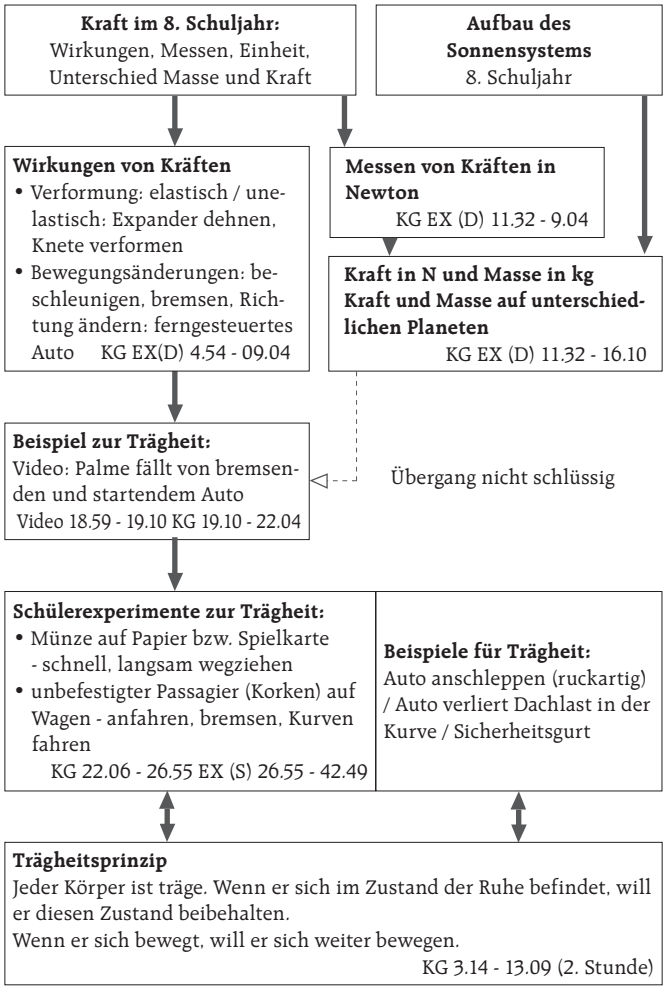


Abb. 2: Design der zweiten Phase der Videostudie Physik

Wichtige Ergebnisse

Die Ergebnisse der Videostudie können hier nicht im Einzelnen dargestellt werden (Seidel et al., 2002; Prenzel et al., 2002; Seidel & Prenzel, 2004; Tesch & Duit, 2004; Widodo & Duit, 2004; Müller & Duit, 2004; Duit & Tesch, 2005). Es kann nur eine kurze Zusammenfassung gegeben werden, bei der die Ergebnisse der ersten Phase und auch bereits vorliegende Ergebnisse der zweiten Phase der Videostudie berücksichtigt sind.

Wichtig ist Folgendes: Es war Ziel der Videostudie zu „dokumentieren", wie Physikunterricht in den Schuljahren 7 bis 9 aussieht und welche Muster des Unterrichts mit günstiger Entwicklung von Leistung und Interesse verbunden sind. Es ging uns nicht darum, den Lehrkräften „Defizite" nachzuweisen. Wir wollten vielmehr Hinweise auf Verbesserungsmöglichkeiten – wo es nötig erscheint – bekommen.

Unterrichtliche Arbeitsformen und Unterrichtsphasen

Wie aus Tab. 1 hervorgeht, ist der Unterricht der 50 Lehrkräfte, die an der zweiten Phase der Videostudie teilnahmen, sehr lehrerzentriert. Als Mittelwert ergibt sich für alle

Schülerarbeitsphasen ein Anteil von 17% der Unterrichtszeit. Allerdings gibt es große Unterschiede zwischen den Lehrkräften. Der Anteil des Klassengesprächs variiert von 19% bis 100% der Unterrichtszeit. Bei den Unterrichtsphasen dominiert – naturgemäß – das Erarbeiten neuer Inhalte. Allerdings ist bemerkenswert, wie wenig Unterrichtszeit für den Einstieg, also die Einführung in das Thema einer Stunde zur Verfügung steht. Eine Arbeitsrückschau kommt sehr selten vor. Auch das so wichtige Sichern und Üben sowie das Anwenden und Vertiefen nimmt meist nur wenig Raum ein.

Unterrichtliche Arbeitsformen	
Lehrervortrag	13,8
Diktat/Hefteinträge	4,5
Klassengespräch	13,4
Still-/Einzelarbeit	1,9
Partnerarbeit	0,9
Gruppenarbeit	4,9
Unterrichtsphasen	
Wiederholung	1,1
Einstieg/Einführung	0,2
Erarbeiten neuer Inhalte/Instruktion	31,5
Sichern/Üben	0,1
Anwenden/Vertiefen	1,6
Zusammenfassen	6,3
Arbeitsrückschau	0,0
Leistungs-/Hausaufgabenkontrolle	0,4
Mittlere Unterrichtszeit	**43,2**

Tab. 1: Durchschnittliche Zeit in Minuten für Unterrichtsaktivitäten (50 Lehrkräfte; Zweite Phase der Videostudie; Daten: Seidel & Prenzel, 2004)

Experimentieren

Phasen des Experimentieren	
Vorbereitung	13,8
Experimentieren	4,5
Nachbereitung	13,4
Offenheit	
Idee	0,9
Planung	4,9
Organisationsform	
Demo Lehrkraft	2,4
Demo Schüler	0,8
Schülerexperiment	5,1
Sachbegegnung	
Alltagsgeräte	1,6
Phys. Geräte	6,7
Simulation mit dem Computer	0,1
Funktion des Experiments	
Experiment vor Theorie	4,7
Experiment nach Theorie	3,4

Tab. 2: Durchschnittliche Zeit in Minuten für Aspekte des Experimentierens (35 Lehrkräfte; Gymnasium, zweite Phase der Videostudie)[2)]

[2)] Die Daten zum Experiment der zweiten Phase werden zur Zeit ausgewertet. In Tab. 2 handelt es sich um die Daten für eine Teilstichprobe zum Thema „Linsen und optische Geräte" (Auswertung: Maike Tesch).

Die in Tab. 2 wiedergegeben vorläufigen Daten aus der zweiten Phase der Videostudie stimmen weitgehend mit den Ergebnissen der ersten Phase überein (siehe dazu Tesch & Duit, 2004).

Fasst man die vorliegenden Ergebnisse aus den beiden Phasen zusammen, so zeigt sich, dass im Mittel rund 70% der Unterrichtszeit vom Experiment bestimmt sind; Eigens für das Experimentieren in der Schule entwickelte Geräte dominieren über Alltagsgeräte. Simulationen mit dem Computer spielen so gut wie keine Rolle. Experimente werden häufiger eingesetzt, um ein Phänomen zu zeigen als eine erarbeitete „Theorie" zu überprüfen. Das Testen von Hypothesen gibt es in kaum nennenswertem Umfang.

Zusammenfassung: Wie sieht der Unterricht aus?

In Tab. 1 und Tab. 2 werden wichtige Ergebnisse zu „Oberflächenmerkmalen" des aufgezeichneten Unterrichts vorgestellt. Nimmt man die Ergebnisse vertiefender Analysen (z.B. zur Lernunterstützung während des Klassengesprächs) hinzu, so ergeben sich die folgenden Kennzeichen des Unterrichts:

- Der Unterricht ist in der Regel lehrerorientiert, nur rund 17% der Unterrichtszeit entfallen auf Schülerarbeitsphasen. Es gibt große Unterschiede zwischen den Lehrkräften. Der Anteil des Klassengesprächs variiert von 19% bis 100% (s.o.).

- Beim Klassengespräch dominiert ein eher eng geführtes Gespräch im Stile des fragend-entwickelnden Verfahrens. In der Regel handelt es sich um ein Wechselspiel zwischen der Lehrkraft und einzelnen Schülern. Eher selten werden Schüler von der Lehrkraft aufgefordert, auf die Antwort oder Frage eines Schülers zu reagieren. An einigen Stellen zeigt es sich, dass das offenbar zur Routine eines jeden Lehrers gehörende fragend-entwickelnde Verfahren uneffizient ist, wenn z.B. mit den Schülerinnen und Schülern versucht wird, die physikalische Sicht gemeinsam zu entwickeln. An anderen Stellen ergibt sich der Eindruck, dass versucht wird, aus den Schülerinnen und Schüler herauszufragen, was die noch nicht wissen können.

- Experimente haben eine große Bedeutung. Im Mittel sind rund 70% des Unterrichts vom Experiment bestimmt – das schließt die Vorbereitung (13%), die Durchführung (19%) und die Nachbereitung (38%) ein (Tab. 2). Das Schülerexperiment nimmt etwas mehr (11%) der Unterrichtszeit ein als das Demonstrationsexperiment (7%). Es gibt auch hier große Unterschiede zwischen den Lehrkräften. Einige Lehrkräfte lassen überhaupt keine Schülerexperimente durchführen, andere setzen sie immer ein, wenn es möglich ist. Insgesamt gesehen haben die Schülerinnen und Schüler in der Regel nur wenige Gelegenheiten für eigenständiges Planen, Durchführen und Auswerten der Experimente.

- Der Unterricht bietet insgesamt betrachtet eher wenig Gelegenheiten für die aktive und eigenständige Auseinandersetzung mit dem „Stoff".

- Systematische Unterstützung des Lernens kommt häufig zu kurz.

- Aus fachlicher Sicht dominiert der Unterricht über die „klassischen" Inhalte (wie Stromkreis oder Kraftbegriff). Naturwissenschaftliche Denk- und Arbeitsweisen (Duit, Gropengießer & Stäudel, 2005) werden nur sehr selten ausdrücklich angesprochen. Das gilt auch für den Unterricht im 9. Schuljahr, der in der zweiten Phase der Videostudie untersucht worden ist.

Betont sei, dass erstens die fachliche Qualität des Unterrichts in der Regel sehr gut ist. Zweitens ist jeder Unterricht individuell. Jede Lehrkraft hat ihre eigene „Handschrift", die nicht schlicht kopiert werden könnte. Und: **Jeder** Unterricht hat Stärken und Highlights – aber auch Schwächen.

Wie denken die Lehrkräfte über „guten" Unterricht?

- Hier werden die Ergebnisse der Interviews mit den Lehrkräften zusammengefasst (s. genauer Müller, 2004). Damit diese Ergebnisse nicht als Sammlung von „Defiziten" missverstanden werden, sei folgendes vorausgeschickt: Die Interviews haben gezeigt, dass die Lehrkräfte sehr differenziert und wohl überlegt über ihre Sicht des Unterrichts sprechen. Die Gespräche waren für den Interviewer (Reinders Duit) nicht nur anregend, sondern gaben auch viele Anlässe, die eigene Position zu gutem Physikunterricht zu überdenken.

- Das Denken der Lehrkräfte über „guten" Unterricht ist „stofforientiert". Der physikalische Inhalt steht im Mittelpunkt der Überlegungen. Unter Inhalt sind die physikalischen Begriffe und Prinzipien zu verstehen (s.o.). Mit der Bedeutung von naturwissenschaftlichen Denk- und Arbeitsweisen sowie von Sichtweisen über die Physik als Wissenschaft sind viele Lehrkräfte nicht gut vertraut.

- Die meisten Lehrkräfte verfügen nicht über eine explizite Vorstellung, wie Lernen „funktioniert" und welche Rolle sie beim Lernen einnehmen müssen. Sie verstehen es, das Fachliche gut zu modellieren, das Lernen der Schülerinnen aber nicht im gleichen Maße.

- Wichtige Forschungsergebnisse zum Lernen naturwissenschaftlicher Begriffe und Prinzipien (wie zum Beispiel zur Rolle der Schülervorstellungen) sind nicht gut bekannt.

Erfolgreicher Unterricht: Fördert Entwicklung von Leistung und Interesse

Wie sich aus Abb. 1 ergibt, haben Schülerinnen und Schülern am Beginn und am Ende des Schuljahrs, in dem der Unterricht aufgezeichnet worden ist, einen Fragebogen ausgefüllt, der es erlaubt, die Entwicklung von Leistung (hinsichtlich der Themen, die aufgezeichnet worden sind) und von affektiven Variablen (wie das Interesse) zu berechnen. Damit können Zusammenhänge zwischen der Entwicklung von Leistung und Interesse auf der einen und bestimmten Kennzeichen des Unterrichts auf der anderen Seite gefunden werden. Dabei ergibt sich das folgende Bild:

- Das Interesse geht im Verlaufe des Schuljahres, in dem der Unterricht aufgezeichnet wurde, generell zurück – aber unterschiedlich stark. Dominiert im Unterricht ein eng-geführtes Klassengespräch im oben beschriebenen Sinne ist dies mit besonders starker Abnahme des Interesses verbunden.

- Die Entwicklung der fachlichen Leistung im Verlaufe des Schuljahres (also der Lernzuwachs gemessen an den Testaufgaben zu den aufgezeichneten Themen) variiert in den Klassen sehr stark – von gutem Zuwachs bis zu überhaupt keinem Zuwachs.

- Die Zusammenhänge zwischen bestimmten Kennzeichen bzw. Mustern des Unterrichts und der Entwicklung der fachlichen Leistung sind komplex. Es gibt den Erfolg einer bestimmten Methode bzw. eines bestimmten Unterrichtsmusters offenbar nicht. Ein Zusammenhang zwischen Ausmaß der Schülerarbeitsphasen und besserer Entwicklung der Leistung zeigt sich nicht. Schülerexperimente führen also nicht notwendig zu besseren Leistungen und lehrerzentrierter Unterricht ist nicht notwendig weniger erfolgreich als schülerorientierter Unterricht.

- Es gibt allerdings Hinweise darauf, dass bestimmte Kennzeichen des Unterrichts eher zu besseren Leistungen führen. Dazu zählen:
  - Vernetztheit des dargebotenen Wissens.
  - Anknüpfen an Schülervorstellungen bzw. am Vorwissen.
  - Einbetten in Alltagskontexte.
  - Schlüssigkeit des Unterrichts.
  - Systematische Unterstützung des Lernens durch die Lehrkräfte.

Merkmale eines „guten" Physikunterrichts

Die vorstehend vorgestellten Ergebnisse sollen in wenigen „griffigen" Aussagen zusammengefasst werden. Dabei wird auch auf Ergebnisse anderer Studien zur Qualität von Unterricht (Meyer, 2004) und auf Zusammenfassungen des Forschungsstandes zum Lernen von Physik (Duit, 2004) zurückgegriffen:

Guter Unterricht....

- thematisiert die vorunterrichtlichen Vorstellungen der Schülerinnen und Schüler und bezieht das Vorwissen und die Alltagserfahrungen systematisch ein.
- fordert das Denken heraus.
- unterstützt das Lernen systematisch.
- bemüht sich um Methodenvielfalt – ohne dass dies zum Selbstzweck wird.
- bemüht sich um Klassengespräche, in denen die Schülerinnen und Schüler eine „Stimme" haben, d.h. bemüht sich, ein eng von der Lehrkraft geführtes fragend-entwickelndes Verfahren zu vermeiden.
- schafft vielfältige Vernetzungen. Dies schließt die Vernetzung mit bereits bekanntem Wissen, die Vorausschau auf das neu zu erwerbende Wissen, überfachliche Verbindungen und Einbettungen in Anwendungskontexte (u.a. den Alltag ein).
- bemüht sich um eine sinnvolle Einbettung und ausführliche Diskussion der Ergebnisse von Experimenten.
- ist fachlich konsistent und schlüssig.

Wichtig ist aber Folgendes: Viele unterschiedliche Unterrichtsmethoden und Unterrichtsmedien, viele Phasen, in denen die Schüler eigenständig arbeiten können (wie bei Schülerexperimenten) machen allein noch keinen guten Unterricht aus. Es kommt auf die Abstimmung der genannten Kennzeichen „guten" Unterrichts an.

Literatur

Duit, R. (2004). Schülervorstellungen und Lernen von Physik. Piko-Brief Nr. 1. Kiel: IPN – Leibniz-Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften (http://www.uni-kiel.de/piko/material.html).

Duit, R., Gropengießer, H. & Stäudel, L., Hrsg. (2004). Naturwissenschaftliches Arbeiten – Unterricht und Material 5 – 10. Velber: Friedrich Verlag.

Duit, R. & Tesch, M., Hrsg. (2005). Thema und Variation – Elektrischer Stromkreis. Unterricht Physik, 15, Heft 89, Oktober 2005. Velber: Friedrich Verlag.

Meyer, H. (2004). Was ist guter Unterricht? Berlin: Cornelsen/Volk und Wissen.

Müller, C. T. (2004). Subjektive Theorien und handlungsleitende Kognitionen von Lehrern als Determinanten schulischer Lehr-Lern-Prozesse im Physikunterricht. Studien zum Physikunterricht, Bd. 33. Berlin:Logos.

Müller, C.T. & Duit, R. (2004). Die unterrichtliche Sachstruktur als Indikator für Lernerfolg-Analyse von Sachstrukturdiagrammen und ihr Bezug zu Leistungsergebnissen im Physikunterricht. Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften, 10, 147-161.

Prenzel, M. & Duit, R. (1999). Ansatzpunkte für einen besseren Unterricht. Der BLK-Modellversuch „Steigerung der Effizienz des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts". Unterricht Physik, 10, Heft 54, 32-36.

Prenzel, M., Duit, R., Euler, M., Lehrke, M. & Seidel, T., Hrsg. (2001). Erhebungs- und Auswertungsverfahren des DFG-Projekts „Lehr-Lern-Prozesse im Physikunterricht – eine Videostudie". Kiel: IPN – Leibniz-Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften.

Prenzel, M., Seidel, T., Lehrke, M., Rimmele, R., Duit, R., Euler, M., Geiser, H., Hoffmann, L., Müller, C.T. & Widodo, A. (2002). Lehr-Lern-Prozesse im Physikunterricht – eine Videostudie. Zeitschrift für Pädagogik, Heft 48 [45. Beiheft], 139-156.

Rimmele, R. (2004). Videograph. Kiel: IPN – Leibniz-Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften (http://www.ipn.uni-kiel.de/projekte/video/videostu.htm).

Seidel, T. & Prenzel, M. (2004). Muster unterrichtlicher Aktivitäten im Physikunterricht. In J. Doll & M. Prenzel, Hrsg., Bildungsqualität von Schule. Münster/München/Berlin: Waxmann, 177-194.

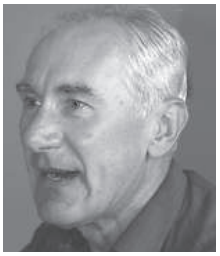
Seidel, T., Prenzel, M., Duit, R. & Lehrke, M., Hrsg. (2003). Technischer Bericht zur Videostudie „Lehr-Lern-Prozesse im Physikunterricht". Kiel: IPN – Leibniz-Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften.

Seidel, T., Prenzel, M., Duit, R., Euler, M., Geiser, H., Hoffmann, L., Lehrke, M., Müller, C., & Rimmele, R. (2002). „Jetzt alle bitte nach vorne schauen!" Lehr-Lernskripts im Physikunterricht und damit verbundene Bedingungen für individuelle Lernprozesse. Unterrichtswissenschaft, Heft 30, 52-77.

Tesch, M. & Duit, R. (2004). Experimentieren im Physikunterricht. Ergebnisse einer Videostudie. Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften, 10, 51-59.

Widodo, R. & Duit, R. (2004). Konstruktivistische Sichtweisen vom Lehren und Lernen und die Praxis des Physikunterrichts. Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften, 10, 233-255.

Ein Jahr MNI-Fonds



Willi Dörfler

Die Initiative „Innovations in Mathematics, Science and Technology Teaching" ist nun als IMST3 in ihrer 3. Phase. Neben dem MNI-Fonds stellen die Einrichtung regionaler Netzwerke und die Gründung des Instituts für Unterrichts- und Schulentwicklung wichtige Schritte des Aufbaus für ein Unterstützungssystem des MNI-Unterrichts dar.

Zwischenbilanz – Juli 2005

Gegen Ende des ersten Projektjahres des MNI-Fonds ist es angebracht, eine Zwischenbilanz zu ziehen und gleichzeitig Zukunftsperspektiven zu skizzieren. Eine eindeutige positive Einschätzung durch mich persönlich und den gesamten MNI Vorstand gründet sich auf folgende Tatsachen und Beobachtungen (in ungeordneter Reihenfolge, keine Prioritätenliste):

1. Fast alle Projekte kommen zu einem erfolgreichen Abschluss und legen einen ausführlichen Bericht über Ablauf, Ergebnisse und realisierte Innovationen im jeweiligen Unterricht vor. Diese Berichte sind ab September 2005 am Web verfügbar und dienen als Vorlage und Anregung für andere Lehrkräfte.

2. Diese produktive Forschungs- und Entwicklungsarbeit in den Projekten verdankt sich der Betreuung durch die sechs Schwerpunktteams, den angebotenen Modulen zur projektspezifischen Weiterbildung und der Beratung durch Expert/innen. Insofern zeigt sich, dass die gewählte Organisationsstruktur und inhaltliche Spezifikation der Schwerpunkte effizient und effektiv im Verhältnis zum Aufgabenspektrum ist.

3. Innerhalb der und zwischen den sechs Schwerpunktteams wurde eine Kommunikationsstruktur entwickelt, in deren Rahmen gemeinsame Probleme bearbeitbar wurden und die auch die Zusammenarbeit mit dem Vorstand erleichtert. Verschwiegen sollte keinesfalls werden die große (zeitliche) Belastung durch die Summe verschiedener Verpflichtungen wie z.B. Schulunterricht und andere Projekte. Der Einsatz der Koordinator/innen und des gesamten Teams kann nicht hoch genug eingeschätzt werden. Sind auch die Projektnehmer/innen die Hauptakteure/Hauptakteurinnen im MNI-Fonds, so basiert dessen Gesamterfolg und innovatorische Wirkung maßgeblich auf dem Monitoring innerhalb der Schwerpunkte.

4. Wichtige Dokumente des MNI-Fonds (Ausschreibung, Förderrichtlinien, Gutachterformblatt, etc.) wurden aufgrund der Erfahrungen adaptiert, so dass die Ausschreibung und Begutachtung für 2005/06 problemlos verlief – das besonders auch dank der hochprofessionellen Gestaltung der entsprechenden elektronischen Web-Dokumente durch das Web-Team. Sicher sind noch Verbesserungen und Erweiterungen möglich oder erforderlich, doch ist ein Status erreicht, der für alle Betroffenen (Projektnehmer/innen, Schwerpunktteams, Kuratorium, Vorstand) eine komfortable Arbeit und rasche Gewinnung relevanter Informationen ermöglicht. Insgesamt konnte eine leistungsfähige Infrastruktur aufgebaut werden, die eine schlanke und „kundenfreundliche" Administration (der sehr vielen kleinen Verwaltungsschritte) gewährleistet und damit eine Konzentration auf das „Kerngeschäft" der Entwicklung von Unterrichtsinnovationen möglich macht.

5. Ein differenziertes System verschiedener Evaluationsmaßnahmen wird einen objektiven Einblick geben, in welchem Ausmaß die im Statut festgelegten Erfolgskriterien erfüllt werden konnten. Vorliegende Evaluationsergebnisse (Projektnehmer/innen, Schwerpunktkoordinator/innen) geben ein positives Bild mit sehr vielen konstruktiven Anregungen. Die weiteren Auswertungen sollten eine gut fundierte Legitimation gegenüber der Geldgeber bm:bwk und ein schlagendes Argument für die Weiterführung (und Ausweitung) des MNI-Fonds darstellen.

6. Die Antragssituation für 2005/06 ist absolut befriedigend, quantitativ wie im Vorjahr und qualitativ (Themen, Inhalte, Methoden) sicher ein Fortschritt. Ein wichtiges Entwicklungsfeld stellen jedoch der Bereich der Sekundarstufe I (hier vor allem die Hauptschulen) sowie die berufsbildenden Schulen dar. Es bedarf gezielter Angebote durch den MNI-Fonds und vielfältiger Maßnahmen, auch um eine „Kulturänderung" zu bewirken, durch die eine positive Einstellung zur eigenständigen Entwicklungsarbeit verbreitet wird. Eine gewisse Hemmschwelle mag auch darin liegen, dass HS-Lehrkräfte (bisher) nicht an wissenschaftlichen Hochschulen ausgebildet werden, und so der Kontakt zu einer wissenschafts- und forschungsbasierten (Fach-)Didaktik fehlt.

7. Das Grundkonzept der „betreuten Selbstständigkeit" (der Projektnehmer/innen) wird gut angenommen. Die Lehrkräfte vor Ort haben und entwickeln ihre eigenen Konzepte, Ideen und Innovationen, wobei sie vom Fonds beraten und unterstützt werden. Die

o. Univ. Prof. Dr. Willi Dörfler, Arbeitsgruppe Didaktik der Mathematik an der Universität Klagenfurt, ist wissenschaftlicher Leiter des MNI-Fonds.

350 Lehrkräfte kamen am 29. September 2005 zum IMST-Innovationstag an die Karl Franzens Universität Graz

finanzielle Unterstützung ist sehr wichtig, aber eben nur eine Komponente der Wirksamkeit des MNI-Fonds. Dieses Grundkonzept ist einzigartig, wodurch der MNI-Fonds keine Konkurrenz zu anderen Entwicklungsmaßnahmen innerhalb eines breit gefächerten Unterstützungssystems ist, sondern durch seine Spezifität diese ergänzt und eine sonst bedrohliche Lücke (nämlich das Fehlen fachdidaktischer schulbezogener Forschung) schließt. Als spezifische MNI-Wirkung ergeben sich höchstwahrscheinlich ein geändertes und verbessertes Selbstbewusstsein und Selbstbild der teilnehmenden Lehrkräfte.

... und Zukunftsperspektiven

Wenn man so auch zusammenfassend den MNI-Fonds als eine (die?) „Innovationsagentur" für die Verbesserung des Unterrichts in den mathematisch-naturwissenschaftlichen Fächern in Österreich bezeichnen kann, so verlangt gerade dies die offene Kennzeichnung von mittelfristigen Entwicklungsdesiderata und Perspektiven. Dazu gehören u.a. folgende Aspekte, Punkte und Herausforderungen:

- Steigerung des Bekanntheitsgrades und der Attraktivität der Förderungsangebote des MNI-Fonds sowie Verbesserung der Erreichbarkeit der Lehrkräfte in den Schulen. Ausweitung der PR-Aktivitäten.

- Verbesserte Verbreitung und Dissemination der Unterrichtsinnovationen und Projektergebnisse. Dazu müssen eigene Methoden und Strategien entwickelt werden (z.B. Vernetzung mit den regionalen Netzwerken und den Arbeitsgemeinschaften). Ausbildung und Qualifikation zum/zur „Multiplikator/in".

- Thematische Erweiterung und Weiterentwicklung: neue/andere Schwerpunkte; auch „theoretische" Projekte; neue Fächer; neue Projekttypen (z.B. „Beratungsprojekte"); neue Qualifikations-Module.

- Vernetzung mit anderen Entwicklungs- und Förderungs-maßnahmen; auch: internationale Vernetzungen und verbesserte Kontakte zu den Universitäten/Pädagogischen Akademien.

- Entwicklung von Karriereschienen im Bildungssystem für MNI-Mitarbeiter/innen zur Nutzung der erworbenen Qualifikationen.

- Akquisition von Sponsormitteln.

- Aufbau eines Expert/innenpools zur Beratung von Projekten, Lehrkräften und Schulen. Aufbau eines „Clearing house" für fachdidaktische Innovationen.

Die bisherige Performanz des MNI-Fonds aber auch die genannten Perspektiven belegen meines Erachtens seine Unersetzbarkeit und zentrale Rolle im Bildungssystem als treibende Kraft für Innovationen in Schule und Unterricht. Dabei sind folgende Punkte zentral:

- der MNI-Fonds zielt durch die geförderten Projekte direkt auf den Unterricht und seine Verbesserung und Weiterentwicklung ab, was einen wesentlichen Unterschied zu anderen Maßnahmen darstellt

- dies wird durch die von den Projektnehmern/innen eingenommene Schlüsselrolle entscheidend realisiert

- alle MNI-Aktivitäten erfolgen vor dem Hintergrund aktueller Fachdidaktik-Forschung und sie stellen damit eine effizient organisierte Schnittstelle und Kommunikationsschiene zwischen Unterrichtspraxis und Wissenschaft dar.

Guter Chemieunterricht in schlechten Zeiten

Michael A. Anton

Der Chemieunterricht weist in der Mehrzahl seiner Erscheinungsformen deutlich suboptimale Züge auf. Die Optimierung aller Unterrichtsphasen muss ein erklärtes Ziel aller aktuellen Bemühungen der für Unterricht Verantwortlichen sein. Die folgenden Fragen brennen auf den Nägeln. In ihren Antworten stecken unsere Möglichkeiten. Um sie umzusetzen bedarf es dreierlei: Innere und äußere Wertschätzung des Lehrberufs, stützende finanz- und bildungspolitische Rahmenbedingungen und eine verstärkte Sensibilität für Qualitätsmerkmale!

Welche Eigenschaften hat das Fach Chemie?

Chemieunterricht repräsentiert nicht nur eine der faszinierendsten Wissenschaften, sondern auch die „sinnreichste". Dennoch: Chemie ist ein unbeliebtes, als sehr schwierig und alltagsfern eingeschätztes Fach, … wenn es falsch unterrichtet wird. Es lohnt sich demnach, die Sinnhaftigkeit dieses Faches zu hinterfragen, also seine Ziele, Inhalte, Lehr-Lernmodelle, Methoden, Schüler- und Lehrerdefinitionen einmal mehr unter die Lupe zu nehmen.

Verfolgen wir die richtigen Ziele?

„Ziel ist der Einblick in die Vielgestaltigkeit und Omnipräsenz chemischer Prozesse: Dies soll nicht nur eine berufliche Orientierung erleichtern, sondern stoffliche Veränderungen als materielle und energetische Grundlage des Lebens und der Zivilisation erkennbar machen und auch Verständnis für die europäische und globale Bedeutung der chemischen Industrie schaffen." [1]
Zusammen mit der physikalischen Welt der Zustandsänderungen und der biologischen Sicht auf die Lebensvorgänge in komplexen Organismen ergänzen derartige Kenntnisse das Interesse an den Geisteswissenschaften. Erst dadurch entsteht ein offenes und weit gefächertes Verständnis der Welt, in der wir leben (Grygier et al., 2004; Hößle et al., 2004). Demnach bedeutet Chemische Grundbildung [2] *(„chemische Alphabetisierung"),* mit der spezifischen Denkweise von Chemikern vertraut zu sein und Einblick in ihre Methoden zu haben. So können Stoffeigenschaften und Stoffartumwandlungen auf relativ wenige (philosophische!) Deutungssysteme und Grundvorstellungen zurückgeführt werden. Charakteristisch dafür ist das „Zwiedenken" (Christen, 1990, S.2), das im submikroskopischen Bereich Erklärungen entwickelt für Vorgänge im makroskopischen.

Darüber hinaus unterstützt das Fach Chemie wie kein anderes die Ausformung fachunabhängiger Bildungsziele: Informationszugang und -bewertung, Wissensaufbau und -korrektur, Erwerb von Maßstäben, Meinungsbildung, Kommunikation sowie Argumentation. Diese Eigenschaften machen das Fach Chemie zu einem komplexen und gleichermaßen unverzichtbaren Ereignis in einem Schülerleben und zeigen das ganzheitliche Wirksamwerden des hohen pädagogischen Potenzials des Fachs [3] (Anton, 2002; Irmer, 2005).

Der Wissensmehrwert und damit der „innere Wohlstand" des Lerners äußert sich in einer Fülle zeugnisunabhängiger Anwendungsbereiche:

- praktischer Alltagsnutzen im sichereren Umgang mit Chemikalien (Kosmetika, Putz-, Pflegemittel…),
- persönliche (Konsum-)Entscheidungshilfen,
- Erweiterungen des Selbstwirksamkeitskonzepts,
- politische Mitsprachemöglichkeiten (Dialog mit Experten),
- abgesicherte Berufswahl,
- kreative Problemlösestrategien naturwissenschaftlicher Fragestellungen.

Das Erlebnis solcher Nutzbarkeit muss im geschützten Raum der Schule ermöglicht und geübt werden, damit das Wissen im „Ernstfall" erfolgreich und sicher eingesetzt werden kann.

Lehren wir die richtigen Inhalte!

Die modernen Chemiethemen, wie Nanotechnologie, Mikrostrukturtechnik, Molekularbiologie, Katalyse, Funktionelle Polymere, Werkstoffsynthesen oder Magnetresonanztomographie (MRT) etc., aber auch das Nachdenken über die Natur der Naturwissenschaften (Kaufmann, 2000) und ihre Beziehungen zu den geisteswissenschaftlichen Sicht

[1] Aus: Bildungs- und Lehraufgabe im Lehrplan „Chemie" für AHS (Allgemeinbild. Höhere Schulen in Österreich) mit Wirksamkeit zum 1. 9. 04

Prof. Dr. Michael A. Anton
Ludwig-Maximilians-Universität (LMU), Didaktik & Mathetik der Chemie
D-81377 München, Butenandt-Str. 5-13 / D2
Tel.: 0049 (0)89/2180-77396+7 Fax.: 0049 (0)89/2180-77856
www.cup.uni-muenchen.de/didaktik mail: mao@cup.uni-muenchen.de

[2] Vgl. auch: Mathematisch-naturwissenschaftliches Grundbildungskonzept im Rahmen des österreichischen IMST2-Projekts (Innovations in Mathematics, Science and Technology Teaching); in: http://imst.uni-klu.ac.at

[3] Anton, M. A.: „Mit chemischen Inhalten zu überfachlichen Zielen"; Vortragsmanuskript, MNU-Tag, München 8.10.2002 (beim Verfasser erhältlich: mao@cup.uni-muenchen.de)

weisen zur Welt"erklärung" müssen in den Lehrplan Eingang finden. Um die Anschlussfähigkeit des traditionellen Grundwissens an das Verstehen innovativer Chemie neu und anspruchsgerecht zu gestalten, muss der herkömmliche Grundwissensspeicher entrümpelt und neue Einheiten als Netzwerke eingelagert werden:

- Systematisierung von Reinstoffisolierung, Reaktionstypen, Energetik
- Modellvorstellungen vom Atom- und Molekülbau
- Vielfalt der Eigenschaften aufgrund der Strukturen auf der Basis von Bindungstypen und Elementeigenschaften
- Öffnung der Wege in die C- und Si-Chemie sowie in die Biochemie
- Säure-Base/Oxidation-Reduktion als Elementarteilchentransfer
- Grundlegende Quantifizierungsmöglichkeiten (Stöchiometrie)

Sorgt man für die leichte Assoziierbarkeit zwischen Erlebbarem und Erklärbarem, dann eröffnet sich uns der Weg zum gekonnten Bearbeiten von Wenigem und zum Generalisieren.

Welches Wissen und in welchem Umfang zwischen möglichst viel und ausreichend wenig benötigt aber dann der moderne Mensch? [4)]

Der Zweck des Faches Chemie ist dann erfüllt, wenn wir den Schüler **fragefähig** machen können und er sich dadurch in der Lage sieht, sein Wissen dazu zu verwenden, **vorläufige Antworten** (Vermutungen, Hypothesen) zu formulieren, auf angemessene Weise zu **überprüfen** und über diesen Prozess zu **kommunizieren**. Diesem Ziel sollen Qualität und Quantität von Unterricht dienlich gemacht werden. Es muss sich auch in den Standards wieder finden.

Wenn es dem Einzelnen gelingt, sein Wissen intelligent, weil flexibel zu verwalten, an der richtigen Stelle stutzig zu werden, die richtigen Fragen zu stellen, sich die nötigen Informationsquellen zu erschließen, deren Wert zu taxieren und vernünftige Schlüsse zu ziehen, dann ist das Bildungsziel mehr als erreicht.

Handeln wir nach dem richtigen Lehr-Lern-Modell?

Die Gehirnforschung ist dabei, immer mehr Argumente für das konstruktivistische Lernen zu finden, für den Weiterbau der Strukturen des Geflechts aus Neuronen und Synapsen auf der Basis des Vorhandenen durch Repräsentationen, Assoziationen und Vernetzungen über synaptische Verschaltungen (Peterßen, 2003; Schneider, 2003; Spitzer, 2002; Wiater, 1999; Mandl & Reinmann-Rothmeier, 1995; Häußler et al., 1998; Duit & Rhöneck, 2000).

Man lernt mit dem, was man schon weiß [5)] und man lernt umso besser, je mehr man bereits weiß [6)], weil man wissen muss, wonach man sucht! Das bedeutet, dass wir stets Bedeutungen erzeugen, indem wir neue Erfahrungen mit bestehendem Wissen verknüpfen. So machen wir uns durch Lernen die Welt Stück für Stück vertraut(er). Dieses In-Beziehung-Setzen von Reiz- und Gedächtnisinformation gelingt durch Aufmerksamkeitszuwendung. Sie führt zur selektiven Wahrnehmung und damit zu einer bewussten Informationsverarbeitung (Seel, 2000). Für nichts ist unser Gehirn besser geeignet!

Erfolgreiche Lehrer finden sich bestätigt, die bisher weniger erfolgreichen erhalten die Chancen für eine leicht begründbare Korrektur ihrer Konzeptionen. Um den konstruktivistischen Lernvorstellungen in der Unterrichtspraxis Rechnung zu tragen, müssen die Methoden, die Perspektiven auf den Schüler und die Beziehungen zwischen Inhalt und methodischem Vorgehen neu überdacht und kritischer als bis-her ausgewählt werden. Das Gehirn lernt besonders leicht, wenn die aufgenommenen Informationen möglichst viele der erstgenannten Begriffe folgender Gegensatzpaare erfüllen.

- **Unbekannt vs. bekannt**
- **wichtig vs. unwichtig**
- **sofort einsetzbar vs. nutzlos**
- **lückenfüllend vs. isoliert**
- **emotional positiver Kontext vs. negativer Kontext**
- **Ergebnis besser als erwartet vs. wie erwartet.**

Die herkömmliche Betrachtung des Lernprozesses als Akt der „Abspeicherung" zur identischen Wiedergabe stellt nur eine extreme Sichtweise, nämlich die des Empirismus oder Behaviorismus dar. Der Gegenpol ist die individuelle „Konstruktion" von Wissen („Moderater Konstruktivismus"). Die Art der Informationen bestimmt, welche Modellvorstellung die tragfähigere ist, nach der wir unseren Unterricht gestalten und Ort, Sozial- und Aktionsform, Arbeitsbedingungen, Lehrmittel und Methodenfolge zuordnen.

Eindeutige Einzelfakten *(Begriffe, einfache Gesetzmäßigkeiten)* und Konventionen *(Reaktionsschemata, Elementsymbole),* also das deklarative Wissen (Fakten) (Neber, 2000) gehorcht in seinem Lehren und Lernen eher dem **Speichermodell**. Detailwissen, komplexe Zusammenhänge, das Herstellen von Beziehungen (Säure-Base- und Redox-Reaktionen als Elementarteilchentransfers) und Korrekturen von „misconceptions", procedurales Wissen (Funktionen) also, kann in seiner Verarbeitung eher mit dem **Konstruktionsmodell** beschrieben werden. Im ersten Fall dominieren die Strukturen des Faches („Lehrgebäude"). Der vertikale Wissenstransfer, das Weiterlernen im Fach wird so begünstigt. Im zweiten Fall spielen die Anwendungsmöglichkeiten die Hauptrolle und der horizontale Transfer des Wissens führt zur Bewährungsprobe des frisch Gelernten in neuen Problembereichen.

[4)] Vgl. Bildungsstandards für Chemie (D): http://www.kmk.org/schul/Bildungsstandards/standards_chemie_16.12.04.pdf und: „Einheitliche Prüfungsanforderungen (EPA)(D): http://www.kmk.org/doc/beschl/aschulw.htm#abi.

[5)] Internetadresse für eine Bibliographie über „Vorkenntnisse von Schülern im Bereich der Naturwissenschaften": http://www. ipn.uni-kiel.de/aktuell/stcse/stcse.html (Bibliography)

[6)] Nach F. E. Weinert: Matthäus-Prinzip: ‚Wer hat, dem wird gegeben!'

Aus der kompetenten Kombination beider Denkleistungen erwächst die Fähigkeit zum problemorientierte Kombinieren dieser Wissensarten.

Beachten wir den Gender-Aspekt?

„Wenn sie im Keller bleibt und niemals das Institut betritt, soll es mir recht sein". So lautete die Antwort des Nobelpreisträgers Emil Fischer in Berlin an Otto Hahn, der darum bat, mit Lise Meitner am Berliner Institut zusammenarbeiten zu können. Eine derartige Reaktion dürfte uns mittlerweile weltfremd erscheinen.

Dennoch ist das weitere Problem (unterschiedliche Akzeptanz des Physik- und Chemieunterrichts bei Mädchen und Jungen) nicht vollständig überwunden (Kuhrke, 1990; Wienekamp, 1995; Schäfer et al., 1996; Todt, 2000). Nahezu alle Untersuchungen zum Einfluss des Geschlechts und der Geschlechterrolle (Gender) auf Lernleistung und Lernfreude, Motivation und Interesse lassen den Schluss zu, dass der **Konkretisierungsgrad chemischer Inhalte über die Phänomene, Modellierungen, Historie, Umwelt- und Gesundheitsaspekte und/oder Alltagsbezüge sowie über das Mitreden- und Weitererklärenkönnen („Lernen durch Lehren")** die Attraktivität des Faches spürbar erhöht, ... und zwar bei Mädchen und Buben! Zusammen mit anderen Maßnahmen, können durch die Vermeidung einer Abbild-Didaktik frühzeitig stabilisierte Geschlechtsstereotype bestmöglich neutralisiert werden (Undoing Gender).

Nach Martin et al. (1990) sind Geschlechtsstereotype zu verstehen als Assoziationen zwischen Geschlechtsbezeichnungen und körperlichen Erscheinungen, Rollenverhalten, Berufen und entsprechenden Persönlichkeitsmerkmalen. Die jeweiligen assoziativen Verbindungen werden durch Erfahrung gefestigt oder destabilisiert.

Es gibt nun viele Möglichkeiten, sich einer bewusst gemachten Gender-Problematik (Gender-Sensitivity) zu stellen und den eigenen Unterricht problemmindernd zu gestalten. Der folgende Stichwortkatalog (Vgl. Schäfer et al., 1996; S. 90-91; vgl. Todt, 2000, S. 244, 247) stellt hierzu eine Auswahl zur Verfügung:

- Ganzheitliche Darstellung der Inhalte
- Personenbezogenen Behandlung der Stoffgebiete
- Lebenssituationen in Alltag, Beruf, Karriere und Freizeit von Mann und Frau, von Buben und Mädchen thematisieren
- Inhalte sinnlich erfahrbar machen (Chemie!!!)
- Ansprechen geschlechtstypischer Sichtweisen und Rollenmuster, etwa bei der Kontextualisierung von Fragen (Todt, 2000, S. 235-243)
- Überprüfen geschlechtsdifferenter Interaktionen im Unterricht (Videoanalyse, Supervision, Schülerbefragung) (Schäfer et al., 1996, S. 94-96).

Die sozial-kommunikativen und kooperativen Lernformen sowie die fachübergreifenden und fächerverbindenden Methoden lassen Mädchen besser zum Zuge kommen und fügen den sich häufiger exaltierend gebenden Buben keinesfalls Schaden zu, auch wenn diese die durch Abstraktion entstehende Realitätsferne der Unterrichtsinhalte besser auzuhalten scheinen.

Verwenden wir die richtigen Methoden!

Den Chemieunterricht betreffen die Methodendiskussionen auf besondere Weise. Einmal zeichnet ihn die Option einer ausgeprägten Methodenvielfalt im Bereich der Handlungsorientierung aus, die der Binnendifferenzierung dienlich gemacht werden kann, zum anderen stellt vor allem der unablässige Wechsel zwischen den phänomenologischen Ereignissen und den abstrakten Interpretationen eine echte Herausforderung dar, welche sich vornehmlich durch eine bewusst feinfühlige Instruktionskompetenz bewältigen lässt.

Die Strecke von der Instruktion als eher „gelenkter Konstruktion" nach dem Speichermodell, in dem der Schüler als eher fremd gesteuertes Lernsystem gesehen werden kann, bis zur eher „freien Konstruktion" (Konstruktionsmodell: Schüler als selbst gesteuertes Lernsystem) überspannt viele Varianten von Lehr-Lernbeziehungen.

- Erläuterungen mit expliziten Bezügen und mit Hinweisen auf Bezüge
- Mitteilungen mit impliziten Bezügen und ohne Bezüge
- Aufträge für offenes Arbeiten mit Hilfen zur Selbsthilfe und mit Selbststeuerung

Jede Instruktionsart kann über mehrere Methoden verwirklicht werden. Damit eröffnet sich die methodische Vielfalt und animiert die Virtuosität des Lehrers. Die konkrete Vorgehensweise folgt der jeweiligen Modellierung des Lehr-Lernprozesses (Mandl, 2004). Hierdurch kann nach der Devise: „Nützt meine Vorgehensweise dem Prozess des Sichbildens beim Schüler?" [7] durch den Wechsel zwischen Strukturierung und Offenheit ein gezieltes Verstärken oder Verändern der gerade eingesetzten Strategie erfolgen.

Dieser methodische Nutzen kann zu einer einfachen Faustregel verdichtet werden. Je stringenter und faktenreicher der Lehrgang aufgebaut ist und je unsicherer und unselbständiger der Schüler ist, desto eher eignet sich die lehrerzentrierte und schülerorientierte Instruktion. Es dominiert dann die didaktisch orientierte Erziehungsleistung (Anton, 2000), über die die Assimilation (Piaget) erleichtert werden kann. Mit zunehmender Lernautonomie und routinisierten Fertigkeiten im Umgang mit Arbeitsaufträgen führen offenere Lehrlernformen zum Erfolg. Damit verschiebt sich das Gleichgewicht mehr zur mathetischen Lerneraktivität der Akkomodation, in der das eigene Erkenntnisschema an das Neue angepasst wird. Gleichzeitig gilt, dass eine effiziente Unterrichtsorganisation mit intensiver Lernzeitnutzung äußerst leistungsförderlich ist, dass jedoch langfristig in gleichem Maße die Lernfreude

[7] Vgl.: Anton, M. A.: „Chemieunterricht zwischen Inhalt und Methode"; Vortragsmanuskript, Universität Duisburg-Essen 2.6.2004 (beim Verfasser erhältlich: mao@cup.uni-muenchen.de)

abnimmt, da die emotionalen und sozialen Bedürfnisse der Schüler unbefriedigt bleiben. Nur eine sinnvolle Abstimmung zwischen beiden Extremen unterstützt also die Persönlichkeitsentwicklung. Voraussetzung für dieses Gelingen ist eine ausgeprägte Diagnosekompetenz, gekoppelt mit den angemessenen didaktisch-mathetischen „therapeutischen Fähigkeiten" des Lehrers.

Nur wenn der Lehrer über die Stärken und Schwächen seiner Schüler im Bilde ist, wird er seine Hilfen gezielt einsetzen können (Meermann, 1987). Damit ist der Unterrichtserfolg abhängig vom neuen Inhalt, von elaborierten Fachkenntnissen, vom Entwicklungsstand und von der Leistungsfähigkeit der Methode.

Welche Bedeutung hat das Experiment im Chemieunterricht?

Der attraktivste Aspekt des Chemieunterrichts, das Experiment, ist gleichzeitig auch der heikelste! Hat man sich mit der ersten Feststellung bereits seit mehreren Jahrzehnten abgefunden (Becker & Jüngel 1982), so erweist sich die Frag-Würdigkeit des Experimenteinsatzes eher als aktuelles Forschungsziel (Anton, 1998, 1999, 2000; Heumann-Rupprecht, 2004; Welzel et al.; 1998, Jonas-Ahrend 2003). Diese Schwerpunktverlagerung wird begünstigt durch die neuen Erfahrungen, welche bei der populärer werdenden „Chemie für Kinder"[8)] gewonnen werden können. Der spielerische Zugang erweist sich als förderlich für die Entwicklung eines realistischen Experiment- und Modellbegriffs (Lück, 2003, 2005, Vaupel, 2005).

Hat man bis vor Kurzem gemeint, dass die Zahl der Experimente direkt proportional zu Akzeptanz und Anstrengungsbereitschaft im Fach ist, so setzt sich langsam die Erkenntnis durch, wonach neben der Strukturierung des Unterrichts und dem Offenheitsgrad der Aufgaben-/Fragestellung die **Qualität und der Integrationsgrad der Experimente** (Präphase aus *Vorwissensaktivierung, Hypothesenbildung und Planung (Krajcik et al., 1999*), Experimentierphase/Durchführung, Postphase) **in den Ablauf eines kontinuierlichen Lehr-Lernprozesses erfolgsbestimmend** sind (Neber, 1998). *Lernen durch Explorieren und Experimentieren* gehört zusammen mit dem *Lernen durch Konfliktinduktion und Konfliktlösung* sowie *Lernen durch Beispiele* zu den klassischen Versionen entdeckenden Lernens (Neber, 2004).

Die lernunterstützende Experimentverwendung im Fach Chemie stellt größte Anforderungen an die Unterrichtsorganisation und nimmt auf die Effektivität der Lehrerarbeit entscheidenden Einfluss.

Dies gilt um so mehr, je problemorientierter, kooperativer und selbstbestimmter die Schüleraktivitäten ausgelegt sind

Prof. Michael Anton gestaltete einen Workshop im PFL-NW-Seminar (Juli 2005 in Gmunden)

(Sumfleth et al., 2004). Um hierin Optima zu ermöglichen, muss dem experimentellen Tun bereits im Kindesalter ausreichend zugearbeitet werden. Das gelingt über naturwissenschaftliches Arbeiten im Kindergarten (Lück, 2005; Irmer, 2005), im privaten Bereich mit Hilfe von chemischen Experimentierkästen (Vaupel, 2005) und in der Grundschule innerhalb des Fachs Sachunterricht.

Für alle Abschnitte innerhalb eines so notwendigen chemischen Beschäftigungskontinuums gelten einfache Regeln, die sich aus der Entwicklungspsychologie und aus der tradititioonellen wie auch aktuellen Lehr-Lernforschung herleiten lassen:

- Vom Einfachen zum Komplexen (Spitzer, 2002, S.229-241)
- Vom Konkreten zum Abstrakten (Piaget, 1989)
- Vom Staunen zum Fragen (Rieder, 1968)
- Von den instrumentellen Fertigkeiten zu den kognitiven Fähigkeiten
- Vom Beschenktwerden zum Selberbeschaffen (Erikson, 1994)
- Vom Erzogenwerden zum Sichbilden (Anton, 2003)

Im Normalfall werden diese Regeln nicht isoliert zu befolgen sein; dennoch können Schwerpunkte gesetzt werden – die sich in der jeweils gewählten Methode manifestieren und darauf kommt es an!

Die Erfüllung des Lehrplans wird nicht nur getragen von den Kompetenzen des Lehrers, sondern auch von unseren Vorstellungen über die Einstellungen, Belastbarkeiten, Interessen usw. der uns anvertrauten Lerner.

Wie steht es um das Schülerbild in unseren Lehrerköpfen?

Sind wir uns als Lehrer weitgehend im Klaren über die Perspektiven, die wir gegenüber unserem und fremdem Unterricht einnehmen, so ist uns die Schülerperspektive nicht immer bekannt und verständlich. Ist die Sicht der Schüler auf den Chemieunterricht dieselbe wie die des Lehrers? Untersuchungen, darunter eigene, lassen diese Frage verneinen. Verlangt man von Lehrern, dass sie die Schwierigkeiten, Vorlieben und Vorschläge ihrer Schüler in Hinsicht

[8)] Vom 4.7.03 bis 18.4.04 veranstaltete die Didaktik und Mathetik der Chemie und das Münchner Kinder- und Jugendmuseum die erste interaktive Chemieausstellung für die Altersgruppe von 6 bis 16 Jahre. Am Ende konnten 41000 Besucher gezählt werden. Das Projekt wurde durch 10 Zulassungarbeiten wissenschaftlich begleitet.

auf eine bessere Gestaltung des Unterrichts antizipieren, so muss man mit drastischen Divergenzen rechnen.

Wovon hängt die Art und Weise der Zielverfolgungen im Unterricht ab? Was unterscheidet die Lehrer voneinander? Warum gibt es nie zwei Lehrer, die bei gleichem Inhalt und gleicher Methode auch dieselben Effekte in derselben Klasse zeitigen? Woher kommt es, dass Klassen beim Lehrerwechsel völlig neue Motivations-, Anstrengungs- und Leistungsniveaus einstellen? Wie ist es möglich, dass Lehrer trotz eines einheitlichen und verbindlichen Lehrplans inhaltliche und methodische Vorlieben entwickeln, die sich auf den Unterrichtserfolg jedes einzelnen Schülers mitunter dramatisch auswirken?

Es lohnt sich, die Schüler zu fragen, sich über Brainstorming und Concept-mapping an ihren Präkonzepten zu orientieren und sie fallweise in Aushandlungsprozesse mit einzubeziehen. Lehrer, welche sich vom Schüler für ihre eigene Meinungsbildung sinnvolle Inputs erwarten, rufen automatisch mehr auf, lassen Schüler ausreden und sind in der Klasse aufmerksamer, nehmen mehr Feedbacksignale auf und sind selbstkritischer. Solche Lehrer können ihre Schüler/innen „lesen"! Gleichzeitig stellen sie eher die Methodik ein, die den Schüler mehr und vielfältiger „zum Zug kommen" lässt, damit die Schule nicht nur „gut für die Guten und schlecht für die Schlechten ist" (Eder & Bergmann, 2004, 429).

Daneben ist zu bedenken, dass reflexive Kritik der Schüler am Unterricht, positive wie negative, einer kostenlosen Unterrichtsberatung gleichkommt und schon aus diesem Grund als erstrebenswert zu gelten hat. In solchem Kontext darf auch nicht übersehen werden, dass all diese Schülerorientierungen im Denken und Handeln des Lehrers etwa auch hinsichtlich Drogen und Gewalt präventiven Charakter besitzen[9]. Insgesamt sollten das eigene Professionsprofil und die beruflichen Gepflogenheiten (Scripts) immer wieder mit dem metakognitiven Blick auf die Gedächtnisprotokolle unseres vergangenen Tuns („Reflexion") überprüft werden.

Wie definieren wir uns als Chemiedidaktiker und Chemielehrer?

Wissen Didaktiker und Lehrer von ihren gegenseitigen Abhängigkeiten, von den Verpflichtungen, die beide in ihrem Zusammenwirken gegenüber der Weiterentwicklung des Chemieunterrichts von Berufs wegen eingegangen sind? Suchen und nutzen sie die Chancen, die sie haben um sich gegenseitig zu helfen und den anvertrauten Schülern einen optimalen Weg in das Fach, durch das Fach und auch wieder aus der Chemie hinaus (!) zu ermöglichen? Sind sie sich der politischen Verantwortung bewusst, auf deren Grundlage sie zur Reflexion, Kritik und Mitwirkung bei den erforderlichen Veränderungen der Rahmenbedingungen verpflichtet sind, die sie über ihre Kompetenz sozusagen „zum Ende der Fahnenstange" macht? Chemielehrer sind Lehrer mit einem fachlichen Erziehungsauftrag. Er äußert sich in fachdidaktischen (lehrorientierten) und fachmathetischen (lernorientierten) Qualitäten. Ihre suboptimale Ausprägung beschert uns immer noch zu viele Defizite:

- Feedback aus der Klasse nur über Steuergruppen (Selektive Wahrnehmung),
- Kommunikationshürden innerhalb der „Teacher-Community",
- Nichttrennen von Lern- und Leistungssituationen,
- fehlende Zielformulierung, eingeschränkte Objektivierung und Evaluation,
- reduzierte „quasi-experimentelle Einstellung zum eigenen Unterricht",
- frustrationssensible Visionen,
- geringe Innovationskenntnis,
- fehlende Kriterien zur Weiterentwicklung von Stundenkonzeptionen und -analysen

Ursache für die Optimierungsresistenz so mancher Routinen sind vielfach die „Scripts" oder auch „beliefs". Wie sieht man sich als Lehrer und wie positioniert man sich im sozialen Gefüge der beruflichen Umwelt. Wie sehen das „Selbstwirksamkeitskonzept", das „Kompetenzkonzept" aus? Auf welche Weise kann „Kompetenzzuwachs" registriert werden? Aber deutlicher als bisher muss man nach den Vorstel lungen fragen, die Lehrer darüber haben, was Schüler mit dem im Unterricht Erarbeiteten anfangen können. Dahinter verbirgt sich die Auseinandersetzung mit Arbeitszielen von Lehrer und Schüler. Erfahrungsgemäß fällt dem Lehrer nichts schwerer als eine operationalisierte Formulierung von Stundenzielen. … Und nichts ist wichtiger!

Und welche Bedeutung hat der Fachdidaktiker für den Lehrer? Es ist nicht von der Hand zu weisen, dass die Mehrzahl der Lehrer der Fachdidaktik skeptisch gegenübersteht! Er ist nicht der bessere Lehrer! Sein Anliegen ist die Modellierung von Unterricht und die Erforschung von Einzeleffekten sowie Regelhaftigkeiten bei der Anwendung ausgewählter und Erfolg versprechender bzw. missglückter Unterrichtskonzepte und Lehr-Lernmittel. Solche Modelle bilden die **gemeinsame Schnittmenge** im Austausch zwischen theoriegeleiteter schulischer Praxis und einer didaktischen wie mathetischen [10] Theorie, welche stets durch die Praxis kontrolliert werden muss. Lehrer und Fachdidaktiker bilden demnach eine äußerst bedeutsame Zweckgemeinschaft.

Welche Chancen müssen jetzt genutzt werden? Verfolgen wir die richtigen Visionen?

Die Kenntnisse über das, was guten Unterricht (Meyer, 2004) und gute Lehrer (Weinert, 1996; Schwarz & Prange, 1997) ausmacht, sind zwar immer noch nicht lückenlos, werden es wohl auch niemals sein; sie sind aber dichter und widerspruchsärmer als bisher. Das genaue Hinsehen und die genauen Analysen von Unterrichtssituationen hinsichtlich Inhalt, Methodenwahl, Schüler- und Lehrerverhalten lassen auch und besonders im Fach Chemie einzelne Punkte als vorrangig berücksichtigenswert erscheinen.

[9] Vgl. Anton, M. A.: „Euphorie-Modell"; Vortragsmanuskript zu mehr als 20 Vorträgen zur „Drogenerziehung und Suchtprävention" an Universität, Schulen und in Vereinen (beim Verfasser erhältlich)

Sie wurden auch in einem Papier zum Beginn des IMST3-Projekts in Form so genannter „Entwicklungsrichtungen" formuliert [11]:

- Mehr Verstehen und Sinn,
- Alltagsbezug und Gesellschaftsrelevanz,
- Selbstständigkeit und Mitverantwortung,
- Vielfalt an Sozialformen und Vernetzung,
- Neugier und Forschergeist ...
  auch beim Lehrer bzgl. seines Unterrichts!,
- anspruchsvolle Fähigkeiten und Kompetenzen,
- gezielter Einsatz neuer Medien und Technologien,
- Gewissheit über den Lernertrag und Nutzen von Fehlern als Lernchance (Weinert, 2001),
- Evaluation und Reflexion (Helmke, 2004; Altrichter & Posch, 1998) und
- verstärkt Lernen lernen (Chott, 2001)

Natürlich können diese Ziele auf alle Unterrichtsfächer angewendet werden, allerdings sind nicht alle Disziplinen von ihrer fachimmanenten Ausrichtung her so prädestiniert, innovative Erfolgsbeispiele zu liefern wie unsere Chemie.

Es bleibt die Frage: Wie können gute Entwicklungen entdeckt oder in Gang gesetzt werden? Antwort: Sie sind schon in Gang. Es gibt viele Lehrer, die ihr bisheriges Tun in den aktuellen Forderungen nur bestätigt sehen. Und es gibt Lehrer, die sich mit solchen Argumenten angespornt fühlen, ihren Unterricht weiter zu entwickeln. Ihnen sei empfohlen, mit der Veränderung von gut kontrollierbaren Einzelaspekten zu beginnen und nichts über das Knie zu brechen. Beide Gruppen müssen gefördert und ihre Arbeit muss öffentlicher als bisher werden. Sie müssen Anerkennung und Verantwortlichkeit der Besseren für die Guten übernehmen und sie müssen ihre Arbeit multiplizieren können [12].

Nur in einem solchen Zusammenspiel zwischen Bottom-up- und Top-down-Vorgehensweise hat die Fortentwicklung des guten Chemieunterrichts und die Implementation von Innovationen zu jeder Zeit eine echte Chance um die Bildungsstandards auf Schulebene einzulösen. Und wie immer liegt es an jedem einzelnen (Chemie-)Lehrer und seiner „Effektanzmotivation" (Voß, 2004), ob, wann und wie sie genutzt wird. Die Wahrscheinlichkeit für eine solche Initiative steigt in dem Maße, in dem der Lehramtsstudierende so behandelt wird, wie er als Lehrer seine Schüler einmal behandeln sollte!

[10] Mathetik (Lehre vom Lernen) von „mathein" (grch.) = etwas lernen

[11] Diese Entwicklungsrichtungen entsprechen auch den 10 Thesen von Prof. Dr. F. E. Weinert zu den „Ansprüchen an das Lernen in der heutigen Zeit": http://blk.mat.uni-bayreuth.de/blk/blk/material/weinert/index.html

[12] Vgl. Anton, M. A.: „Die Guten brauchen die Besseren!"; Vortragsmanuskript, Universität Köln 16.7.2004 (beim Verfasser erhältlich)

Literatur

Anton, M. A. (1998). *Die didaktische und die Kontaktvariation im Chemie-Unterricht – Chancen zur Verbesserung seiner Qualität.* Frankfurt: P. Lang.

Anton, M. A. (1999). Vom Sinn und Unsinn der Experimente im Chemieunterricht. In E. Sumfleth, (Hrsg.), *Chemiedidaktik im Wandel – Gedanken zu einem neuen Chemieunterricht.* Münster: Lit.

Anton, M. A. (2003). Mit chemischen Inhalten zu überfachlichen Zielen. *Praxis der Naturwissenschaften – Chemie in der Schule 52* (3), 34-38 und *Chemie u. Schule* 18 (1), 7-10.

Anton, M. A. (2000). Experimenteinsatz – Ausweg aus einem Dilemma oder bloße „Lernstörung"? *Chemie in der Schule 47* (1), 48-51.

Anton, M. A. (2003). Erziehen und Sich-bilden – Lehren und Lernen – Didaktik und Mathetik. *Lernwelten 5* (2), 73-76.

Becker, H.-J. & Jüngel, G. (1982). *Schülereinstellungen und –leistungen im Unterrichtsfach Chemie.* Königstein: Scriptor.

Becker, H.-J. & Spaniol-Adams, S. (2003). Chemielehrerkompetenzen. *PdN-ChiS 52* (1), 25-30.

Chott, P. O. (2001). *Lernen lernen–Lernen lehren.* Weiden: Schuch.

Christen, H. R. (1990). *Chemieunterricht – Eine praxisorientierte Didaktik.* Basel: Birkhäuser.

Duit, R. & Rhöneck, Chr. (Hrsg.). (2000). *Ergebnisse fachdidaktischer und psychologischer Lehr-Lern-Forschung.* Kiel: IPN.

Eder, F. & Bergmann, Ch. (2004). Der Einfluss von Interessen auf die Lehrer-Wahrnehmung von Schülerinnen und Schülern. *Empirische Pädagogik 18* (4), 410-431.

Erikson, E. H. (1984). *Identität und Lebenszyklus.* Frankfurt: Suhrkamp.

Grygier, P. et al. (Hrsg.). (2004): *Über Naturwissenschaften lernen – Vermittlung von Wissenschaftsverständnis in der Grundschule.* Hohengehren: Schneider.

Häußler, P. et al. (1998). *Naturwissenschaftsdidaktische Forschung – Perspektiven für die Praxis.* Kiel, IPN.

Helmke, A. (2004). *Unterrichtsqualität.* Seelze: Kallmeyer.

Heumann-Rupprecht, D. (2004). *Entdeckendes Lernen durch Experimentieren in Chemie.* München: Ludwig-Maximilians-Universität. Diss.

Hößle, C. et al. (Hrsg.). (2004): *Lehren und lernen über die Natur der Naturwissenschaften.* Hohengehren: Schneider.

Irmer, E. (2005). Chemie im Kindergarten Mut zum Experiment. *PdN-ChiS 54* (1), 11-14.

Kaufmann, H. (2000). *Chemieunterricht und das Problem der antagonistischen Sicht von „Natur" und „Chemie".* Münster: Lit.

Krajcik et al. (1999). Teaching children science: A project-based approach. Boston: McGraw-Hill.

Kuhrke, R. (1990). Jungenchemie – Mädchenchemie? In Bildungsministerium Schleswig-Holstein. *Koedukation und Naturwissenschaften.* Kiel, 81-96.

Jonas-Ahrend, G. (2003). *Physiklehrervorstellungen zum Experiment im Physikunterricht.* Berlin: Logos.

Lück, G. (2003). *Handbuch der naturwissenschaftlichen Bildung.* Freiburg: Herder.

Lück, G. (2005). Naturwissenschaften im Kindesalter –

Ein Hoffnungsschimmer. PdN-ChiS 54, (1), 7-10.
Mandl, H. (2004). Gestaltung problemorientierter Lernumgebungen. *Journal für Lehrerinnen- und Lehrerbildung 4* (3), 47-51.
Mandl, H.; Reinmann-Rothmeier, G. (1995). *Unterrichten und Lernumgebungen gestalten.* Forschungsbericht 60. LS f. Empir. Pädagogik und Päd. Psychologie. LMU München.
Martin, C. L. et al. (1990). The Development of Gender Stereotype Components. *Child development 61,* 1891-1904.
Meermann, H. (1987). Leistungszuwachs kein Garant für Lernfreude. *MPG-Spiegel* (1), 4-7.
Meyer, H. (2004). *Was ist guter Unterricht?* Berlin: Cornelsen.
Moser, H. (1975). *Aktionsforschung als kritische Theorie der Sozialforschung.* München: Kösel.
Neber, H. (1998). Elemente entdeckenden Lernens. *Zeitschrift für Heilpädagogik 14,* 59-65.
Neber, H. (2000). Nutzbares Wissen durch konditionalisierte und funktionalisierte technische Erklärungen. *Zeitschrift für Päd. Psychologie 142* (3), 124-136.
Neber, H. (2004). Entdeckendes Lernen. In Arnold et al.. *HB-Unterricht.*
Peterßen, H. W. (2000). *Kleines Methodenlexikon.* München: Oldenbourg.
Peterßen, H. W. (2003). *Lehreraufgabe Unterrichtsplanung.* München: Oldenbourg.
Pfeifer, P. et al. (Hrsg.). (2002). *Konkrete Fachdidaktik Chemie.* München: Oldenbourg.
Piaget, J. (1989). *Das Erwachen der Intelligenz im Kinde.* München: dtv.
Rieder, O. (1968). *Die Entwicklung des kindlichen Fragens.* München.
Schäfer, Th. Et al. (Hrsg.).(1996). *Typisch Junge? Typisch Mädchen?* ISB-München.
Schneider, W. (2003/2004). Der Einfluss von Begabung, Wissen und Motivation auf schulische und akademische Leistungsentwicklung. Teil 1: *Bayerische Schule* (11), 23-25; Teil 2: (1 / 2), 33-36.
Schwarz, B.& Prange, K. (Hrsg.). (1997). *Schlechte Lehrer/innen.* Weinheim: Beltz.
Seel, N. M. (2000). *Psychologie des Lernens.* München: Reinhardt.
Spitzer, M. (2002). *Lernen.* Berlin: Spektrum.
Sumfleth, E. et al. (2004). Kooperatives Arbeiten im Chemieunterricht. *Essener Unikate – Berichte aus Forschung und Lehre – Bildungswissenschaften 24*, 74-85.
Todt, E. (2000). Geschlechtsspezifische Interessen-Entwicklung und Möglichkeiten der Modifikation. *Empirische Pädagogik 14* (3), 215-254.
Vaupel, E. (2005). Ein Labor wie eine Puppenstube – Kurze Geschichte der chemischen Experimentierkästen. *PdN-ChiS 54* (1), 2-6.
Voß, H.-G. W. (2004). Der Mensch, das neugierige Wesen. *Forschung & Lehre 12*, 660-661.
Weinert, F. E. (Hrsg.). (2001). *Leistungsmessungen in Schulen.* Weinheim: Beltz.
Weinert, F. E. (1996). Der gute Lehrer: Person, Funktion oder Fiktion; Weinheim. In Leschinsky, A. (Hrsg.): *Die Institutionalisierung von Lehren und Lernen.*
Welzel, M. et al. (1998). Ziele, die Lehrende mit dem Experimentieren in der naturwissenschaftlichen Ausbildung verbinden – Ergebnisse einer europäischen Umfrage. ZfDN 4 (1), 29-44.
Wiater, W. (1999). *Vom Schüler aus unterrichten.* Donauwörth: Auer.
Wienekamp, H. (1990). *Mädchen im Chemieunterricht.* Oldenburg: Westarp.

GIREP 2006

Modeling in Physics and Physics Education

20. – 25. August 2006, Universität Amsterdam

Modellbildung in der Physik und im Physikunterricht sind zwei wichtige Bereiche, die in dieser Tagung dargestellt werden. So unverzichtbar Modellbildung in der physikalischen Praxis ist, so sehr wurde sie im Unterricht in der Vergangenheit vernachlässigt.

In dieser Tagung kommen Praktiker und Physikdidaktiker zusammen, um in Plenarvorträgen, Seminaren, Poster-Sitzungen und praktischen Vorführungen das Thema zu beleuchten.

Besonders eingeladen sind Lehrkräfte aus allen Schularten, es wird mit Unterstützung der niederländischen Lehrerschaft ein Tag ausschließlich der Schule gewidmet sein.

Die **GIREP**-Konferenz 2006 ist eine der wichtigsten internationalen Veranstaltungen zur Physikdidaktik.

Weitere Informationen unter http://www.girep2006.nl

Auf dem Weg zur Fachsprache

Neue Medien – neue methodische Konzepte – viele Überraschungen

Hildegard Urban-Woldron

Internationale Vergleichsstudien, wie TIMSS und PISA, zeigen, dass die naturwissenschaftlichen Leistungen der SchülerInnen in den einzelnen Ländern große Unterschiede aufweisen. Die Bildungs- und Lehraufgaben des Physikunterrichts sind in allen Ländern durch Lehrpläne festgelegt. In den österreichischen Lehrplänen finden sich u. a. folgende Aussagen:

- *„Der Physikunterricht soll zu übergeordneten Begriffen und allgemeinen Einsichten führen, die an Hand weiterer Beispiele auf konkrete Sachverhalte angewendet werden."*
- *„Ausgehend von fachspezifischen Aspekten wird die enge Verflechtung der Physik mit anderen Naturwissenschaften bearbeitet: Der Unterrichtsgegenstand trägt zu allen Bildungsbereichen bei und soll sich keinesfalls nur auf die Darstellung physikalischer Inhalte beschränken."*
- *„Anwendung einer altersadäquaten Fachsprache; präziser Sprachgebrauch bei Beobachtung, Beschreibung und Protokollierung physikalischer Vorgänge und Planung von Schülerexperimenten."* (Beitrag zum Aufgabenbereich Sprache und Kommunikation)

Der naturwissenschaftliche Unterricht soll also vor allem darauf abzielen, den SchülerInnen eine fundierte naturwissenschaftliche Grundbildung zu vermitteln. Es soll die Fähigkeit erworben werden, naturwissenschaftliches Wissen anzuwenden, naturwissenschaftliche Fragen zu erkennen und Schlussfolgerungen zu ziehen, um Entscheidungen zu verstehen und zu treffen, die die natürliche Welt und die durch menschliches Handeln an ihr vorgenommenen Veränderungen betreffen.

Physikunterricht muss daher Kommunikationsfähigkeit anstreben, damit seine Lernergebnisse in lebenspraktischen Zusammenhängen fruchtbar werden können (vgl. [3], S. 245). Schon Wagenschein setzt sich mit der Fachsprache des Physikunterrichts auseinander: *„Die Muttersprache ist die Sprache des Verstehens, die Fachsprache besiegelt das Ergebnis in einem letzten Arbeitsgang"* ([7], S. 122). Wagenschein sieht aber kommunikative Kompetenz, als Fähigkeit Physikalisches alltagssprachlich ausdrücken zu können, erst am Ende des Lernprozesses, sozusagen als Ergebnis eines linear aufsteigenden Weges von der Muttersprache bis zur Formelsprache, wo *„sich die physikalische Aussage sogar von der Sprache abschnürt und sich in mathematischen Symbolen verdichtet"*. Muckenfuß vertritt die Auffassung, dass „Fachsprache tendenziell nicht kommunikativ ist" ([39, S. 252) und erläutert die Interpretation der Physik im Hinblick auf ihre möglichen Aussagen zu einem konkreten bedeutungsgeladenen Zusammenhang: *„Physik soll außerhalb ihres Theorieraumes, also in lebenspraktischen Kontexten, in denen Physik für die Schüler und Schülerinnen kommunikativ, nutzbar und aufklärend wirken soll, zuallererst bedeutet werden, um sie einer individuellen Sinnkonstitution zugänglich zu machen"* ([3], S. 257).

Voraussetzung für den Aufbau eines tragfähigen Physikverständnisses ist ein hinreichender Erwerb von Lese- bzw. Sprachkompetenz in Verbindung mit einer korrekten Fachsprache, da Physik nicht im Einsetzen unverständlicher Zahlenwerte in noch unverständlichere Formeln besteht. Um physikalische Probleme lösen zu können, muss vielmehr zuerst über das Lesen die inhaltliche Problematik erkannt werden. Ohne ein sprachliches Verstehen wird eine korrekte Antwort oder Lösung unmöglich. Wie jede Wissenschaft ist auch die Physik voller Fachbegriffe.

Leisen (vgl. [2]) vertritt die Auffassung, dass der Physikunterricht gerade soviel Fachsprache braucht, wie dem Physiklernen zuträglich ist. Er sieht den didaktischen Ort der Fachsprache weder als Anfang noch als Ende des Physiklernens, sondern überall, wo sich Fachsprache aufdrängt und wo ein Mehrgewinn an Erkenntnis und Präzision entsteht. Kircher (vgl. [1], S. 125) zitiert in seinem Artikel „Warum ist Physiklernen schwierig?" eine Studie von Brämer/Clemens, wo Physik sarkastisch als Fremdsprache bezeichnet wird, da pro Unterrichtsstunde 6-7 neue Vokabeln eingeführt, mehr als im bundesdeutschen Fremdsprachenunterricht.

Auf dem Weg zur didaktischen Konzeption

Verstehen von Physik ist immer auch Verstehen beziehungsweise Bilden der physikalischen Begriffe und so ist die schulische Vermittlung von Physik immer untrennbar mit dem Lernen von Begriffswörtern verbunden. Sowohl

Mag. Dr. Hildegard Urban-Woldron, MSc, MAS,
eMail: hildegard.urban@phedw.at
Unterrichtstätigkeit an einem Gymnasium und an der Pädagogischen Akademie der ED Wien in der Lehreraus- und -fortbildung
Arbeitsschwerpunkte: Lehren und Lernen mit Neuen Medien, Begabtenförderung, Mitarbeiterin beim MNI-Fonds im Schwerpunkt Grundbildung und Standards.

bei meiner Arbeit in der LehrerInnenbildung als auch bei meiner eigenen Unterrichtstätigkeit stehen die sprachlichen Aspekte des naturwissenschaftlichen Unterrichts, die zur Vermittlung einer fundierten physikalischen Grundbildung notwendig sind, neben der Auseinandersetzung mit dem Lehren und Lernen mit neuen Medien im Mittelpunkt meines didaktischen Interesses.

SchülerInnen sollen nach meiner Einschätzung lernen Alltagssprache und Fachsprache voneinander abzugrenzen, und sie sollen erfahren, dass eine Fachsprache nicht einfach eine präzisierte Umgangssprache ist. Viele der physikalischen Begriffswörter finden sich auch in der Alltagssprache und täuschen somit eine leichte Verständlichkeit der Fachsprache vor. So beinhaltet der Alltagsbegriff „Geschwindigkeit" zwar den Aspekt „Tempo" bzw.„Schnelligkeit", jedoch kommen alle anderen physikalischen Bedeutungsfelder (Richtung, Vorzeichen, Bezugssystem) darin nicht vor.

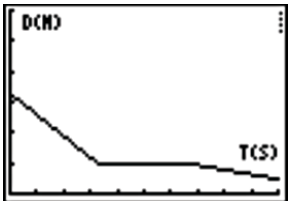
Muckenfuß zeigt bei der Didaktik des Geschwindigkeitsbegriffes (vgl. [3], S. 258), wie die physikalische Vektorgröße, die im Theorieraum als Differentialquotient

$$\frac{ds}{dt} = \dot{s}$$

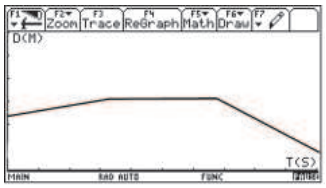
in zahlreichen Formeln vorkommt, erst in dem Augenblick eine Bedeutungszuweisung erfährt, sobald sie in lebenspraktischen Zusammenhängen angewendet wird. Fasziniert durch die Arbeiten von Ruf und Gallin (vgl. [4] und [5]) und aufbauend auf ein bereits in Oberstufenklassen durchgeführtes Experiment (vgl. [6]) wurde die im Anschluss beschriebene Unterrichtssequenz zu den Lehrplaninhalten Weg, Geschwindigkeit und gleichförmige Bewegung für den Einführungsunterricht Physik in einer 2. Klasse (6. Schulstufe) eines Gymnasiums konzipiert.

1. Das Experiment

Der CBR™ (Calculator – Based - Ranger) ist ein Bewegungsdetektor mit einem eingebauten Mikroprozessor, der einen Ultraschallimpuls aussendet, die Zeit misst, bis der Impuls nach Reflexion am nächstgelegenen Objekt wieder zurückkehrt und anhand der Schallgeschwindigkeit die Entfernung des Objekts vom CBR berechnet. Mit Hilfe eines grafischen Rechners können ohne aufwendige Messungen und manuelles Auftragen Bewegungsdaten gesammelt und die funktionalen Zusammenhänge zwischen Weg, Geschwindigkeit und Zeit an Realexperimenten erforscht werden.



Die SchülerInnen hatten vor dieser Unterrichtsstunde noch keinen Kontakt mit einem Diagramm. In einem ersten Zugang wurden von mir spezielle und möglichst einfache Bewegungen, die ich mit dem CBR, das auf eine Wand gerichtet war, ausführte, aufgezeichnet und gemeinsam analysiert. Der Begriff Geschwindigkeit wurde bewusst nicht eingeführt.

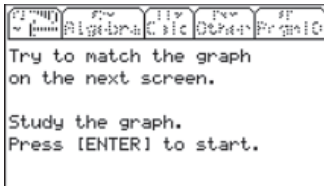


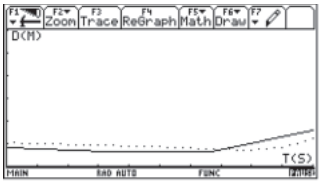
Die Aufmerksamkeit der Schüler wurde bei der Betrachtung des Diagramms zuerst auf die Beschriftung der Achsen beziehungsweise auf die Bedeutung der Unterteilungsstriche gelenkt. Die SchülerInnen hatten die Bewegung der Lehrerin beobachtet und konnten die drei Streckenabschnitte im Diagramm problemlos zuordnen.

Im nächsten Schritt wurde die Aufgabenstellung variiert – die Bewegung erfolgte nicht mehr nur in eine Richtung und es wurde das Diagramm vorerst nicht projiziert. Die SchülerInnen sollten mit eigenen Worten darstellen, wie das zur Bewegung der Lehrerin passende Diagramm aussehen wird. Einigen SchülerInnen gelang es, das Diagramm relativ genau zu beschreiben.

Probleme traten vor allem bei der Abschätzung der Zeitintervalle und bei der Bemessung der Abstände von der Wand auf. Es wurden weder ein Stoppuhr noch ein Metermaß verwendet.

Im nächsten Lernschritt sollten nun vorgegebene Bewegungsdiagramme „getroffen" werden. Dazu mussten die Diagramme zuerst analysiert und studiert werden – einzelne Schüler versuchten dann die auf der Leinwand dargestellte Bewegung „nachzugehen". Wie gut ihnen das gelungen ist, konnten sie sofort selbst feststellen und sofort einen weiteren Versuch starten.



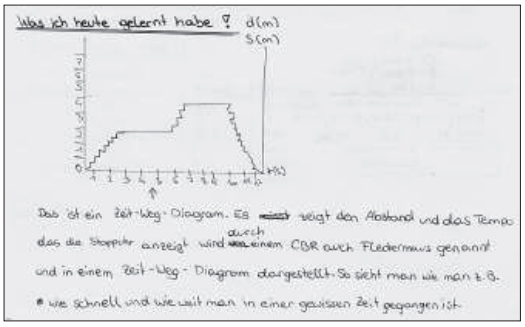


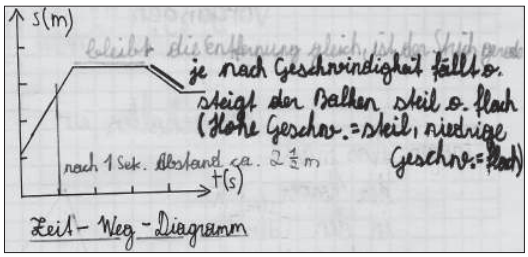
2. „Was ich heute gelernt habe!"

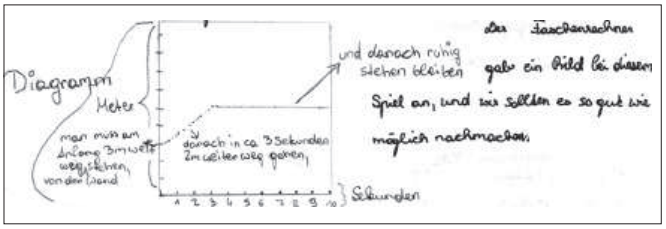
Ich wollte nach einer Idee zweier Kollegen aus der Schweiz eine neue methodische Auf- und Nachbereitung des Experimentes durchführen und selbst im Sinne eines didaktischen Experimentes neue Wege beschreiten. Die SchülerInnen sollten dieses Mal nicht die Formulierungen der Lehrerin, die von der Fachsprache dominiert sind, von der Tafel abschreiben, beziehungsweise Arbeitsblätter oder Versuchstabellen ausfüllen, sondern wurden ohne große Vorbereitung dazu ermuntert, einen Tagebucheintrag zu verfassen. Sie sollten mit ihren eigenen Worten darstellen, wo sie sich auf ihrer Reise durch das neue Gebiet befinden und was sie schon herausgefunden haben, beziehungsweise was noch unklar ist.

3. Spuren der Wege der SchülerInnen in Tagebüchern

In jedem „Reise-Tagebuch" finden sich andere Wege, eine andere Sprache und zum Teil verschiedene Begrifflichkeiten. Einzelne SchülerInnen hatten auch das Bedürfnis „ihre" Lösungen den MitschülerInnen zu präsentieren. In der anschließenden Diskussion über die Lösungen konnten die SchülerInnen die verschiedenen Zugangsweisen reflektieren und ihre Methoden entsprechend korrigieren und anpassen. Die vielfältigen Begriffe wurden dann auch in der Diskussion in einer Fachsprache vereinheitlicht.







Rückblick und Ausblick

Als Lehrerin, die durch ihre Vorgehensweise doch stark vom herkömmlichen Unterrichtsbild abweicht und ein neues Gebiet erkundet, habe ich mir zur Gewohnheit gemacht, rückblickend die Unterrichtsversuche zu bewerten, die Methoden zu reflektieren und mir neue Ziele zu setzen.

- Durch diese neue Vorgehensweise wurde der Unterricht stark vom Sprechen zum Schreiben verlagert. Das Verfassen von Texten stand im Vordergrund.

- Alle SchülerInnen waren gefordert, ihre Formulierungen einzubringen.

- Ich schätze den verstärkten Einsatz der neuen Medien in dieser Lernsequenz, insbesondere zur Visualisierung der Messergebnisse, als besonders förderlich für den Lernprozess der SchülerInnen ein.

- Ein Nachhaltigkeitstest am Ende des Semesters zeigte, dass die vorgestellten Lerninhalte von den SchülerInnen stärker in ihre Wissensbasis eingebaut werden konnten als konventionell dargebotene Unterrichtsinhalte.

- Alle SchülerInnen haben sich mit dem Stoff beschäftigt, haben in diesem Sinne selbst Physik betrieben.

Abgesehen von der aktiven SchülerInnenbeteiligung war ich sehr beeindruckt von der Qualität der Lernergebnisse. Es war den meisten Schülerinnen nicht nur gelungen den Begriff Geschwindigkeit als Quotient von zurückgelegtem Weg und dafür benötigter Zeit zu erschließen, sondern auch die funktionalen Zusammenhänge im Zeit-Weg-Diagramm zu erfassen, ohne dass die SchülerInnen je vorher ein Diagramm verwendet hatten. SchülerInnen, die auf dieser Schulstufe erkennen und begreifen, dass die Größe der Geschwindigkeit sich in der Steigung des Zeit-Weg-Bildes wieder findet und dass die Geschwindigkeit offenbar eine Richtung haben muss, werden wahrscheinlich auf den höheren Schulstufen nicht nur den Schritt zu „Es-Punkt" (vgl. [3], S. 258) bewältigen, sondern die physikalische Fachsprache kommunikativ nutzen können. Überall dort wo sich im Verlauf des Unterrichts Fachsprache aufdrängt oder sich überhaupt aus SchülerInnenbeiträgen beziehungsweise SchülerInnentexten selbst ableitet, sehe ich im Sinne von Leisen (vgl. [2]) den passenden didaktischen Ort für ihren Einsatz.

Literatur

[1] Kircher, E. Warum ist Physiklernen schwierig? In: Schneider, W. B. (Hrsg.). (1993). *Wege in die Physikdiaktik*. Band 3. Rückblick und Perspektive. Palm&Enke: Erlangen

[2] Leisen, J. (2004). *Sprache und Physikunterricht*. Muss ich jetzt auch noch Sprache unterrichten? http://www.uni-koblenz.de/~odsleis/potsdam/sprache.pdf (8.12.2004)

[3] Muckenfuß, H. (1995). *Lernen in sinnstiftendem Kontext. Entwurf einer zeitgemäßen Didaktik des Physikunterrichts*. Cornelsen: Berlin

[4] Ruf, U; Gallin, P. (1998). *Dialogisches Lernen in Sprache und Mathematik*. Band 1. Austausch unter Ungleichen. Kallmeyersche Verlagsbuchhandlung: Seelze-Velber

[5] Ruf, U; Gallin, P. (1998). *Sprache und Mathematik in der Schule. Auf eigenen Wegen zur Fachkompetenz*. Kallmeyersche Verlagsbuchhandlung: Seelze-Velber

[6] Urban-Woldron, H. (2004). Diagramme verstehen lernen. In: *Naturwissenschaften im Unterricht Physik*. Heft 83. Kinematik. Verlag Friedrich Velber: Seelze

[7] Wagenschein, M. (1968). *Verstehen lehren. Genetisch - Sokratisch - Exemplarisch*. Beltz Verlag: Weinheim und Basel

PFL-NW – Was ist denn das?

Angela Schuster

„Pädagogik und Fachdidaktik für Lehrer/innen der Naturwissenschaften" (PFL-NW) wird als Hochschullehrgang vom Institut für Unterrichts- und Schulentwicklung der Universität Klagenfurt angeboten. Er richtet sich an alle Lehrerinnen und Lehrer, die Biologie, Chemie oder Physik ab der 5. Schulstufe unterrichten, die ihre Unterrichtspraxis überdenken und Neues ausprobieren wollen, die sich gezielt mit den Denkweisen der Schülerinnen und Schüler auseinandersetzen möchten, die Interesse an aktuellen didaktischen Fragen haben, denen der Austausch mit Kollegen und Kolleginnen wichtig ist, ... kurz gesagt an alle, die sich mit einer „Vitaminspritze" für ihren Beruf etwas Gutes tun wollen. Denn wer möchte nicht gerne seine persönlichen Stärken weiterentwickeln, fachliche und methodische Impulse bekommen und sich der Unterstützung einer kollegialen Gruppe „kritischer Freunde" sicher sein?

Der Lehrgang möchte:

- Kompetenzen der Lehrer/innen zur Vermittlung naturwissenschaftlicher Konzepte erweitern,
- neue fachdidaktische Erkenntnisse vermitteln und diskutieren,
- Reflexionsprozesse über Unterricht in den Fachern Biologie, Chemie, Physik anregen,
- konstruktivistisch orientiertes Lernen (vom Vorwissen ausgehend) fördern,
- gemeinsam mit Lehrer/innen und Wissenschaftler/innen Unterrichtsmodelle im eigenen Fach und fächerübergreifend entwickeln und erproben,
- den Lernertrag im Hinblick auf naturwissenschaftliche Bildungsziele evaluieren,
- die Rolle von Naturwissenschaft und Technik in der Gesellschaft analysieren,
- der Freude am Unterrichten neue Impulse geben,
- Weiterarbeit über den Lehrgang hinaus und die Professionalisierung des Lehrberufs insgesamt fördern.

Exkursion der PFL-NW Teilnehmer auf den Magdalensberg – Oktober 2004

Kontakt:
Mag. Angela Schuster, MAS
1070 Wien, Schottenfeldgasse 29, Zi. 308
Tel.: 01 / 522 4000 522, Mobil: 0664 / 432 69 34
Mail: angela.schuster@uni-klu.ac.at

Der vierte PFL-NW begann im Herbst 2003 und wurde am 4. November 2005 im Festsaal der Universität Klagenfurt mit der Verleihung der Zertifikate an die 24 Absolvent/innen abgeschlossen. Die Lehrer/innen aller Schultypen kamen aus ganz Österreich. Sie hatten im Laufe der vier Semester drei einwöchige Seminare in Badgastein, St. Georgen/Längsee und Gmunden absolviert und sich fünf Mal für eineinhalb Tage in Regionalgruppen an den Schulstandorten getroffen. Dazwischen hatten sie in ihren Schulen Aktionsforschungsvorhaben durchgeführt und in zwei schriftlichen Arbeiten dokumentiert.

Einige Aussagen der Teilnehmer/innen darüber, was sich für sie in den beiden Jahren verändert hat, seien hier wiedergegeben:

- „Ich bin sicherer in dem, was ich tue, und zufriedener mit dem, was ich tue."
- „Ich orientiere mich in meiner Arbeit stärker am Prozess der Lerngruppe und nicht nur am Stoff."
- Gewinn an Selbstbewusstsein, Sicherheit im Unterricht, verstärktes Hinterfragen des Unterrichts.
- „Der Lehrgang hat mir wieder neue Kraft für den Unterricht gegeben."
- „Auswirkung auf die Schüler, Wertschätzung und Nachhaltigkeit haben einen höheren Stellenwert bekommen."
- Höheres Selbstbewusstsein, mehr Energie für die Unterrichtsarbeit, verbesserte Reflexion des Unterrichts.
- Naturwissenschaften in einem größeren Kontext sehen.
- „Vertrauen in Fach- und Methodenkompetenz wurde gestärkt."
- „Ich habe die Freude am Lehrberuf zurückgewonnen, und er hat mich aus einem tiefen Loch herauskatapultiert!!!"

Klingt das nicht vielversprechend?

Nächster PFL-NW-Lehrgang ab Herbst 2006
Anmeldung: ab sofort bei Angela Schuster
angela.schuster@uni-klu.ac.at

Kosten:

- Teilnahmegebühr € 100,- pro Semester
- Fahrtkosten (Aufenthaltskosten werden bezahlt)

Das Team:

Mag. Dipl.-Ing. Hans Georg Doberer
Ao. Univ.-Prof. Dr. Walter Hödl (wissenschaftliche Leitung)
Ao. Univ. Prof. Dr. Leopold Mathelitsch
Mag. Angela Schuster, MAS (Projektleitung)
Mag. Dr. Helga Stadler

Beispiele von Studien

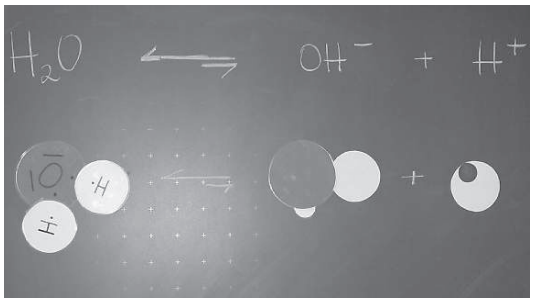
Chemie nimmt Farbe an

Motivations- und Verständnisgewinn durch zweidimensionale farbige Atommodelle

Johanna Jaksch

Ich wollte Schüler/innen visuelle Hilfen anbieten, welche

- die Aufnahme von Informationen im Chemieunterricht verbessern,
- die Interpretation komplexer Versuche erleichtern und
- das Verständnis für chemische Vorgänge vergrößern.



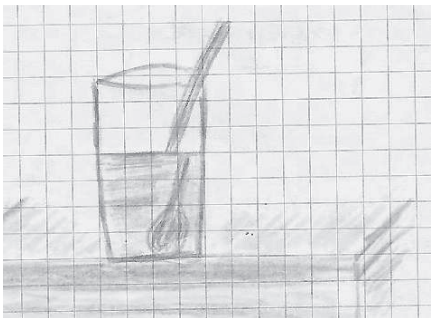
Dazu entwickelte ich einfache zweidimensionale farbige Atommodelle, die im Unterricht als Atom-, Ionen-, Kristall- und Molekülmodelle Einsatz finden. Ihr Einfluss und ihre Möglichkeiten auf das Verständnis der grauen Chemie-Theorie wurde in der vorliegenden Arbeit untersucht.
Meine positiven Erfahrungen und Rückmeldungen bestärken mich im Einsatz dieser Modelle und im Bestreben ihre Anwendungspalette auszuweiten.

Phänomene mit Licht und Wasser

Forschungstagebücher von Kindern

Gabriela Graninger-Pohle

Nach dem zweiten PFL-Seminar hatte ich die Idee, meine Schüler/innen Forschungstagebücher im Rahmen des Physikunterrichts schreiben zu lassen, um einen besseren Einblick in die Vorstellungswelt der Kinder zu gewinnen und um diese Vorstellungen in meinen Unterricht einzubauen und so den Kindern die Physik näher zu bringen. Mein persönliches Interesse gilt den Phänomenen, hier speziell den Phänomenen mit Licht und Wasser. Daher wollte ich herausfinden, welche Phänomene die Schüler/innen von selbst wahrnehmen und wie genau sie Beobachtetes beschreiben oder zeichnerisch wiedergeben können. Das Schreiben der Forschungstagebücher wurde positiv angenommen und erwies sich als schülerfreundliche Methode um Präkonzepte zu erfahren. Das Datenmaterial war gut verwertbar. In Hinblick auf meine Fragestellung hat sich ergeben, dass den Schüler/innen erstaunlich viele Phänomene aufgefallen sind und sie durch das genaue Beobachten bzw. das Dokumentieren des Beobachteten offener und für Neues sensibler wurden. Somit hat sich meine Hoffnung erfüllt, dass die Schüler/innen auf diese Weise über Selbstentdecktes staunen können, und so die Faszination spüren, die von den Phänomenen in der Natur ausgeht.



Portfolio im Biologieunterricht

Lust oder Frust?

Bettina Girschick

Der Einsatz der Portfoliomethode als alternative Form der Leistungsbeurteilung und als Lerninstrument wurde in der 11. Schulstufe AHS mit naturwissenschaftlichem Schwerpunkt im Vergleich zu Schularbeiten hinsichtlich Zeitaufwand, Benotung und Motivation evaluiert. Der Arbeitsprozess wurde von den Schülern und der Lehrerin dokumentiert und reflektiert, die Vor- und Nachteile gegenübergestellt und Möglichkeiten erhoben, diese Methode zu professionalisieren.

Die Schüler beurteilen die Portfolio-Methode trotz des sehr hohen Zeitaufwandes und des schwierigen Zeitmanagements als eine sinnvolle Arbeitsmethode, die Spaß macht und häufig ein Produkt erzeugt, auf das sie stolz sind. Auch als Beurteilungsmethode erachten sie ein Portfolio in Kombination mit einer Schularbeit als geeignet. Die Benotung des Portfolios fiel gegenüber der Schularbeit deutlich besser aus. Als weitere Vorteile der Portfolio-Methode im Vergleich zu einer Schularbeit sehen die Schüler die freie, interessensorientierte Themenwahl, die Möglichkeit des eigenständigen Arbeitens, der freien Zeiteinteilung und der Qualitätssteigerung durch regelmäßiges Einholen eines Feedbacks vom Lehrer an. Auch das Wegfallen des Lernstresses vor Schularbeiten spricht für ein Portfolio.

Die Anregungen zu Verbesserungen machen deutlich, dass gerade eine solche prozessorientierte Methode eine noch individuellere Betreuung durch den Lehrer erfordert. Gerade darin liegt aber die Chance, eine konstruktive Arbeitsbeziehung zwischen Lehrer und Schüler zu fördern und eine vertrauensvolle und positive Lernatmosphäre zu schaffen.

Migration und Physikunterricht

promise

promotion of migrants in science education

EU-Projekt PROMISE – Promotion of Migrants in Science Education

Die Zielgruppe des Unterrichts hat sich in den letzten Jahren in ihrer sprachlich-kulturellen Zusammensetzung vor allem in Großstädten stark geändert. Einzelne Schulen weisen einen Anteil von 90% an Schülern und Schülerinnen nicht deutscher Herkunftssprache auf. Die daraus resultierenden Schwierigkeiten reduzieren sich nicht auf den Sprachunterricht, auch im Fachunterricht sind die Lehrer und Lehrerinnen damit konfrontiert, dass sie fachliche Inhalte in einer Sprache und Kultur vermitteln sollen, die einem Teil der Schüler/innen fremd ist.

Ziele

- Professionalisierung und Unterrichtsentwicklung
- Förderung von Migrantinnen

Das EU Projekt PROMISE verfolgt das Ziel, junge Menschen mit Migrationshintergrund in ihrer naturwissenschaftlichen Bildung und in der Wahl naturwissenschaftlicher Berufe und Studien zu unterstützen und zu fördern. Dies soll einerseits erreicht werden durch eine professionelle Auseinandersetzung mit den spezifischen Problemen, die in multikulturell/ multilingualen Klassen auftreten und durch eine Sensibilisierung der Schulbehörden, andererseits durch ein an der Universität angesiedeltes Förderprogramm speziell für naturwissenschaftlich interessierte Schülerinnen der Oberstufe.

Partner

- Österreich
- Deutschland
- Türkei
- Bosnien-Herzegowina

European Training and Research Centre for Human Rights and Democracy Graz (Koordination) - Humboldt-Universität zu Berlin - Universität Wien - Yildiz Technical University of Istanbul - University of Sarajevo - Deutsche Gesamtmetall Arbeitgeberverband

Aktivitäten

- promise-LehrerInnenteam
- clubLise

Zum promise-Team gehören Lehrer/innen naturwissenschaftlicher Fächer (AHS, HS) sowie wissenschaftliche Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen aus Fachdidaktik und Bildungsforschung. Das Team trifft sich monatlich mit Ausnahme der Schulferien. Im Team werden Probleme der Lehrer/innen erhoben und diskutiert, die angesichts eines monolingualen Unterrichts in multilingualen/ multikulturellen Klassen auftauchen. Darauf aufbauend werden Lösungsmöglichkeiten und geeignete Unterrichtskonzepte entwickelt. Experten und Expertinnen der Sprachdidaktik und der interkulturellen Bildungsforschung unterstützen das Team.

clubLise

ist eine an der Universität angesiedelte Schülerinnengruppe. Club-Mitglieder sind naturwissenschaftlich interessierte Schülerinnen der 6.-8. Klassen, die über Migrationshintergrund verfügen. Der Club findet monatlich statt. Den Schülerinnen wird in Form von Praktika, Labor- und Vorlesungsbesuchen Einblick in naturwissenschaftliche Studien und Arbeitsbereiche gegeben. Die Schülerinnen werden von Studentinnen und wissenschaftlichen Mitarbeiterinnen betreut, die teilweise selbst über Migrationshintergrund verfügen. Die Schülerinnen werden jährlich zu einem clubLise International eingeladen, wo sich Mädchen aus allen vier am Projekt beteiligten Ländern treffen. Das erste dieser Treffen findet im Frühjahr 2006 statt.

promise-Teams und clubLise werden in allen Projektpartnerländern gegründet. Den Teams wird auf internationalen Teamtreffen Gelegenheit zum Austausch gegeben.

Informationen

zu promise und ein Anmeldeformular zum clubLise finden Sie auf:

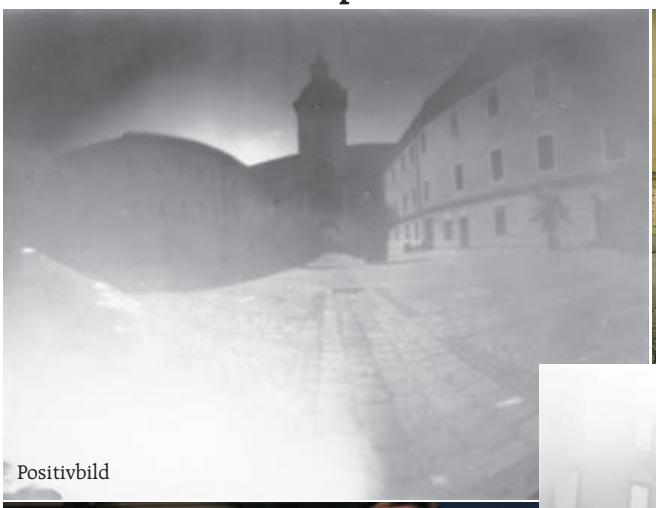
http://www.thp.univie.ac.at/promise/

Kontakt

Dr. Helga Stadler
Institut für Theoretische Physik
Universität Wien
1090 Wien, Boltzmanngasse 5
E-Mail: Helga.Stadler@univie.ac.at
Tel. (01)4277/51552

Fotowettbewerb 2005

1. Preis **Stiftsplatz Lambach – Lochkamera und Fotodokumentation**


Positivbild

Stiftsplatz Lambach

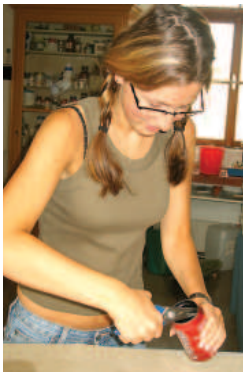
Negativbild

Mit ihrer eingehenden Dokumentation des Baus einer Lochkamera und den gelungenen Bildern erreichte Karin Helmberger den 1. Preis. MR Dr. Daniel Weselka (bm:bwk) übergab als Sachpreis des bm:vit einen Laptop.

Bau der Lochkamera

Karin Helmberger

HAK des Stiftes Lambach, Klosterplatz 1,
4650 Lambach, IIIA,
Betreuerin Mag. Kiniger Edith
helmberger.karin@gmx.at



Von einer leeren Getränkedose muss der Deckel abgetrennt werden. Die scharfen Spitzen werden mit einer Feile zurecht geschliffen. Dann nimmt man einen Deckel (z.B. von einem Schulmilchfläschchen) und klebt eine runde schwarze Kartonscheibe hinein. Sie dient zum Abdichten gegen das Licht. Anschließend wird die Dose sorgfältig mit schwarzem Lack innen besprüht. Für das Loch der Kamera sticht man mit einer Stecknadel in der Mitte durch. Zur Abdichtung des Lichtes wird ein Klebeband über das Loch und über den Deckel geklebt. Es ist zu empfehlen, mit geschlossenen Augen das Klebeband am Deckel ein paar Mal zu öffnen und zu schließen, weil in der Dunkelkammer alles schnell gehen muss. In der Dunkelkammer wird das Fotopapier in die Dose gegeben. (Achtung: Das Fotopapier muss mit der rauen Seite zur Dosenwand gegenüber vom Loch platziert werden.) Kamera dann mit dem Klebeband wieder abdichten. Die Kamera wird, auf das Motiv gerichtet, fix aufgestellt. Dann wird das Klebeband über dem Loch ganz kurz (ca. 1 Sekunde) auf und wieder zugemacht. In der Dunkelkammer wird das Bild zuerst in den Entwickler gegeben und dann in den Fixierer. Ein bisschen warten und fertig ist das Bild! Danach wandeln wir das Negativ in ein Positiv um. Das geschieht durch Auflegen des Photos auf ein unbenutztes Papier unter einer Glasplatte und kurzes Belichten. Anschließend muss dieses Bild natürlich auch entwickelt werden.

Als Motiv wählten wir den Hof unserer Stiftsschule, weil dort die Hell-Dunkelkontraste besonders deutlich sind.

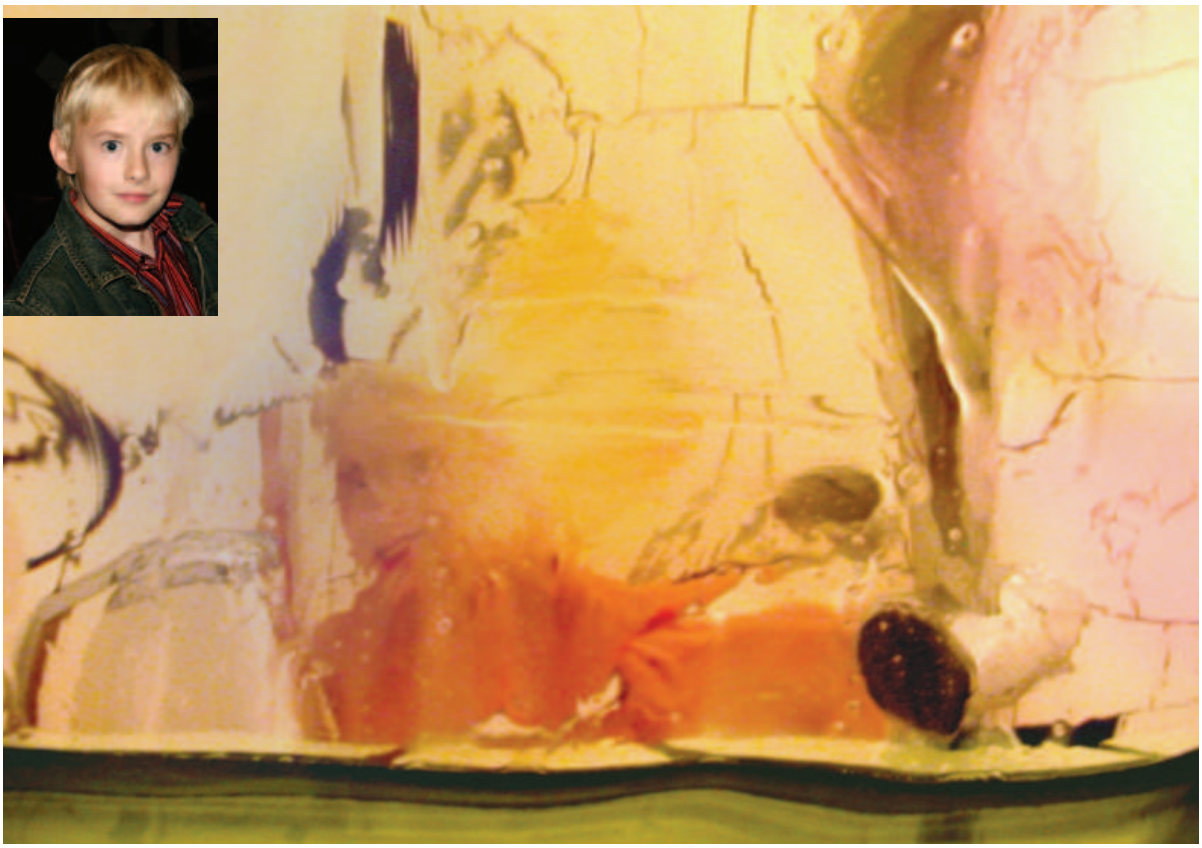
Beachtenswert ist:

- die verzerrte Darstellung durch das gerundete Photopapier
- die seitenverkehrte Darstellung beim Negativ und die wiederum seitenrichtige Darstellung beim Positiv

2. Platz Blitz und Regenbogen

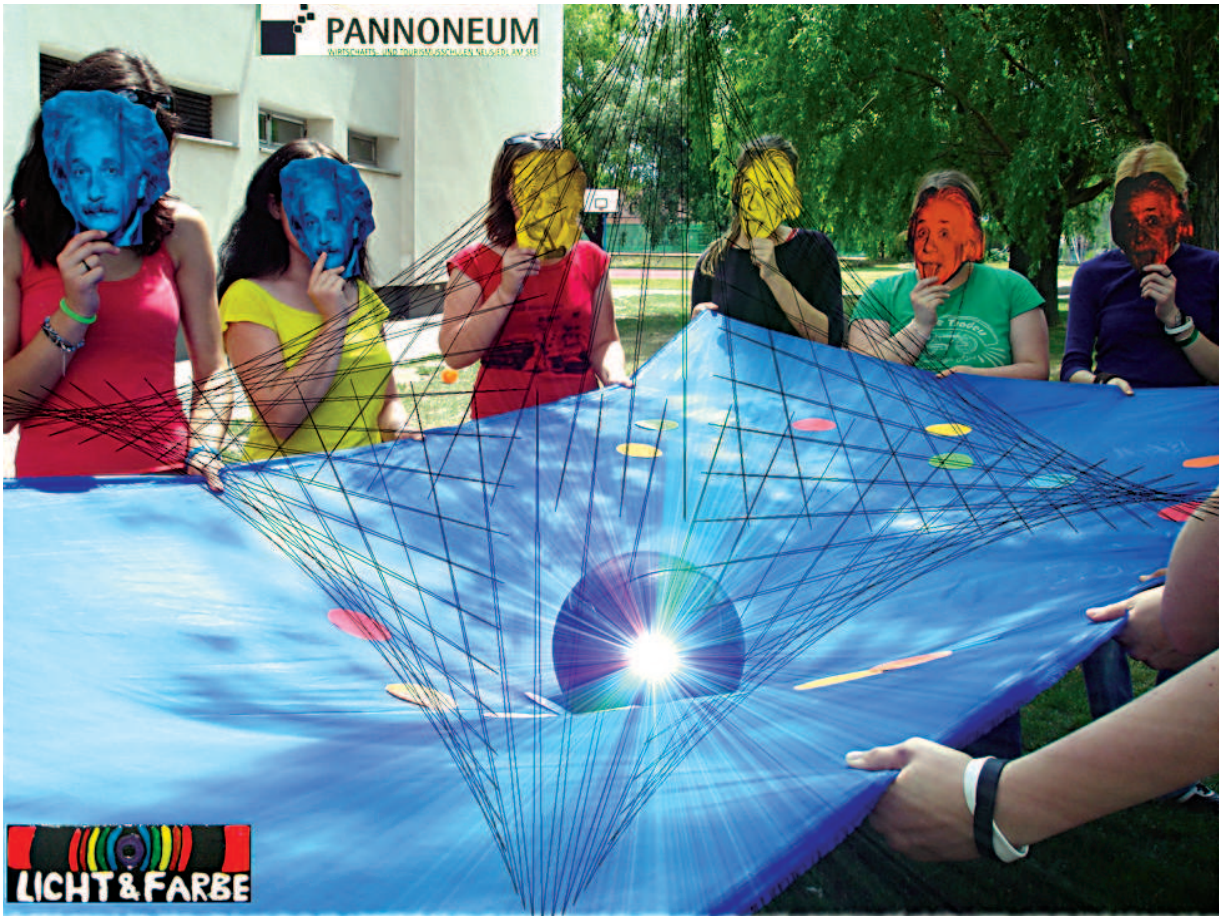
Susanne Neudeck (BORG Birkfeld): iPAQ; gespendet von HP

1. Platz Wassershow – Der Bruder hinter dem Duschvorhang



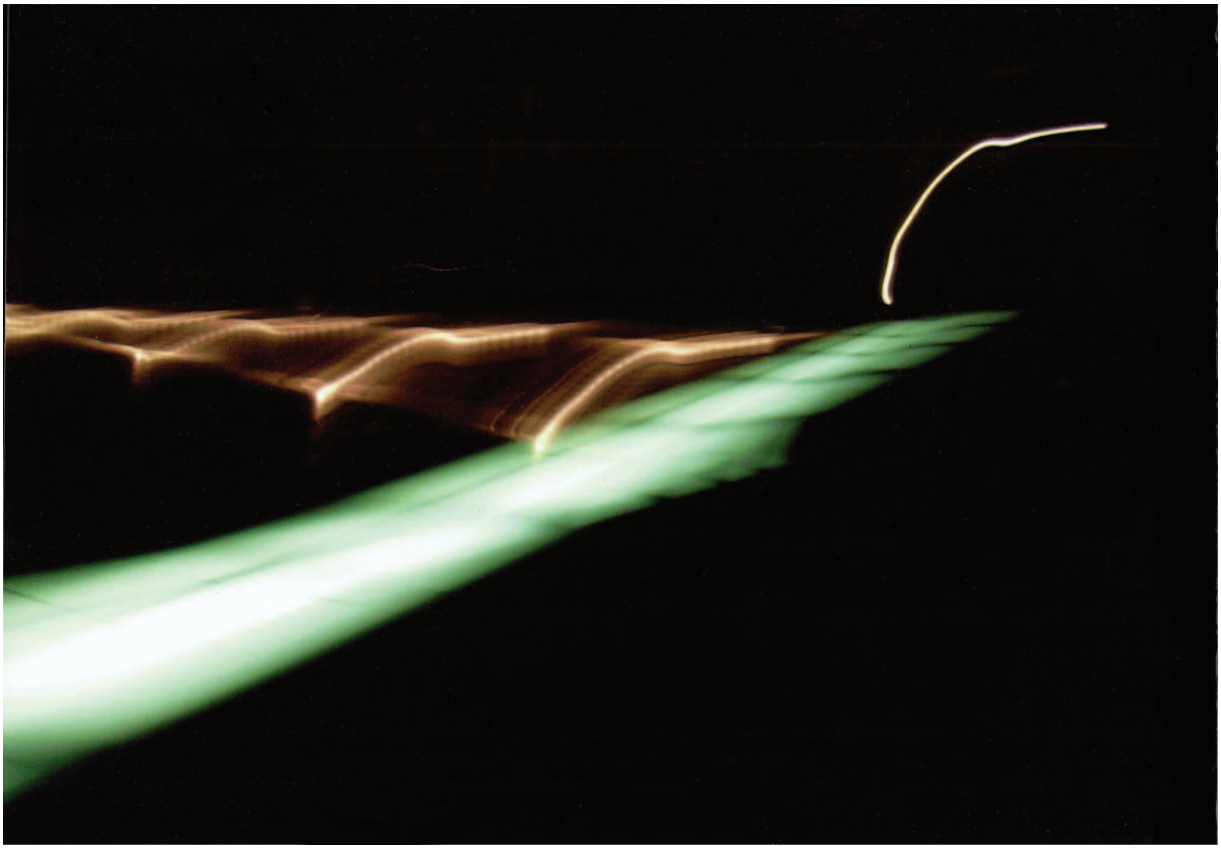
Julius Lugmayr, 1. Klasse, BRG Fadingerstraße Linz: Teleskop, gespendet von Fa. Conrad Elektronik

3. Platz Einstein-Impressionen – Licht und Gravitation



HBLA Neusiedl (Klasse Mag. Andrea Kiss): TI Experimentiersatz mit TI-Voyage 200; gespendet von Texas Instruments

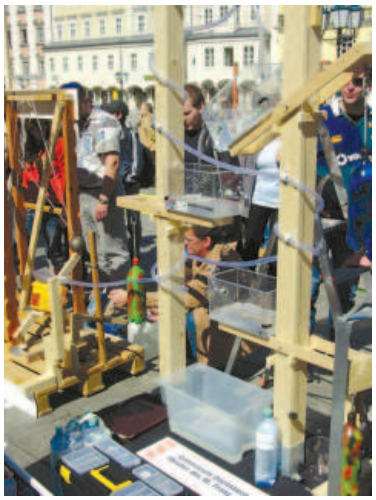
Licht-Impressionen



Magdalena Reitbauer (BORG Birkfeld): Albert Einstein – Ingenieur des Universums, Hundert Autoren für Einstein; gespendet von ÖPG FA LHS

Experimentale 2005 in Linz

Die längste Reaktionskette, die je gab



45 AHS in Oberösterreich waren dem Aufruf von LSI Mag. G. Vormayr gefolgt mit naturwissenschaftlichen Versuchsaufbauten über spezielle Schnittstellen miteinander verbunden eine Reaktionskette auszulösen. Das spektakuläre Ereignis fand nach einem halben Jahr intensiver Planungs- und Probenarbeit am 12. Mai 2005 auf dem Hauptplatz in Linz unter großer Publikumsbeteiligung statt. Nach dem Vorbild des Domino-Day wurde ein am Anfang bei der ersten Station gesetzter Impuls von Versuchsaufbau zu Versuchsaufbau auf physikalischem oder chemischem Wege weitergegeben. Als weithin sichtbarer Abschluss dieser einzigartigen 40 Minuten dauernden Reaktionskaskade wurden am Ende der Reaktionskette 90 Luftballons aus ihren Befestigungen befreit. Sie trugen Grußkarten von oberösterreichischen AHS.

Video: http://www.pi-linz.ac.at/Experimentale

Die Experimentale wurde am 13. 5. mit Vorträgen von A. Beutelspacher, E. P. Fischer und anderen sowie mit Bewerben der Lego League und Experimentaltheater fortgesetzt. Die Veranstaltung bildete den Auftakt zum regionalen Netzwerk, das vom LSR für OÖ und IMST3 gemeinsam getragen wird.

Albert Einstein – 100 Jahre

Walter Thirring – Begegnung mit Albert Einstein

Die Lehren der Berner Bären

Der Wiener Physiker Walter Thirring (geb. 1927), ist einer der letzten lebenden Forscher, die Einstein gekannt haben. Als junger Assistent traf er das Genie erstmals 1953 in Princeton. Thirring erinnert sich, dass sie nicht nur über Physik, sondern auch über den Bärengraben sprachen. Beide Forscher wirkten einst in Bern.

Wenn Walter Thirring lange vor dem Morgengrauen keinen Schlaf mehr findet, dann setzt er sich an seine Orgel und beginnt den Tag mit Musik. Denn eigentlich hätte der heute 78-Jährige nicht Physiker, sondern Musiker werden sollen. Doch das Schicksal hat es vor mehr als sechzig Jahren anders gewollt. Damals starb sein um drei Jahre älterer Bruder im Zweiten Weltkrieg an der Ostfront. Der angehende Naturwissenschaftler hatte seinen Tod vorausgesehen und dem Jüngeren aufgetragen, an seiner Stelle die wissenschaftliche Tradition der Familie fortzuführen.

In Einsteins Fußstapfen

Der damals 16-jährige Walter Thirring hatte ein stolzes Erbe anzutreten. Schließlich war sein Familienname bereits in die Geschichte der Physik eingegangen. Bereits im Jahr 1918 hatte sein Vater Hans in Anschluss an Albert Einsteins Relativitätstheorie die Behauptung aufgestellt, dass ein Körper in Rotation ein anderes Gravitationsfeld erzeugt als in Ruhe – dieser so genannte Lense-Thirring-Effekt wird dieser Tage gerade experimentell bestätigt.

1953 traf sein Sohn Walter das erste Mal mit Albert Einstein in dessen Exil in Princeton zusammen. Trotz seiner Jugend – Thirring junior war 26 Jahre alt – konnte er einen beeindruckenden Lebenslauf vorweisen: Das Studium der Physik, das er kriegsbedingt ohne Reifeprüfung begonnen hatte, schloss er 22-jährig mit Auszeichnung ab. Unmittelbar danach bekam er es mit gleich drei Physik-Nobelpreisträgern näher zu tun: Ab 1949 arbeitete er für je ein Jahr bei Erwin Schrödinger in Dublin, bei Werner Heisenberg in Göttingen und bei Wolfgang Pauli in Zürich. Nach einem weiteren Jahr als Assistent an der Universität Bern übersiedelte Thirring 1953 nach Princeton und lernte dort den um 48 Jahre älteren Albert Einstein kennen.

Aus der Rezension von „Kosmische Impressionen" in der Berner Zeitung vom 8. Juni 2005 von Klaus Taschwer, freier Wissenschaftsjournalist

Schöne Schweizer Jahre

„Unsere Bekanntschaft ist erstaunlich locker gewesen", erzählt Thirring, „obwohl es einen gewaltigen Unterschied zwischen uns beiden gab: Einstein war der größte Wissenschaftler der Zeit und ich ein kleiner Anfänger." Dennoch habe es keine Barriere bei den stundenlangen Gesprächen gegeben, die allesamt auf Deutsch stattfanden. „Die erste Begegnung war sogar recht lustig", erinnert sich der rüstige Emeritus, der 1959 Professor für theoretische Physik in Wien wurde - so wie sein Vater knapp vier Jahrzehnte zuvor.

Als Thirring Einstein erzählte, dass er gerade aus der Schweiz kam und seine Assistentenstelle in Bern erwähnte, gab es sofort einen Anknüpfungspunkt. „Einstein sagte, dass er dort in seiner Jugend sehr schöne Jahre verlebt und viel über Physik gelernt habe." Das habe ihn selbst sehr verwundert, so Thirring, „denn Einstein hatte als völliger Außenseiter niemanden von seinem Rang in der Nähe gehabt, von dem er etwas hätte lernen können".

Einsichten am Bärengraben

Seine Lehrmeister waren auch keine Menschen. „Einstein erzählte mir, dass er in Bern gerne in der Altstadt zum Bärengraben hinuntergegangen sei und beim Füttern zugeschaut habe. Dabei habe er beobachtet, dass die meisten Bären die Schnauze auf den Boden gerichtet hielten und nichts Besonderes fanden. Nur einige würden sich auf die Hinterbeine stellen, so einen besseren Überblick haben und damit auch die besseren Bissen kriegen. Das habe ihn an Physiker erinnert, die auch nur, über den Rechenzettel gebeugt, ein im Augenblick vorhandenes Problem sähen. Die wesentlichen Entdeckungen würden aber nur gemacht, wenn man die größeren Zusammenhänge überblicke."

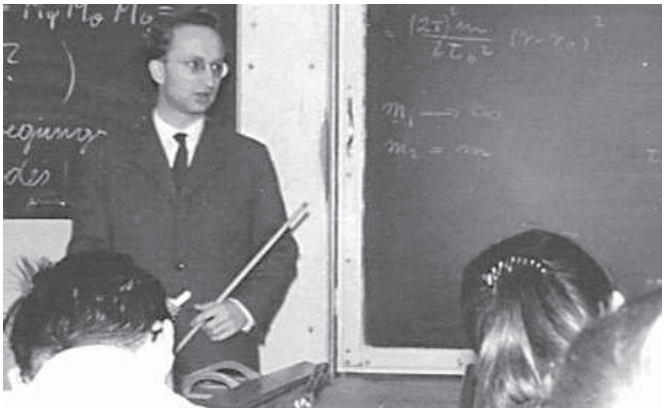
Walter Thirring kehrte nach seinem Aufenthalt in Princeton wieder nach Bern zurück, wo er zwei Jahre lang Dozent war und – nach Aufenthalten am Massachusetts Institute of Technology und in Seattle – 1959 Professor für Theoretische Physik an die Universität Wien berufen wurde.

Einsteins Sturheit

Damals in Princeton war Albert Einstein für den aufstrebenden Nachwuchswissenschaftler Thirring noch die letzte Instanz – auch wenn er mit Einstein „wissenschaftlich nicht übereinstimmen konnte", wie er erzählt. „Denn Einstein konnte die Konsequenzen der Quantentheorie nicht glauben.

Das hat ihn auch gar nicht interessiert." Warum Einstein in dieser Frage stur blieb, hat für Thirring einen einfachen Grund: „Man sagt immer, die Relativitätstheorie sei so etwas Revolutionäres. In Wahrheit ist es nur die konsequent zu Ende gedachte klassische Physik, an der nicht gerüttelt wird. Und da er damit so erfolgreich war, dachte er, dass das auch so bleiben muss."

Dennoch seien die zwei wissenschaftlichen „Privatissima" bei Einstein „recht anregend" gewesen. Beim einen Treffen unterbreitete ihm Thirring seine neuen Ideen zur Gravitationstheorie, beim anderen Treffen wollte er ihn von seinen Gedanken über ein spezielles Problem der Quantentheorie überzeugen. Beide Male blieb Einstein skeptisch.



Walter Thirring, ca. 1960, am Institut für theoretische Physik der Universität Wien

Außenseiter gegen Star

Doch zurück nach Princeton 1954 und zu den beiden wissenschaftlichen Diskussionen. Im Falle von Thirrings Ideen zur Gravitationstheorie war Einstein – kürzest gefasst – dagegen, dass der Nachwuchsforscher das Schwerefeld wie ein elektromagnetisches Feld behandelte. Der weitgehend unbekannte Außenseiter aus Wien veröffentlichte seine Ideen trotzdem und erhielt von keinen Geringeren als Werner Heisenberg, Paul Dirac und J. Robert Oppenheimer positive Reaktionen. Beim anderen, quantentheoretischen Problem, bei dem es um das Entstehen von Teilchen gleichsam aus dem Nichts ging, verzichtete Thirring auf die Publikation – wohl auch eingeschüchtert von Einsteins Vorbehalten. Jahre später gab er sie seinen Assistenten weiter, die darüber einen Artikel schrieben. Heute weiß man, dass Thirring damals in Princeton die heute berühmte Hawking-Strahlung voraus geahnt hat, also den Austritt von Teilchen aus den so genannten Schwarzen Löchern, die damals allerdings noch gar nicht bekannt waren.

Gespräche beim Tee

Neben den wissenschaftlichen Treffen zwischen Thirring und Einstein gab es aber auch noch zwei Einladungen zum Tee in Einsteins „Häuschen im Kolonialstil". Auch Thirrings Frau, die keine Wissenschaftlerin ist, war damals dabei „und wurde von Einstein genauso behandelt wie jeder andere. Er war intellektuell überhaupt nicht hochnäsig." Die beiden Gespräche drehten sich vor allem um die Politik, der in diesen letzten Jahren vor seinem Tod 1955 seine Leidenschaft gehörte. „Das fiel in die US-Kommunistenhetze in der McCarthy-Zeit", erinnert sich Thirring: „Da engagierte sich Einstein mit gutem Recht, weil das wirklich skandalös war. Das andere Thema war der Weltfrieden." Wozu es in Princeton leider nicht kam, war eine Begegnung der beiden Physiker auf dem Gebiet der Musik, sprich: ein Duo des Geigers Albert Einstein mit dem ausgezeichneten Pianisten, Organisten und Komponisten Walter Thirring, der bis heute sowohl als Wissenschaftler wie auch als Musiker aktiv ist. Weil er den wohl berühmtesten nicht professionellen Violinisten nie spielen hörte, will sich Thirring kein Urteil über dessen musikalische Fähigkeiten anmaßen. „Mein Kollege Leon van Hove jedoch, der damals in Princeton war, hat Einstein gehört. Und er sagte mir: „Du bist der bessere Musiker."

„Kosmische Impressionen" für Physik-Maturanten

Das Buch „Kosmische Impressionen – Gottes Spuren in den Naturgesetzen" (siehe Besprechung von A. Zeilinger in PLUS LUCIS 1/2004) stellt Walter Thirring's persönliches Dokument seines Bemühens um Erkenntnis dar. Das Anliegen von Professor Walter Thirring, Doyen der theoretischen Physik in Österreich, ist es, naturwissenschaftliche Erkenntnis und Religion zum Dialog zu führen.

Mit Unterstützung der Templeton Foundation, die den Großteil der Kosten übernahm, konnte den AHS das Angebot gemacht werden, ihren Physikmaturanten und –maturantinnen des Schuljahrs 2004/05 sowie den betreuenden Lehrkräften je ein Exemplar des Buches zu überreichen. Im Juni 2005 wurden auf Anforderung der Schulen rund 1300 Exemplare verschickt. Der Verein zur Förderung des physikalischen und chemischen Unterrichts fungiert dabei als Vertragspartner für die Templeton-Stiftung. Das Echo seitens der Schulen war hervorragend.

Zur Templeton-Stiftung: Der Finanzmagnat Sir John Templeton (geb. 1912) gründete 1972 die Stiftung. „The mission of the John Templeton Foundation is to pursue new insights at the boundary between theology and science through a rigorous, open-minded and empirically focused methodology, drawing together talented representatives from a wide spectrum of fields of expertise." Im Aufsichtsrat und im Beirat der Stiftung, die jährlich etwa 40 Mio US$ vergibt, befinden sich namhafte Wissenschafter.

Sonderangebot

Einige originalverpackte Exemplare „Kosmische Impressionen" können von Vereinsmitgliedern zum reduzierten Preis von EUR 12,50 (inkl. Versand) bezogen werden.
Bestellungen per Fax: (01) 4277 9515 oder
e-mail: vfpc@thp.univie.ac.at

Relativitätstheorie und Schwarze Löcher

Cornelia Faustmann

Im Weltjahr der Physik 2005 wird natürlich ein besonderes Interesse an Albert Einstein und seiner Relativitätstheorie geweckt. Diese Theorie spielt auch in der Physik der Schwarzen Löcher eine wesentliche Rolle. Einsteins bahnbrechende Entdeckungen bzw. die Auswirkungen seiner Theorie auf die Erklärung der Eigenschaften Schwarzer Löcher werden im Folgenden näher erläutert.

Die Veröffentlichung von Albert Einsteins Spezieller Relativitätstheorie im Jahre 1905 in der Zeitschrift „Annalen der Physik" leitete eine neue Epoche in der Physik ein. Die damaligen Vorstellungen von Raum und Zeit wurden dadurch grundlegend verändert. Da die Minkowski-Metrik nur in Intertialsystemen eine einfache Form hat, erweiterte Albert Einstein seine Theorie und präsentierte im Jahre 1915 die Allgemeine Relativitätstheorie. Der euklidische Raumbegriff wurde für beliebig gekrümmte Räume erweitert.

Die physikalische Raumzeit wird heute durch eine vierdimensionale, differenzierbare Mannigfaltigkeit und ein metrisches Tensorfeld, das eine Lorentz-Signatur aufweist, dargestellt. Der Prototyp der Lorentz-Signatur ist die Minkowski-Metrik der Relativitätstheorie:

$$ds^2 = -dt^2 + dx^2 + dy^2 + dz^2.$$

Die Kernaussage der Allgemeinen Relativitätstheorie liegt in den Einstein'schen Feldgleichungen, welche die Geometrie der vierdimensionalen Raumzeit, beschrieben durch Riemann'sche Räume, mit dem Energieinhalt dieser Raumzeit über ein System von zehn unabhängigen, nichtlinearen, gekoppelten, partiellen Differentialgleichungen in Beziehung setzen.

Bevor die Anwendung der Relativitätstheorie auf Schwarze Löcher näher erläutert wird, folgt zum besseren Verständnis eine Erklärung der Entstehung dieser Phänomene. Neben Weißen Zwergen und Neutronensternen zählen auch Schwarze Löcher zu den Endstadien von Sternen: Wenn ein Stern mit einer größeren Masse als 10 Sonnenmassen kollabiert, so kann der Druck der Neutronen der Gravitation nicht mehr das Gleichgewicht halten und der Kollaps des Sterns wird nicht mehr aufgehalten. Ein Schwarzes Loch entsteht. Der Stern fällt immer weiter in sich zusammen, bis er fast punktförmig wird. Die Fluchtgeschwindigkeit steigt stark an, und erreicht schließlich die Lichtgeschwindigkeit.

Die Fachbereichtsarbeit von Cornelia Faustmann (BG Zehnergasse Wr. Neustadt) wurde 2004 von der ÖPG ausgezeichnet. Cornelia Faustmann studiert nun Astronomie.

Die Fluchtgeschwindigkeit wird aus der kinetischen Energie und der Fluchtenergie berechnet. Da diese Energien gleich sein müssen, gilt folgende Gleichung:

$$\frac{m v^2}{2} = \frac{GMm}{R} \text{ bzw. } v = \sqrt{\frac{2GM}{R}}.$$

Beim Erreichen der Lichtgeschwindigkeit c erhält man den Schwarzschild-Radius, der nach dem deutschen Astronomen Karl Schwarzschild benannt wurde und die Grenze angibt, ab welcher kein Licht mehr entweichen kann:

$$R = \frac{2GM}{c^2}.$$

Mittels der Feldgleichungen der Allgemeinen Relativitätstheorie können die Eigenschaften Schwarzer Löcher besonders gut beschrieben werden.

Abbi. 1: Die Darstellung eines Schwarzen Loches.

Die erste und einfachste analytische Lösung der Feldgleichungen wurde bereits ein Jahr nach deren Aufstellung von Karl Schwarzschild im Jahre 1916 gefunden. Sie gilt für den Außenraum einer sphärischen und statischen Ladungsverteilung - die zugehörige Metrik heißt nach ihrem Entdecker Schwarzschild-Metrik.

In Kugelkoordinaten (t, R, θ, φ) lautet sie:

$$ds^2 = -\left(1 - \frac{2M}{R}\right) dt^2 + \left(1 - \frac{2M}{R}\right)^{-1} dR^2 + R^2\, d\theta^2 + \sin^2\theta\, d\varphi^2.$$

Schwarzschilds Lösung enthält die Beschreibung der Auswirkung eines Gravitationsfelds auf Raum und Zeit in der Umgebung einer kugelförmigen Massenkonzentration. Erst

später wurde erkannt, dass die Schwarzschild-Lösung auch auf Schwarze Löcher anwendbar ist.

Entgegen der Skepsis vieler früherer Physiker, unter ihnen auch Einstein, ist heute bekannt, dass jedes hinreichend schwere, nicht rotierende Objekt zu einem vollkommen kugelförmigen Schwarzen Loch vom Schwarzschild-Typ zusammenstürzen muss.

Im Zentrum eines „Schwarzschild-Lochs" (R=0) wird in jedem Koordinatensystem die Krümmung unendlich groß - dieses Phänomen wird als Singularität bezeichnet. Bei der exakten mathematischen Definition der Singularität gelangt man daher zu einem Problem. Es müssen die entsprechenden Punkte aus der Mannigfaltigkeit entfernt werden, außerdem kann der Begriff des „Ortes einer Singularität" nicht auf einfache Weise definiert werden.

Eine Fortsetzung der Schwarzschild-Lösung für einen kleinen Radius, der dem Inneren eines Sternes entspricht, wurde im Jahre 1939 von Robert Oppenheimer ausgeführt, woraus sich schließlich die relativistische Gleichung für den Gravitationsdruck, die so genannte Oppenheimer-Volkoff-Gleichung, ergab:

$$\frac{dP}{dR} = -\frac{GM\rho}{R^2}\left(1+\frac{P}{\rho c^2}\right)\left(1+\frac{4\pi R^2 P}{Mc^2}\right)\left(1-\frac{2GM}{Rc^2}\right)^{-1}.$$

Der neuseeländische Mathematiker Roy Kerr fand 1963 Lösungen der Einstein'schen Gleichungen, mit denen rotierende Gasmassen beschrieben werden können. Seine Lösungen eignen sich zur Beschreibung aller Schwarzen Löcher.

Die Anwendung der Kerr'schen Lösungen auf die Schwarzen Löcher wurde unter dem „Keine-Haare-Theorem" bekannt. Dieses Theorem ist von großem Wert für die Praxis, da es die Zahl möglicher Arten von Schwarzen Löchern erheblich einschränkt. Es besagt, dass bei der Entstehung eines Schwarzen Lochs im Zuge des Gravitationskollapses eine beträchtliche Menge an Information verloren geht. Da sich danach nur noch dessen Masse, elektrische Ladung und Rotationsgeschwindigkeit bestimmen lassen, weiß man nicht, ob der kollabierte Körper aus Materie oder Antimaterie bestand.

Das Ergebnis der Untersuchungen, die Stephen Hawking und Roger Penrose in den Jahren 1965 bis 1970 anstellten, lautete, dass es nach der Allgemeinen Relativitätstheorie eine Singularität von unendlicher Dichte und Raumzeitkrümmung in einem Schwarzen Loch geben muss, sofern $E + 3 \cdot p > 0$ ist.

Stephen Hawking stellte im Jahre 1974 fest, dass Schwarze Löcher stetige Teilchenströme zu emittieren scheinen. Bei der Untersuchung dieses Phänomens, der nach ihm benannten Hawking-Strahlung, gelang es ihm auch, einen Zusammenhang zwischen der Quantenmechanik und der Relativitätstheorie herzustellen.

Abb. 2: Die Gravitationsimplosion führt zur Singularität des Schwarzen Loches.

Mittels der Einstein'schen Feldgleichungen konnten die Forscher Abhay Ashtekar und Badri Krishnan im Jahre 2003 genau beschreiben, wie der Horizont Schwarzer Löcher größer wird. Sie setzten die drei einzigen Eigenschaften dynamischer Schwarzer Löcher mit dem Einfall von Materie und Strahlung in Verbindung und erhielten exakte Aussagen über die Oberflächenzunahme von Schwarzen Löchern abhängig vom Einfall von Materie und gravitativer Strahlung. Die Zunahme von Masse und Drehimpuls Schwarzer Löcher, die der wichtigste Teil des Resultats war, wurde im führenden Fachblatt „Physical Review Letters" veröffentlicht. In Fachkreisen fand diese Arbeit bereits große Anerkennung. So wurde sie bei einem Arbeitskreis über mathematische Aspekte der Relativitätstheorie im Mathematischen Forschungsinstitut Oberwolfach im Schwarzwald begeistert aufgenommen. Im Sommer 2003 startete auch ein Forschungsprogramm über diese Thematik am „Erwin Schrödinger International Institute for Mathematical Physics" in Wien.

Manche, allerdings sehr instabile Lösungen der Gleichungen der Allgemeinen Relativitätstheorie ergeben, ausgehend vom Urknall, unter bestimmten Anfangsbedingungen Weiße Löcher als mögliche, hochspekulative Objekte, die das Gegenteil Schwarzer Löcher beziehungsweise deren „anderes Ende" darstellen. Weiße Löcher wären demnach Objekte, aus denen Dinge entweichen, in die aber nichts hineinfallen kann. Auch die Singularitäten bilden nicht das Ende sondern den Anfang der Zeit, wodurch ein Weißes Loch dann ein in der Zeit zurücklaufendes Schwarzes Loch wäre. Diese Überlegungen entsprechen der Zeitsymmetrie der Physik, im Gegensatz zu Schwarzen Löchern gibt es jedoch bisher keine schlüssigen Beweise für Weiße Löcher. Dies liegt möglicherweise daran, dass die ausgestoßene Materie wieder zurückfallen könnte, wodurch das Weiße Loch sofort zu einem Schwarzen Loch würde. Aktuell nimmt man an, dass im Universum keine großen Weißen Löcher existieren. Auf subatomarer Ebene könnte es jedoch „Mini-Weiße-Löcher" als Gegenpart zu Schwarzen Löchern geben.

In diesem Zusammenhang sind auch Wurmlöcher erwähnenswert. Diese können als theoretische Öffnungen in der Raumzeit betrachtet werden, durch die man sehr schnell zu weit entfernten Orten gelangen kann. Dies beruht auf einer starken Krümmung der Raumzeit, wodurch zwei ur-

sprünglich sehr weit entfernt liegende Punkte durch eine Abkürzung plötzlich nahe zusammenrücken. Da die Relativitätstheorie die Geschwindigkeit des Lichtes als natürliche Schranke annimmt, könnten Wurmlöcher zeigen, dass die lokale Einstein'sche Geschwindigkeitsbegrenzung global überwunden werden kann. Der Ausgangspunkt für die Entstehung von Wurmlöchern ist die Kruskal-Metrik, die aus der Schwarzschild-Metrik durch die maximal analytische Erweiterung erhalten wird.

Albert Einstein hat zusammen mit Nathan Rosen 1935 in einem Artikel in „The Physical Review" die Möglichkeit der Existenz solcher Tunnel unter der Annahme einer starken Raumzeit-Krümmung dargestellt. Mit Hilfe der Koordinatentransformation formten die beiden die Schwarzschild-Lösung so um, dass darin kein Punkt vorkam, an dem Raum und Zeit endeten. In der neuen Lösung wurde die Singularität zu einer Brücke zwischen zwei Universen. Es ergab sich also ein Wurmloch, das aus zwei Schwarzen Löchern bestand, die durch die so genannte Einstein-Rosen-Brücke miteinander verbunden waren. Jedoch sah Einstein auch darin nur eine Sonderbarkeit der Mathematik der Allgemeinen Relativitätstheorie – also ein Ergebnis, das nie in der Praxis auftreten würde.

Die Einstein-Rosen-Brücken sind sehr instabil und haben nur eine äußerst kurze Lebensdauer. Ein Raumschiff könnte demnach solche Tunnel nur schwer benützen, denn die Brücken würden sich höchstwahrscheinlich in der Mitte zu Singularitäten verjüngen, was das Abreißen des Wurmloches bewirken würde - es entstehen dabei also zwei getrennte Singularitäten. Das Wurmloch bricht hiernach unter seiner eigenen Schwerkraft so schnell zusammen, dass nicht einmal Licht hindurch kommen könnte.

Abb. 3: Die Trennung eines Wurmlochs in zwei Singularitäten.

Um das Wurmloch stabil offen zu halten, wäre eine Raumzeitregion mit negativer Krümmung erforderlich. Eine derartige Krümmung der Raumzeit würde allerdings Materie mit negativer Energiedichte oder mit $E + 3p < 0$ erfordern, die auch exotische Materie genannt wird. Da dieser negative Druck eine abstoßende Wirkung auf Gravitation hat, könnte man mit seiner Hilfe auch den Ereignishorizont eines Schwarzen Loches öffnen und einen Blick auf die nackte Singularität werfen. Dies wird aber durch die so genannte - von Roger Penrose aufgestellte - Hypothese der Kosmischen Zensur verboten.

Einstein-Rosen-Brücken könnten auch Zeitreisen ermöglichen. Mit dieser Thematik beschäftigte sich ebenfalls Kurt Gödel: Im Gegensatz zu den Einstein-Rosen-Brücken gehen seine Theorien von geschlossenen zeitartigen Kurven aus. Das heißt also, dass man bei einer Reise durch ein Wurmloch im gleichen Universum wieder ankommt – nur zu einer anderen Zeit.

Da der Urknall mit der Explosion eines Schwarzen Lochs vergleichbar ist, besteht die Hoffnung, durch die Erforschung der Teilchenerzeugung in Schwarzen Löchern die Entstehung des Universums erklären zu können.

Hier ist der ganze menschliche Geist,
sind Wissenschaft und Religion gefordert.
(Prof. Walter Thirring)

Literatur

[1] AL–KHALILI, Jim: Schwarze Löcher, Wurmlöcher und Zeitmaschinen (Spektrum, Akademischer Verlag, 2001)
[2] FAUSTMANN, Cornelia: Entstehung und Eigenschaften Schwarzer Löcher (Fachbereichsarbeit)
[3] HAWKING, Stephen: *Die illustrierte kurze Geschichte der Zeit* (Rowohlt Taschenbuch Verlag, 2000)
[4] OZSVATH, Istvan / SCHUCKING, Engelbert: Gödel´s trip (Am. J. Phys., Vol. 71, No. 8, August 2003)
[5] THIRRING, Walter: *Kosmische Impressionen* (Molden Verlag, 2004)

Internet

[1] http://theory.gsi.de/vanhees/faq/gravitation/node30.html
[2] http://www.wirtschaftsphysik.de/vorlesg/plasma/astropl.pdf
[3] http://www.wissenschaft-online.de/abo/lexikon/physik/15699
[4] http://www.g-o.de/kap4a/40cd0108.html.
[5] http://abenteuer-universum.vol4u.de/wl.html.

Cornelia Faustmann (2. v. l.) bei der FBA-Prämierung 2004 mit ihrer Lehrerin Mag. Gisela Schreiber, dem ÖPG-Vorsitzenden Univ. Prof. Dr. G. Vogl (1. v. r.) und Univ. Prof. Dr. H. Kühnelt

International Year of Physics: Launch Conference in Paris

Arno Tripolt

„We should follow the elephants!" So lautete ein Vorschlag zur Früherkennung von Tsunamis, der eines der aktuellen Themen darstellt, über die während der Launch Conference in Paris vom 13. bis 15. Jänner 2005 diskutiert wurde. Im UNESCO Hauptquartier konnte man während dieser drei Tage Delegationen aus über 80 Ländern antreffen. Diese setzten sich aus Nobelpreisträgern, berühmten Physikern, Lehrern sowie Studenten und Schülern zusammen, von denen viele an einer Internationalen Physik-Olympiade teilgenommen hatten.

Der rote Faden der Konferenz „Physics for Tomorrow" zog sich erwartungsgemäß durch die gesamte Veranstaltung. So wurden die unterschiedlichsten Gebiete der Physik vorgestellt und diskutiert, immer mit Augenmerk auf die weitere Entwicklung. Dazu zählten zum Beispiel Informationstechnologie, Quantenphysik, Nanophysik und Nanotechnologie, die Gestaltung des Unterrichts usw. Auch gab es „Round Tables", an denen mehrere Wissenschaftler beispielsweise über den steigenden Energiebedarf der Menschheit oder über die Wahrnehmung von Physik in der Öffentlichkeit diskutierten. Das Problem des Energiehaushalts wurde von einem Vortragenden wie folgt formuliert: „The question is which devil to take", womit er die Atomenergie als das geringere Übel im Vergleich zur Energiegewinnung aus fossilen Brennstoffen erklärte. Andere Arten der Energiegewinnung, vornehmlich erneuerbare Energien, seien zumindest momentan noch nicht in der Lage den großen Bedarf zu decken.

Neben wissenschaftlichen Fragen war auch das Problem, dass sich zu wenige Menschen für Physik interessieren, ein wichtiger Punkt. Wie weckt man Interesse für Physik in der Bevölkerung? Als leuchtendes Beispiel geht hier Harold Kroto (Nobelpreis in Chemie, 1996) voran, der sich intensiv mit Kindern und Jugendlichen beschäftigt und durch verschiedene Aktivitäten das Interesse und die Neugierde entfacht. Er wies auch darauf hin, dass das weltberühmte Bild von Einstein, als verrücktes Genie mit zerzaustem Haar, gut geeignet sei um es zu bewundern, aber dies erschwere sich damit zu identifizieren. Da es der junge Einstein war, der all die brillanten Entdeckungen gemacht hat, wäre es nicht verkehrt, stattdessen den jungen Mann vom Patentamt in die Öffentlichkeit zu tragen, um so die Physik auf dieser Ebene zugänglicher zu machen.

Natürlich stand neben der Konferenz auch der Kontakt der Schüler und Studenten untereinander an der Tagesordnung. So unternahmen Thomas Wieninger und ich zusammen mit zwei brasilianischen Schülern eine Entdeckungstour durch Paris. Dadurch wurden wir nicht nur durch wissenschaftlichen Informationen bereichert, sondern konnten auch das eine oder andere von unseren neuen Freunden erfahren. Wir revanchierten uns dafür, indem wir ihnen die wichtigste praktische Anwendung von Schnee durch Wurfbahnen demonstrierten...

Mit dem Abschluss der Launch Conference wurde das Internationale Jahr der Physik 2005 offiziell eröffnet.

Arno Tripolt maturierte 2005 am BG Carnerigasse in Graz. Er nahm zweimal an der Internationalen Physik-Olympiade teil.

Jahr der Physik – Auftakt in Paris

Helmuth Mayr

Vom 13. bis 15. Jänner 2005 fand im UNESCO-Gebäude in Paris unter dem Motto „Physics for Tomorrow" die so genannte „Launch Conference of the International Year of Physics" statt. Zu dieser Konferenz wurden auch etwa 500 Schüler/innen und Studenten/innen aus aller Welt eingeladen.

Das Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Kultur bezahlte für jene sechs Schüler, die im Vorjahr beim Bundeswettbewerb der Österreichischen Physik-Olympiade am besten abgeschnitten hatten und die nach wie vor Schüler sind sowie für mich als Begleitlehrer die Reisekosten, wofür an dieser Stelle nochmals gedankt werden darf.

Die Liste der Referenten dieser Veranstaltung liest sich wie ein „Who is who ?" der internationalen Wissenschaftsszene. Es referierten: Zhores Alferov aus Russland (Physik-Nobelpreis 2000), Georges Charpak aus Frankreich (Physik-Nobelpreis 1992), Claude Cohen-Tannoudji aus Frankreich (Physik-Nobelpreis 1997), Gerard t´Hooft (Physik-Nobelpreis 1999), Masatoshi Koshiba aus Japan (Physik-Nobelpreis 2002), Harold Kroto aus Großbritannien (Chemie-Nobelpreis 1996), Denis Le Bihan aus Frankreich, C.N.R. Rao aus Indien, Myriam Sarachik aus USA, Claus Weyrich (Siemens AG) aus Deutschland und Ahmed Zewail aus den USA (Chemie-Nobelpreis 1999).

Österreichische Schüler als interessierte Zuhörer bei der internationalen Konferenz „Physics for Tomorrow".

Schülerinnen und Schüler des BGRG 12 Rosasgasse Wien und des PANNONEUM - WIRTSCHAFTS- UND TOURISMUSSCHULEN NEUSIEDL AM SEE feierten am 18./19. April 2005 gemeinsam die Lange Nacht der Physik

Planetenweg

Projekt der 4b der VS Gabelsberger

Karin Lafer

Welcher Planet ist am kleinsten? Wie heißt der Planet mit dem Ring? Haben alle Planeten Monde? Wie sind die Planeten entstanden? Wie viele Planeten gibt es?

Eifrig und interessiert wurden diese und noch viele andere Fragen im Laufe des Projektes beantwortet. Dabei eigneten sich die Schülerinnen und Schüler in offenen Unterrichtsformen viel Wissen über unser Sonnensystem an.

„Mir gefällt es, dass wir in allen Gegenständen etwas über die Planeten lernen."

Um alle Lerntypen anzusprechen und zu motivieren wurde das Thema in allen Gegenständen aufgegriffen. Die Sonnenfinsternis wurde in einem Lied erklärt. Die Künstlerinnen und Künstler durften ihr Wissen in farbenprächtigen Bildern umsetzen.

Für unsere Wissenschafter standen Bücher und Lexika bereit oder sie holten sich die notwendigen Informationen aus dem Internet. Bewegungsfreudige konnten sich in einem Tanz ausleben. Sprachengenies haben Schlagwörter wie „Sonne, Sterne, Planet und Mond" in fast 10 Sprachen kennen gelernt. Die Handwerker unter uns durften sich im beim Herstellen der Planetenmodelle austoben.

Denn um das Gelernte auch „begreifen" zu können, wurden im Werkunterricht Modelle der Planeten hergestellt. Dabei versuchten wir die Größe der Planeten und der Sonne maßstabgetreu umzusetzen. Hier war sehr viel Kreativität von unserer Werklehrerin Frau Korun gefordert. Luftballons bis zu 70 cm Durchmesser, Wasserbälle, Tennisbälle bis hin zu

kleinen Kugeln von 1 cm Durchmesser wurden mit Papiermache überzogen, gestaltet und bemalt. Stundenlang wurde gelbes und rotes Papier zerrissen und auf einen Halbkreis mit 7 m Durchmesser geklebt, um dann als strahlende Sonne den Gang unserer Schule zu schmücken.

Die wochenlange Arbeit lohnte sich. Denn nun ist ein beeindruckender Planetenweg von über 12 m Länge, der Schülerinnen und Schüler, Lehrerinnen und Lehrer und andere Besucher in Staunen versetzt, in der VS Gabelsberger zu besichtigen. Für mich war es faszinierend zu beobachten, wie meine Schülerinnen und Schüler sich immer mehr mit diesem Projekt identifizierten. Sehr viele von ihnen beschäftigten sich auch zuhause mit der Thematik und überraschten mich mit neuen Informationen, Internetseiten und Büchern.

Karin Lafer ist Integrationslehrerin an der VS Gabelsberg in Graz

„Physik aktiv“ im Weltjahr der Physik

Rudolf Ziegelbecker

Das Jahr 2005 wurde international zum „World Year of Physics" ausgerufen, im Gedenken an den 50. Todestag Einsteins und anlässlich des 100. „Geburtstages" der Relativitätstheorie. Hier mitzumachen, die Weiterführung unseres vorjährigen Projekts zur Weltausstellung in Japan und die Entsendung einer Schulmannschaft zum AYPT, dem „Austrian Young Physicist's Tournament", waren die Haupt-Zielrichtungen des von mir geleiteten Freigegenstands „Physik Aktiv", an dem rund 30 Schülerinnen und Schüler teilnahmen, weil sie dabei unter erfahrener Anleitung interessante Probleme bearbeiten konnten und systematisch zu arbeiten und zu forschen lernten.

„Japanprojekt“

Die Weltausstellung 2005 in Japan stand unter dem Motto der „Weisheit der Natur" und der Nachhaltigkeit. Unser beim „Bionik-Wettbewerb" des Ökoparks Hartberg eingereichtes Projekt zur Gestaltung der Weltausstellung basierte auf der Idee, mit einem neuen „Kreiselfahrzeug" Aufsehen zu erregen, indem es auf einer Einschienenbahnanlage auf verblüffende Art (sich mit dem Schwerpunkt weit über den Abgrund hinaus neigend, ohne dabei abzukippen) quer über eine steile Felswand von der in Modellform errichteten „fossilen Gegenwart" in eine „nachhaltige Zukunft" fährt.

Für die Ausarbeitung dieser Idee, an der sich Raimund Böhm, Stefan Schweigler und Lisa Heschl aus der 2AKG, Sabine Greiner aus der 3AHB, Michaela Reisinger, Matthias Teubl, Martin Wild und Thomas Hörmann aus der 3AHZ und ihr ehemaliger Mitschüler Michael Meixner beteiligt hatten, konnte das Team am 20. Jänner 2005 im Ökopark Hartberg als Anerkennung seiner Arbeit einen vielgestaltigen Preis mit Büchern und einem kostenlosen Tag Ökopark mit Maxoom-Kinobesuch für die ganze „Physik Aktiv"-Gruppe in Empfang nehmen.

Die Überreichung des Preises erfolgte durch den Präsidenten des Landesschulrates, Horst Lattinger, Landesschulinspektor Rupert Dirnberger und durch den Initiator des Wettbewerbes, Ökopark-Begründer und Stadtwerke-Hartberg-Direktor Reinhard Fink im Rahmen einer Festveranstaltung mit dem Projektleiter des österreichischen Beitrags zur Weltausstellung Robert Punkenhofer, dem Leiter des Instituts für Nachhaltige Techniken und Systeme der TU Graz Hans Schnitzer, dem Journalisten und ehemaligen Wissenschaftsminister Franz Kreuzer und dem Bioniker des Joanneum Research, Clemens Schinagl. Anschließend durften alle am Zukunftssymposion mit dem bekannten deutschen Trend- und Zukunftsforscher Matthias Horx teilnehmen, für alle Beteiligten wie auch für mich als Physiklehrer eine hoch interessante Erfahrung.

Dieses Projekt wurde im abgelaufenen Schuljahr von drei Maturanten der BULME Graz in Form von Diplomarbeiten steuerungstechnisch und von Schülern der 3AHZ in Bezug auf die Mechanik weiter verfolgt und sollte uns unter anderem im Herbst 2005 einen Preis im Wettbewerb „Science on Stage" einbringen. Es konnte dafür aber nicht mehr rechtzeitig fertig gestellt werden, da jene obersteirische Firma, die den Kreisel nach in CFK-Technologie kostenlos fabrizieren wollte, auf Grund von zeitlichen und technologischen Pro-

Dipl. Ing. Dr. R. Ziegelbecker unterrichtet an der Ortweinschule Graz. eMail: htl-zb@utanet.a.

blemen arg in Verzug geriet. Wenn es gelingt, das Vorhaben doch noch fertig zu bringen, wird dieses neue „Kreiselfahrzeug-Wunderding" wahrscheinlich im Ökopark Hartberg „in die Zukunft fahren".

„AYPT"

Hierbei handelt es sich um die englische Abkürzung für ein aus meiner Sicht begeisterndes Physikturnier mit hohem praktischen Wert, bei dem mindestens fünf „Jungphysiker" und „Jungphysikerinnen" (letztere waren bei uns in der Mehrzahl), das ganze Schuljahr über an bis zu 17 kniffligen Aufgaben tüfteln, Literatur beschaffen, Theorie studieren und Messungen machen, um dann die gewonnenen Erkenntnisse in einer zwölfminütigen Präsentation zusammenfassen. Beim Turnier selbst, das vom 28. bis 30. April an der Montanuniversität in Leoben statt fand und bei dem außer zwei Innsbrucker Mädchenmannschaften auch Gastteams aus Polen, Tschechien, der Slowakei und Slowenien teil nahmen, finden mehrere Turnierrunden statt. Die präsentierten Arbeiten und das Argumentieren der Teams gegeneinander in den einzelnen Kämpfen wird durch eine Jury - großteils Universitätsphysiker - bewertet.

Dabei fordert jeweils ein Team ein anderes zu einem der 17 Themen heraus, welches vom anderen Team präsentiert oder (z.T. unter Punkteabzug) abgelehnt werden muss. Nach dem entsprechenden Vortrag versucht der Herausforderer, die Arbeit zu hinterfragen und Fehler oder Unklarheiten aufzuzeigen, so wie dies in der wissenschaftlichen Welt geschieht. Das dritte Team in der Runde spielt Reviewer und präsentiert abschließend seine „Kritik" sowohl am Vortragenden als auch am Reviewer. Das Ganze findet, so wie beim internationalen Bewerb, ausschließlich in englischer Sprache statt.

Die Aufgabenstellungen, die im Freigegenstand „Physik Aktiv" von bis zu 30 Leuten bearbeitet wurden, waren der Nachbau von Lawinen im Labor; ein Fahrzeug zu bauen, das nur von Windkraft getrieben genau gegen den Wind fahren kann (siehe Foto), und seinen Wirkungsgrad zu ermitteln;

die Vermischung von auf Salzwasser schwimmendem Süßwasser bei Erwärmung des Salzwassers zu untersuchen; das Durchrieseln von körnigem Material durch einen Trichter zu beschleunigen, indem man ein Hindernis (!) über diesem anbringt; die wesentlichen Einflüsse auf die Krümmung der Bahnen von rotierenden Bällen im Sport herauszufinden; den Durchfluss eines Eisenpulver-Pflanzenöl-Gemisches durch einen Schlauch durch „äußere" Beeinflussung zu kontrollieren; das Erhärten eines Wasser-Stärke-Gemisches bei Bewegung zu untersuchen; ein physikalisches Modell für den Flug der Libelle zu entwicklen.

Unser Turnierteam bestand aus: Regina Täubl (Captain, 2AAA), Christoph Brunner (2AAA), Julia Neuhold (2AAA), Christoph Schudi (2CAA), Elke Sachsenmaier (2BAA), Prof. Rudolf Ziegelbecker (Teamleader).

Da jedes Thema für sich eigentlich eine ganze Diplomarbeit darstellen würde, meist sogar für Physiklehrer bis hin zu Universitätsprofessoren eine (spannende) Herausforderung darstellt und ohnehin von Schülern präsentiert werden muss, dürfen alle Hilfsmittel verwendet werden. Wichtigste Informationsquellen waren daher Lehrbücher, das Internet, die Universitätsbibliothek und selbstverständlich Erfahrung und physikalisches Gespür des Lehrers. Trotzdem mussten viele eigene Messreihen gemacht und der Versuchsaufbau mit den gewonnenen Erkenntnissen laufend verbessert werden, oder es stellte sich erst nach vielen Stunden Dis-

kussion und Recherchen heraus, wie der Wirkungsgrad bei einem Windkraftfahrzeug überhaupt erst einmal geeignet definiert werden kann, um dann gemessen werden zu können. In dieser Weise lernten die Teilnehmer und Teilnehmerinnen zielgerichtetes naturwissenschaftliches Vorgehen, denn viele dieser Aufgaben wurden noch nirgends fertig ausgearbeitet und publiziert.

Das Abschneiden unserer HTL in Leoben ist, obwohl wir in der Punktewertung nur den sechsten Platz von sieben erreichten, dennoch als großer Erfolg zu sehen, denn alle im Team kehrten begeistert und mit dem Vorsatz, im kommenden Schuljahr ein noch stärkeres Team aufzubauen, nach Graz zurück. Erstens waren wir die einzige Mannschaft der Steiermark, obwohl an HTLs die Belastung durch Unterricht größer ist als an AHS. Nicht einmal mehrere Schulen gemeinsam hatten eine Mannschaft zu Stande gebracht, die Leobner Mannschaft hat diesmal samt Betreuer schon während der Vorarbeiten aufgegeben. Für das restliche Österreich gilt ähnliches, drei weitere traditionell teilnehmende Mannschaften schafften es nicht bis zum Turnier. Zweitens wurde ein Mitglied unseres Teams, Elke Sachsenmaier, vom Österreichischen Organisationskomitee in die Nationalmannschaft geholt, die Mitte Juli Österreich beim internationalen Jungphysikerturnier IYPT in Winterthur in der Schweiz vertritt (Ergebnisse siehe www.iypt.org bzw. www.aypt.at), damit sie im nächsten Jahr ihre Erfahrung an möglichst viele „Jungphysiker" unserer Schule weiter geben kann.

Weltjahr der Physik

Aus diesem Anlass fanden weltweit und auch in Graz zahlreiche Aktivitäten statt, insbesondere solche, an denen sich Jugendliche beteiligen konnten. Zum Beispiel erstellten einige Schülerinnen eine Reihe von Kalenderblättern mit physikalischem Inhalt (Entdeckungen, Geburts- und Todestage von Physikern mit Beschreibung ihrer Leistungen) und nahmen auch an den Veranstaltungen „physics enlightens the world" und „Lange Nacht der Physik" (www.wyp2005.at - Austrian Projects) am 19. April 2005 auf dem Grazer Hauptplatz teil.

Die Ortweinschule - ähnlich wie bei den Science Weeks in den vergangenen Jahren - war wieder in guter Position vertreten. „Katzenturner", 2003 mit dem 2. Platz unter den besten Physikprojekten Europas ausgezeichnet, und das Kreiselfahrzeug waren selbstverständlich wieder dabei. Regina Täubl begeisterte mit ihrer „harten Stärke"(lösung) das Publikum. Da der Stand geräumig und gut beleuchtet war, waren unsere Vorführungen trotz des heftigen Regens gut besucht und fanden viele Interviews für das Krone-Hitradio „im Zelt der HTL Ortweinschule" statt.

Um 23 Uhr 35 traf das Lichtsignal, das an diesem Tag von Station zu Station um die ganze Welt weitergeschickt wurde (mit der größten Resonanz in einigen asiatischen Staaten, aber auch in den neuen EU-Ländern), vom Schlossberg kommend auf dem Hauptplatz ein. Ein starker, grüner Strahl, vom Uhrturm weg zu sehen, auf dem Hauptplatz ein hell leuchtender, vielleicht 30 cm großer grüner Fleck. Dieses Licht wurde dann von den vielen Teilnehmern und Schaulustigen mit Taschenlampen in alle Richtungen weitergestrahlt, danach die obligate SMS gesendet, um zur versprochenen Urkunde zu kommen. Leider waren durch den starken Regen die Lichtverbindungen vom Schöckel zum Uhrturm und vom Uhrturm nach Wildon nicht möglich und mussten durch Kommunikation mit dem Handy ersetzt werden. Dafür standen aber Ines Fritz und Mario Gamser aus der 4CK unserer Schule gemeinsam mit der Wildoner Feuerwehr und derem großen Scheinwerfer auf einem Hügel bei Wildon und „leuchteten" mit Feuerwerksraketen deutlich sichtbar nach Leibnitz, von wo das Lichtsignal zu Ehren Einsteins in weiteren Etappen nach Kärnten und nach Slowenien ging.

Auch bei der Talentesuche der Österreichischen Physikalischen Gesellschaft machten einige unserer Schülerinnen mit. Es gab dafür sogar eigene „Talentepässe", in die alle physikalischen Aktivitäten einzutragen waren. Als Belohnung erhielten alle eine Urkunde. In mehreren Altersklassen wurden die aktivsten österreichischen Jugendlichen zu „Physikbotschaftern" ernannt und durften im Herbst 2005 an einer internationalen Webkonferenz teilnehmen (www.wyp2005.at, www.wyp2005.org).

Physik unterrichten in USA

Erfahrungen an einer Privatschule in Kalifornien

Bettina Gartner

Nach kurzer lokaler Jobsuche wurde ich an der katholischen „high school" in Berkeley, Kalifornien als Physik- und Geometrielehrerin angestellt. Es folgte eine abenteuerliche Fahrt durch die Energiegeladenheit einer amerikanischen „high school" mit randvoll gefüllten Tagen. Der folgende Bericht gibt Einblick in die Jobsuche, die Stellung des Physikunterrichtes, den Tagesablauf und Erfahrungen mit SchülerInnen und Vorgesetzten.

Die Jobsuche – es muss nicht immer New York sein

Wenn du Unterrichtserfahrung in den USA sammeln möchtest, ist es zweifellos am unkompliziertesten, am Programm mit New York teilzunehmen (s. http://www.aaeca.com) Was aber, wenn die Bewerbung erfolgreich war, es aber heißt, dass just dieses Jahr keine PhysiklehrerInnen gebraucht werden? Oder wenn dich New York als Lebensort nicht so sehr interessiert wie etwa Kalifornien, Colorado, Florida oder Hawai? Oder wenn du gemeinsam mit deinem Partner für eine Weile in die USA gehen möchtest, dieser aber zum Beispiel einen Job an der Universität in Berkeley in der Nähe von San Francisco findet? Letzteres ist uns passiert. Es nützte mir daher nichts zu wissen, dass auch Chicago seine Lehrkräfte weltweit rekrutiert.

Für die Anstellung an einer öffentlichen Schule ist ein staatsgültiges - in diesem Fall kalifornisches - „teaching credential" (Lehramtsprüfung) Voraussetzung. Unsere österreichische Ausbildung, die man kostspielig Vorlesung für Vorlesung evaluieren lassen kann, wird nur teilweise anerkannt. Selbst ein „teaching credential" aus Arizona oder irgend einem anderen Staat der USA ist nicht ausreichend. Aufgrund des Lehrkräftemangels in den Naturwissenschaften ist allerdings eine Anstellung mit einem „emergency credential" mit der Auflage, innerhalb von bestimmten Fristen fehlende Kurse zu besuchen, zum Mindestgehalt möglich. Mich störten daran genau diese zwei Dinge: die Auflagen und der Mindestgehalt. Die USA hat aber viele Privatschulen unterschiedlichster Ausrichtungen. Die Privatschulen können ihre Anstellungsvoraussetzungen frei festlegen. Ob ihre Lehrkräfte ein „teaching credential" oder lieber ein Doktorat oder nichts von beiden haben sollen, bestimmt allein die Schulleitung. Es gibt diesbezüglich keine gesetzlichen Bestimmungen. Vier Fünftel der Privatschulen sind von religiösen Gruppen geführt.

Dr. Bettina Gartner hat am „Radium-Institut" der Universität Wien promoviert und lebt derzeit in Kalifornien.

Als Lehrkraft Physikstunden zu erhalten ist in den USA an einer Privatschule wahrscheinlicher als an einer öffentlichen Schule. In denjenigen Privatschulen, mit höherem akademischen Niveau, besucht ein größerer Prozentsatz an SchülerInnen wenigstens ein Jahr lang einen Physikkurs im Gegensatz zu öffentlichen Schulen. Manche öffentliche Schulen bieten Physik nicht an – oft einfach aus Mangel an einer qualifizierten Lehrkraft.

Bei Carney, Sandoe & Associates kann man sich unter www.carneysandoe.com kostenlos auch vom Ausland aus registrieren. Diese seriöse Organisation hat sich auf die Vermittlung von Lehrkräften ausschließlich an Privatschulen spezialisiert. Die Betreuung erfolgt via E-mail und ist sehr persönlich. Die Kosten werden von den Schulen getragen, die Lehrkräfte suchen. Diese Firma veranstaltet auch mehrere „faculty recruitment conferences" an verschiedenen Orten der USA, wo man mit Schulleitern persönlich sprechen kann. Auch bei k12jobs.com kann man kostenlos sein „resume" (Lebenslauf) und seine Job-Vorstellung platzieren.

Wer sich für eine katholische Schule interessiert, die in Größe und Organisation unseren öffentlichen Schulen oft sehr ähnlich sind, wird wahrscheinlich auf der „home page" der fraglichen Diözese fündig. Man schickt seine Bewerbungsunterlagen an die jeweilige Schule. Diözesen veranstalten meist im Februar oder März eine Jobfair für arbeitssuchende Lehrkräfte. Ein Besuch einer solchen Jobfair sehr empfehlenswert. Ich fand meinen Job auf diese Weise.

Mit mehreren Ausdrucken eines im amerikanischen Stil verfassten „cover letter" und eines einseitigen „resume" (Lebenslauf) bewaffnet, stellt man sich den dortigen etwa 20minütigen Interviews des jeweiligen Schulleiters bzw. der Schulleiterin. Im Internet gibt es Informationen darüber, wie man „cover letter" und „resume" verfasst. Nach dem Gespräch ist es empfehlenswert, sich in einem Brief zu bedanken.

Wenn die Schule Interesse hat, wird man oft gebeten, eine Probestunde zu halten. Manchmal geschieht das während der regulären Schulzeiten vor einer Klasse, meist jedoch vor einer speziell zusammengestellten Gruppe. Ich hielt insgesamt nur eine einzige Probestunde an einer Schule, deren unmittelbar folgendes Jobangebot ich annahm, da die Schule in Berkeley und daher nahe an unserem Wohnort war. Die Probestunde fand im Konferenzzimmer statt.

Wer nicht amerikanischer Staatsbürger ist oder eine „Green

Card" besitzt, benötigt ein Arbeitsvisum. Erst wenn das Jobangebot steht, ist der Zeitpunkt gekommen, diesen Punkt anzusprechen: „I'd love to work for your school but ... I need visa". In den meisten Fällen wird die Schule um ein H1B-Visum ansuchen.

In den Arbeitsverträgen kann es für uns durchaus Undenkbares zu lesen geben wie z.B. dass die Schulleitung eine Lehrkraft jeden Tag in der Früh ohne vorhergehende Warnung oder Kündigungsfrist kündigen könne, oder dass der Gehalt nur in der vollen Summe ausgezahlt werde, wenn man sich mindestens für zwei Jahre verpflichtet.

Die Schule

Die Schule, an welcher ich unterrichtete, wird von 650 SchülerInnen zwischen 14 und 18 Jahren besucht. Die Zahl der Mädchen und Burschen ist etwa ausgeglichen. Etwa 40% sind weiß, 30% schwarz, der Rest lateinamerikanischen, chinesischen oder ozeanischen Ursprungs. Kulturelle Vielfalt wird als Ziel und Stärke der Schule gefeiert.

Die Lehrverpflichtung

Kurz vor Schulbeginn fuhren alle LehrerInnen für zwei Tage auf eine Art Betriebsausflug, um einander bei Spiel, Speis und Trank, Spaß und Spannung kennen zu lernen und sich auf das Schuljahr einzustimmen. Wir Anfänger erhielten Tipps für die ersten Schultage. Ich war die einzige ausländische Lehrkraft.

Ich unterrichtete zwei Physikklassen mit 31 bzw. 32 SchülerInnen sowie drei Klassen Geometrie mit je fünf Wochenstunden. Das entspricht einer vollen Lehrverpflichtung. Zusätzlich hatte ich einmal pro Woche einen „community block", was am ehesten einer Klassenvorstandsstunde entspricht. Themen des „community block" waren beispielsweise Stressbewältigungsstrategien, Umgang mit sexueller Belästigung in der Schule, Umgang mit Lehrkräften bei Problemen, Lerntipps und Fertigkeiten für Tests und Prüfungen, Karrierewünsche, der Umgang mit Geld usw. Weiters hatte ich feste Mittagsaufsichten in der Cafeteria und verpflichtende Aufsichten bei Sport- oder Theaterveranstaltungen.

Ich war von sieben Uhr bis mindestens 19 Uhr an der Schule. Der Unterricht dauerte von 8:00 bis 15:00 Uhr, wobei ich zwei Freistunden und eine Mittagspause hatte. Am Nachmittag korrigierte ich Arbeiten (Hausübungen, Laborberichte, Projektbeschreibungen), stand für Fragen zur Verfügung, erteilte meinen MathematikschülerInnen kostenlose Nachhilfe bzw. übte mit ihnen für bevorstehende Tests und führte Gespräche mit Eltern. Meine Vorbereitungen machte ich überwiegend zu Hause. Jede Lehrkraft hatte übrigens einen eigenen Anrufbeantworter, auf welchen Eltern Nachrichten bzw. Anfragen hinterlassen konnten. Dadurch konnte man sich gut auf das Gespräch vorbereiten. Wir hatten die Eltern innerhalb von 24 Stunden zurückzurufen bzw. Anfragen per e-mail innerhalb dieser Zeit zu beantworten. Manche Eltern äußerten den Wunsch, dass sie vor bevorstehenden Tests persönlich angerufen werden wollten. Das ist natürlich nur in Einzelfällen möglich.

Der Physikunterricht

Am Beginn des Schuljahres fragte ich wie in Österreich gelernt nach einem Lehrplan für Physik mit Kern- und Erweiterungsstoff. Doch ich erhielt darauf nie eine konkrete Antwort. Wie vollkommen unverständlich die Frage nach einem Lehrplan gewesen sein muss, dämmerte mir, als der Lehrer Dean Baird auf einer Konferenz im Frühling 2003 verlautete: „In Kalifornia gibt es nun Standards für den Physikunterricht." Er erläuterte weiters: „Bislang gab es eine sehr eigenwillige Kultur unter den Physiklehrkräften. Niemand aus der Administration kam in die Klasse und sagte ihnen, was sie tun sollten, da die Administration üblicherweise nichts mit Physik zu tun haben wollte. Physiklehrkräfte waren üblicherweise sich selbst überlassen, und jeder hatte die beste Methode zu unterrichten: seine eigene."

Mittlerweile gibt es so genannte „standards". Diese gelten nicht bundesweit, sondern jeder Staat hat seinen eigenen Lehrplan entwickelt. Die Lehrpläne geben zwar die Themen, nicht aber deren Reihenfolge vor. Auch die Schulstufe, in welcher welches Stoffgebiet behandelt werden soll, ist nicht festgelegt. Kernphysik, Elementarteilchen- und Quantenphysik sind übrigens dem Chemieunterricht zugeordnet. Die Einführung der „standards" ist eine der Antworten darauf, dass US-SchülerInnen bezüglich der naturwissenschaftlichen Bildung im internationalen Vergleich eher nicht zufrieden stellend abschneiden, und dass die USA zu wenig Studierende der naturwissenschaftlichen und technischen Fächer hat und darauf angewiesen ist, hochausgebildete Leute auf diesen Gebieten aus anderen Staaten zu importieren.

Der Aufbau eines Physikkurses ist an den meisten Schulen sehr traditionell. Während eines einzigen Schuljahres soll die „ganze" Physik behandelt werden. In Kalifornien werden die Minimumskriterien für die Aufnahme an der öffentlichen „University of California" als Grundlage für das Fächerangebot an den „high schools" herangezogen.

Für die Aufnahme an eine dieser Universitäten sind zwei Jahre Unterricht in naturwissenschaftlichen Fächern während der „high school" verlangt, wobei mindestens zwei der folgenden drei Fächer absolviert worden sein müssen: Biologie, Chemie, Physik. Empfohlen ist der Besuch von drei Jahren naturwissenschaftlicher Unterricht. Üblicherweise wird jedes Fach ganzjährig mit fünf Wochenstunden unterrichtet. Da die meisten Schulen Biologie und Chemie im ersten, zweiten oder dritten Jahr anbieten, sind die beiden verpflichtenden Jahre dadurch bereits abgedeckt. Physik wird häufig nur für das letzte Schuljahr (12. Schulstufe) angeboten und ist damit in den meisten Schulen kein Pflichtfach. Größere öffentliche „high schools" bieten oft den Grundkurs Physik im dritten Jahr an, nachdem die SchülerInnen jeweils ein Jahr Biologie und Chemie besucht haben. Für das

vierte Jahr werden oft für sehr interessierte SchülerInnen „AP-Kurse" (AP steht für „Advanced Placement") angeboten, die teilweise an Colleges und Universitäten angerechnet werden. „Physics AP" wiederholt praktisch den Grundkurs Physik mit stärkerer Betonung auf mathematische Problemlösung und mit geringerem Experimentieranteil.

Aus der Reihenfolge Biologie, Chemie und dann Physik des Angebotes an den meisten Schulen ergibt sich, dass Physik meist nur von SchülerInnen besucht wird, die an einer guten Universität studieren möchten. Es ist ohne weiteres möglich, ein abgeschlossenes Studium an einer Universität vorweisen zu können, ohne jemals Physikunterricht besucht zu haben. In privaten Schulen, die vollkommene Eigenbestimmung haben, ist die Variationsbreite des Angebotes größer. Manche bieten nur einen allgemeinen Physikkurs an. Andere verfolgen die Philosophie, dass der Physikunterricht die grundlegenden naturwissenschaftlichen Kenntnisse, die Denkweise und die experimentellen Techniken vermittelt, auf welche schließlich der komplexere Chemie- und Biologieunterricht aufbauen können. Diese Schulen bieten verpflichtend Physik mit möglichst wenig Mathematik und viel Laborunterricht bereits im ersten Jahr der „high school" (9. Schulstufe) an, danach Chemie, danach Biologie. Wenn es die jeweiligen SchülerInnen wünschen, können sie im letzten Jahr zwischen einem AP-Kurs aus Physik, Chemie oder Biologie wählen oder auch keinen naturwissenschaftlichen Unterricht besuchen. Damit können kalifornische SchülerInnen frühestens in der neunten Schulstufe einen Physikunterricht besuchen. Allerdings lernen sie viel Physik im „science"- Unterricht der „middle school".

In der Schule, an welcher ich unterrichtete, wird Physik nur im letzten Schuljahr angeboten. Es gibt zwei verschiedene Physikkurse mit unterschiedlichen Niveau: „Conceptional Physics" und „Physics 1-2" mit stärkerer mathematischer Ausrichtung. Welcher Kurs von welchen SchülerInnen besucht wird, hängt von deren Notendurchschnitt in den naturwissenschaftlichen Fächern (Ökologie und Umweltkunde, Biologie, Physiologie, Chemie) in den vergangenen Jahren ab. Der Abschluss von je einem Jahr Biologie und Chemie mit guten Noten war Voraussetzung für den Besuch eines Physikkurses im letzten Schuljahr. Der Gegenstand Physik hat dadurch zu meinem Bedauern den Anschein des Elitären, als sei er nur etwas für begabte SchülerInnen. Etwa 60% der SchülerInnen besuchen dort Physik, was angeblich weit über dem Durchschnitt liegt.

Meine SchülerInnen und ich sahen einander viermal pro Woche zum Physikunterricht. Montag, Donnerstag und Freitag war die Unterrichtsstunde jeweils 45 Minuten lang. Dienstag oder Mittwoch sah ich jeweils nur eine meiner beiden Klassen, jedoch betrug die Unterrichtsdauer 70 Minuten. Dem üblichen Schema folgend widmete ich das Wintersemester der Mechanik und Thermodynamik, im Sommersemester setzten wir uns mit der Elektrizitätslehre und der Wellenlehre (Akustik und Optik) auseinander.

Die Schule besitzt eine ausreichende Ausstattung für Demonstrationsexperimente. Anregungen für SchülerInnenexperimente mit Materialien der täglichen Lebenswelt holte ich mir aus dem verwendeten Schulbuch, aus privaten aus Österreich mitgebrachten Büchern und dem vom Exploratorium in San Francisco herausgegebenen „Snack book" (www.exploratorium.edu/snacks/).

Die Materialien besorgte ich in diversen Supermärkten, Heimwerkermärkten oder Büromaterialgeschäften und bekam die Kosten umgehend vom „science department chair" bar gegen Vorlage der entsprechenden Rechnungen ohne bürokratischen Aufwand und Rückfragen ersetzt, sofern wiederverwendbare Materialien und Geräte in der Schule blieben. Die naturwissenschaftliche Abteilung der Schule hat ein eigenes Budget für Materialien und Konferenzbesuche. Wie viel eine Lehrkraft ausgibt, gilt durchaus als Indikator für deren Engagement. Wer mehr Geld ausgibt, organisiert wohl mehr SchülerInnenexperimente und bildet sich auf Tagungen fort. Die SchülerInnen mussten bei SchülerInnenexperimenten immer ein Laborprotokoll verfassen, das unter Umständen zu Hause fertig zu stellen war. Sie hatten eine Einführung erhalten, wie dieses Protokoll auszusehen hat.

Dominiert war das Schuljahr durch die bereits zur Schultradition gehörenden drei großen Projekte „Holzrennauto", „Mausefallenauto" und „Motor", die in einem separaten Bericht (Projekte im Physikunterricht in den USA – Erfahrung und Beispiele) beschrieben sind. Die Teilnahme an diesen großen Projekten war Pflicht. Daneben gab es noch kleinere Projekte auf freiwilliger Basis, wobei es sich um Gruppenreferate mit Posterpräsentationen zu verschiedenen Erweiterungs- und Vertiefungsthemen handelte. Alle Poster wurden in der Schule das ganze Jahr über ausgestellt.

Jede SchülerIn erklärte darüber hinaus einmal pro Semester in Form eines kleinen Referates ihren MitschülerInnen Hausübungsrechenbeispiele, die sie auf Overheadfolie vorbereitet hatten. Weiters gab es die Möglichkeit, Einzelreferate über eine Physikerin oder einen Physiker zu halten, wobei ich sie ermutigte, nicht nur amerikanische PhysikerInnen zu wählen. Unter anderen gab es Referate über Wolfgang Pauli, Ernst Mach, Christian Doppler, Erwin Schrödinger, Ludwig Boltzmann, Nikola Tesla. Gegen Ende des Schuljahres fragten mich SchülerInnen, wie es denn komme, dass man von Österreich immer nur als einem Land höre, das in der Musik, im Schisport und in der Psychoanalyse Geschichte gemacht habe.

Sehr positiv war, dass die großen Physikprojekte von der Schuladministration, aber auch von den LehrerkollegInnen vorbehaltlos unterstützt wurden. Für das Holzrennautoprojekt stellte der Administrator der Schule seine private Schleifmaschine zur Verfügung. An den Abgabetagen der großen Projekte wurden keine Tests in anderen Gegenständen angesetzt. Die meisten anderen LehrerInnen gestalteten ihre Stunden an diesen Tagen locker und ließen sich von den stolzen SchülerInnen ihre Produkte zeigen.

Intensiver war das Motorprojekt. Die Einreichung war bei diesem Projekt nicht auf einen bestimmten Tag festgelegt,

sondern jeweils am Mittwoch am Nachmittag bis 16:00 Uhr über mehrere Wochen hinweg möglich, wobei für jede Woche Punkte abgezogen wurden. Weiters wurde je eine Stunde an zwei Nachmittagen als Frage- und Diskussionszeit über den Motor angeboten. Da zu diesen Zeiten immer mehrere SchülerInnen mit ihrem Projekt kamen, ergab sich die gegenseitige Beratung der SchülerInnen zu diesen Zeiten von selbst und wurde selbstverständlich ermutigt. Oft waren auch SchülerInnen, die ihr Projekt bereits abgegeben hatten, freiwillig da, um ihren MitschülerInnen zu helfen. Das Motorprojekt wurde von der Schuladministration insofern unterstützt, dass es nicht möglich war, den Physikkurs ohne die Abgabe eines funktionierenden Motors abzuschliessen.

Für die meisten meiner amerikanischen SchülerInnen waren die Projekte das Interessanteste und Lustigste am ganzen Physikunterricht. Nicht ein einziges Mal hörte ich negative Bemerkungen über den Arbeitsaufwand. So genannte „Projektmüdigkeit" konnte ich nie feststellen. Vielmehr fand ich eine 100%ige Beteiligung aller meiner SchülerInnen bei allen drei Projekten vor, was angeblich in den Jahren davor nie vorgekommen war.

Disziplin

Keine Sorgen muss man sich darüber machen, Verhalten und Leistung zu trennen. Schlechtes Benehmen in der Klasse kann und soll sich in der Mitarbeitsnote niederschlagen. Notendruck ist allerdings keine brauchbare Disziplinierungsmaßnahme und kann ein Schuss in den eigenen Fuß sein. Besonders in Privatschulen hat sich eingebürgert, am Ende des Schuljahres Noten nach oben zu korrigieren, ohne zusätzliche Leistungen zu verlangen. Mit dem hohen Notendurchschnitt an der Schule wird Werbung für Neuanmeldungen gemacht sowie SchülerInnen und deren zahlende Eltern zufrieden gestellt. Daher kommt auch die schon weithin beklagte Noteninflation.

Übliche Vorgangsweisen bei Störungen sind böser Blick, verbale Warnung, Mitarbeitsminus, zusätzliche Hausübung, Aufforderung zu einem Vieraugengespräch nach der Stunde oder nach der Schule, Telefonanruf bei den Eltern, Vergabe einer „detention" (Nachsitzen nach der Schule), Verweis aus der Klasse und Suspendierung aus der Schule für einen oder mehrere Tage. Die Suspendierung aus der Klasse oder der Schule für einen beschränkten Zeitraum zeigt, dass die Teilnahme am Unterricht kein Recht, sondern ein Privileg darstellt, das durch Fehlverhalten verloren werden kann. Hausübungen gelten für den Zeitraum der Suspendierung als nicht erbracht und können nicht nachgeholt werden. Aufgrund einer Suspendierung versäumte Tests werden als negativ mit null Punkten beurteilt gezählt. Gewalt gegenüber Lehrkräften oder SchülerInnen oder Drogenhandel haben den gänzlichen Verweis aus der Schule zur Folge. Auch würde man vermutlich erwarten, dass es an Privatschulen weniger disziplinäre Probleme als an öffentlichen gibt. Da kommt es wahrscheinlich sehr auf die jeweilige Schule an. Manche Privatschulen haben sich auf die Ausbildung von Jugendlichen mit Verhaltensproblemen spezialisiert. Nicht so diese katholischen Schule, doch liegt die Klassenschülerzahl durchschnittlich bei 30 SchülerInnen. Eine Kollegin, die von dieser Schule an eine öffentliche Schule mit nicht besonders gutem Ruf wechselte, sagte mir, dass sie dort weniger disziplinäre Probleme habe, und zwar aus zwei Gründen: In der öffentlichen Schule kreuzen SchülerInnen, die gerade keine Lust haben, einfach nicht auf. Oft sei nur die halbe Klasse da. In der Privatschule sind fast immer alle da, ob sie wollen oder nicht, da die Eltern sofort angerufen, wenn SchülerInnen fehlen. Und in der Privatschule geben LehrerInnen oft klein bei, um Meinungsverschiedenheiten mit zahlenden Eltern zu vermeiden.

Mir kam der Projektunterricht sehr zu Hilfe. Der schönste Effekt des Projektunterrichts war, durch die Zusammenkünfte am Nachmittag, SchülerInnen einzeln und viel persönlicher kennen zu lernen. Menschlich bereichernd waren vor allem die offenen Gespräche, die aus den vielen gemeinsam verbrachten Stunden mit den SchülerInnen erwuchsen.

Der Lehrberuf wurde zu meinem Erstaunen von ihnen vielfach als sehr idealistisch und sozial eingeschätzt. Die SchülerInnen lernten den Menschen hinter der Lehrerin kennen. Sie erlebten mich nicht nur als jemand, der vorgibt und beurteilt, sondern der mit ihnen arbeitet und ernsthaft daran interessiert ist, ihnen ein Umfeld zu bereiten, das Lernen und Verstehen unterstützt. Daher hatten die SchülerInnen wenig Anreiz, die Lehrkraft disziplinär zu fordern.

Physik-Fachbereichsarbeiten-Prämierung

Die erfreulich große Zahl von 18 Nominierungen für die Auszeichnung von Fachbereichsarbeiten zeigte ein weites Spektrum von bearbeiteten Themen.

Eine Jury schlug die folgenden drei Arbeiten dem Vorstand der Österreichischen Physikalischen Gesellschaft zur Prämierung vor:

Die Physik der klassischen Espressomaschine
Christoph Berg **BORG Dreierschützengasse Graz**
Betreuer: Mag. Heimo Hergan

Polarisation des Lichtes
Barbara Stiaszny **BRG Fadinger-Straße Linz**
Betreuerin: Mag. Monika Turnwald

Nanostructured Materials and Surfaces
Michael Ebner **Neues BG/BRG Leoben**
Betreuer: Dr. Gerhard Haas

v.l.n.r. Sexl-Preisträgerin Mag. Andrea Mayer, Olympiade-Teilnehmer, Preisträger der FBA-Prämierung und „Physikbotschafter des Weltjahrs der Physik" mit Mag. Eva Kasparovsky (bm:bwk), Mag. Helmuth Mayr, Dr. Gerhard Haas, Mag. Engelbert Stütz und dem FA-LHS-Vorsitzenden Prof. Helmut Kühnelt.

Weitere Nominierungen:

Wasserstoffaggregate – Die Brennstoffzelle
Christoph Ahamer **BG/BRG Gmunden**
Betreuer: Dr. Hermann Austaller

Die Anfänge des Fliegens
Gotteslästerung oder doch der größte Schritt der Menschheit
Gerd Aumayr **BG/BRG Knittelfeld**
Betreuerin: Mag. Roswitha Koch

Wärmepumpe
Heizen und Kühlen mit erneuerbarer Umweltenergie
Alexander Bargehr **BORG Lauterach**
Betreuer: Mag. Gerold Haider

Der Typhoon über dem Aichfeld - Eurofighter EF 2000
Martin Diewald **BG/BRG Knittelfeld**
Betreuerin: Mag. Roswitha Koch

Grundlagen der Quantentheorie
Marc Dünser **BG Bregenz**
Betreuer: Mag. Gerhard Rüdisser

Die Physik von Vergnügungsparks
Verena Fian **BG/BRG Ingeborg Bachmann Klagenfurt**
Betreuer: Mag. Helmut Joven

Die Physik des Hörens
Rajfa Grosic **BRG Fadinger-Straße Linz**
Betreuerin: Mag. Monika Turnwald

Szenarien über die mögliche Entwicklung des Universums
Felix Leditzky **BG Billroth Wien**
Betreuer: Mag. Gerald Hötzel

To Boldly Go Where No One Has Gone Before
Christian Leitold **BG/BRG Knittelfeld**
Betreuerin: Mag. Koch Roswitha

Wie gefährlich ist KABELLOS?
Elektrosmog durch Mobilfunk, Schnurlostelefon, Bluetooth und WLAN – Vorschläge für eine Expositionsminderung
Christoph Posch
BORG Erzherzog Johann Gymnasium Bad Aussee
Betreuer: Mag. Harald Gerstgrasser

Supraleiter
Von der Entdeckung bis zum Hochtemperatursupraleiter
Robert Schemitsch **BG/BRG Kirchengasse Graz**
Betreuerin: Mag. Karoline Schwingenschuh

Und er fliegt doch!
Die Aerodynamik des Hubschraubers
Peter Siebenhofer **BG/BRG Knittelfeld**
Betreuerin Mag. Roswitha Koch

Synchrotron Strahlung
Arno Tripolt **BG/BRG Carneri Graz**
Betreuerin: Mag. Ingrid Kortschak

Ausgewählte Experimente mit frequenter Hochspannung
Thomas Wenk **BGRG XII Wien**
Betreuer: Mag. Erwin Kohaut

Der Äther – über den Äther in der Physik
Thomas Wieninger **APP-BRG Innsbruck**
Betreuer: Dr. Otto Licha

Die Preisträger wurden zur Festsitzung der ÖPG an die Universität Wien eingeladen und der Versammlung vorgestellt.

Roman Ulrich Sexl-Preis der ÖPG 2005

Für besonders erfolgreiche und motivierende Lehre wurde vom Vorstand der ÖPG der Sexl-Preis 2005 an

Mag. Andrea Mayer

verliehen.

In der Nominierung wurde die in mehreren Publikationen auf der IMST-Homepage dokumentierte innovative Nutzung von Internet und anderen Medien im Unterricht, die Bereitstellung von flexibel nutzbaren Unterlagen über die von Mag. Andrea Mayer geschaffene Website PHYSICSNET und die konzeptionelle Arbeit für den Aufbau der Naturwi ssenschaftswerkstatt und des IMST-MNI-Fonds sowie ihre Betreuungsarbeit in diesen Aktivitäten hervorgehoben.

Mag. Andrea Mayer unterrichtet am BG12, Rosasgasse Wien und betreut im IMST-MNI-Fonds den Schwerpunkt „Lernen und Lehren mit neuen Medien"

Herzliche Gratulation!

36. Internationale Physikolympiade in Salamanca, Spanien

Goldmedaille für Christian Hofstadler
Von 3. bis 12. Juli 2005 fand in Salamanca die diesjährige internationale Physikolympiade statt.

Christian Hofstadler (HTL Leonding) erreichte den 25. Platz und damit eine der 45 Goldmedaillen.
4. Plätze für Stefan Hierz (BGRG Graz Pestalozzistraße) und **Arno Tripolt** (BGRG Graz Carnerigasse) (Honorable Mention). **Katharina Doblhoff-Dier** (BGRG 19 Billrothstraße 26 Wien) und **Thomas Madl** (HTL Spengergasse Wien) nahmen erstmals an der IPhO teil.

Neben dem langjährigen Betreuer Ing. Mag. Helmuth Mayr kümmert sich nun Mag. Engelbert Stütz anstelle von Dir. Mag. Günther Lechner um das Team.

Team und Betreuer waren Gäste der ÖPG bei der Festsitzung im Rahmen der ÖPG-Jahrestagung 2005 an der Universität Wien. Leider fehlten Christian Hofstadler und Thomas Madl aus schulischen Gründen.

Herzliche Gratulation zur schönen Leistung des Teams und besonders dem Goldmedaillengewinner

Nobelpreisträger- und Sonderausstellung „Was ist Leben"

[redacted]

der Karl Franzens Universität Graz

8. Oktober 2005 bis 31. Jänner 2006
Mo. bis Fr. 10-16 Uhr

Haus der Wissenschaft
Zeitgeschichtelabor, Science-Tunnel
8010 Graz, Elisabethstraße 27
Haupteingang Beethovenstraße 12
Tel.: 0316/380-2623, 0316/380-2622
Führungen für Schulen gratis

Freihandexperimente

Ölbrand mit Apparatur

Werner Rentzsch

Material: Stativmaterial, Blechdose, Rolle, Verbrennungslöffel, Faden, Drahtbügel, Brenner, diverse Werkzeuge, Speiseöl, Zeitungspapier, Schutzbrille

Vorbereitung: Bohre mit einem Stichling in den unteren Teil einer Konservendose zwei kleine Löcher auf gegenüberliegenden Seiten. Biege aus einem Drahtkleiderbügel eine Achse; biege den Bügel so, dass die Dose nicht verrutschen kann. Das dritte Loch für den Faden bohrst du am oberen Rand.

Die Aufhängung ist so beschaffen, dass die Dosenöffnung ohne Wasserfüllung nach unten zeigt. Baue die Apparatur wie in Abb. 1 zusammen.

Fülle Wasser in die Dose (der Wasserspiegel sollte unter den Lochöffnungen liegen) und fülle den Verbrennungslöffel ca. zur Hälfte mit Speiseöl. Richte die Dose so ein, dass das Wasser bei Zug am Faden in den Löffel fließt.

Stelle den Brenner unter den Verbrennungslöffel und warte, bis sich das Öl entzündet.

Zieh am Faden. Abb. 2

Das brennende Öl wird durch das verdampfende Wasser fein verteilt und es entsteht eine Stichflamme.

Abb. 1

Abb. 2

Hinweise:

- Vor dem Versuch sollte gut mit Zeitungspapier abgedeckt werden.
- Vor dem Löschen Brenner entfernen – Verschmutzungsgefahr.
- Nicht zu lange mit dem Löschen warten – Faden kann durchbrennen.
- Abstand halten!
- Echte Ölbrände dürfen natürlich nie mit Wasser gelöscht werden.

Anmerkung der Redaktion:

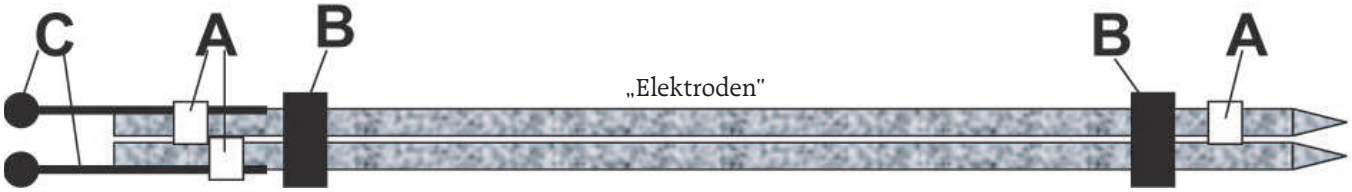
Jede Person, die diese spektakuläre Demonstration vorführt sollte sich der Gefährlichkeit ihres Tuns bewusst sein. Dies gilt in noch höherem Maße bei Versuchsdurchführung in geschlossenen Räumen. Angesichts des hohen Sicherheitsbewusstseins und Ausbildungsstandes der österreichischen Lehrkräfte hält die Redaktion die Veröffentlichung für vertretbar, lehnt aber jegliche Haftung bei Unfällen ab.

Bleistiftminen-Akku

Herbert Klinglmair

Material:

- zwei 6B-Bleistiftminen (z. B. TK 9071 von www.faber-castell.com, l = 130 mm, Dm. = 3,15 mm)
- drei ca. 2 mm lange Stücke eines Infusionsschlauches (dünnwandig, Außendurchmesser ca. 4 mm; z. B.: „Braun Intrafix Air"; siehe Skizze: **A**)
- zwei (Gummi)schlauchstücke, ca. 2 mm lang (Innendurchmesser ca. 5 mm; siehe Skizze: **B**)
- zwei Stecknadeln (evtl. mit Köpfen rot/blau)
- zwei Messleitungen mit Krokodilklemme und 4-mm-Stecker (www.conrad.at, Best.-Nr. 139785 07 bzw. 139769-07) oder zwei Messstrippen mit Krokoklemmen (www.winklerschulbedarf.com, Art-Nr. 4250) und evtl. zwei 4-mm-Verbindungsstecker (für Buchsen am Netzgerät; z. B. www.conrad.at, Best.-Nr. 59 23 90-55)
- Gleichspannungsquelle 10 - 30 V
- empfindlicher Elektromotor (z. B. Mikromotor mit Farbscheibe; Betriebsspannung maximal 1,5 V; Anlaufspannung / -strom: ca. 100 mV / ca. 10 mA; Gambke-Physik, Artikelnummer 23002)
- passendes (Weißglas)gefäß oder Reagenzglas, mit Leitungswasser gefüllt (nur so hoch, dass die beiden Stecknadeln C nicht ins Wasser eintauchen)
- eventuell schmale Streifen Leukoplast (siehe unten, Variante 1)
- eventuell kleines Stück Papierhandtuch und große, mit Kunststoff überzogene Büroklammer (siehe unten, Variante 2)
- kurzes Stück Isolierband (Klebeband) oder Kunststoffolie (siehe unten, Varianten 1 und 2)



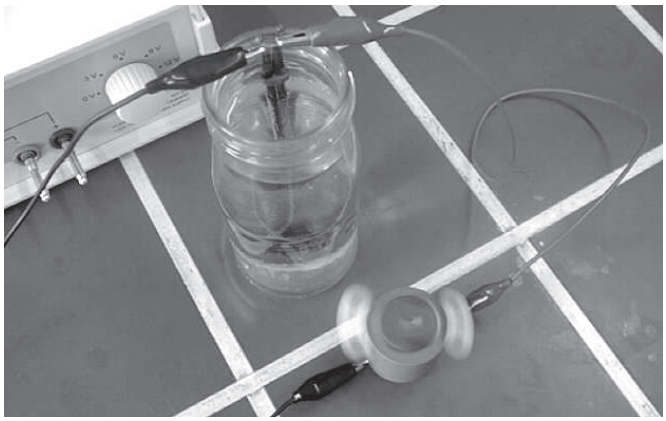
Zwei Infusionsschlauchstücke **A** werden über jeweils ein Ende der einen Bleistiftmine geschoben, ein weiteres derartiges Stück über das stumpfe (obere, in der Skizze linke) Ende der anderen Mine. Die eng (deutlich weniger als 1 mm) nebeneinander liegenden Minen werden durch die zwei Schlauchstücke **B** miteinander verbunden. Die Nadeln **C** steckt man an den jeweiligen stumpfen Enden der Stifte durch die Schlauchstücke A. (Wenn man die Kabel nicht direkt an die Bleistiftminen, sondern an die Stecknadeln klemmt, vermeidet man einen ansonsten spürbaren Grafitabrieb bzw. -verschleiß, und man vermindert auch das Kurzschlussrisiko – siehe Variante 1.)

Variante 1: Eine 6B-Mine wird jeweils etwa einen halben Zentimeter von ihren beiden Enden entfernt mit schmalen Leukoplaststreifen umwickelt und hierauf eine zweite Mine in eine weitere Umwicklung mit einbezogen. Man erhält auf diese (oder ähnliche) Weise ein knapp nebeneinander liegendes „Elektroden"-Paar. Es empfiehlt sich, zwischen den beiden ungespitzten (= oberen, aus dem Wasser heraus ragenden) Enden der Minen, also dort, wo die Kabel anzuklemmen sind, ein kleines Stück Isolierband o. ä. anzubringen, um so der Möglichkeit eines Kurzschlusses vorzubeugen.

Variante 2: Zwei nebeneinander liegende 6B-Minen sind durch eine Lage eines Papierhandtuches voneinander getrennt. Dieses „Elektroden"-Paar wird durch den größeren, innen liegenden Bügel einer über den Gefäßrand gesteckten großen Büroklammer (Kunststoffüberzug!) gesteckt. Wie in Variante 1 ein Stück Isolierband zwischen den beiden oberen Enden der Minen anbringen!

Elektrische Ladung:
10 – 30 V (siehe oben); Ladestrom minimal;
Ladezeit: ein paar Sekunden oder auch etwas länger. Kurzschluss zwischen den beiden Kabelklemmen vermeiden! Es kann die Bildung von Wasserstoff- bzw. Sauerstoffgas beobachtet werden.

Elektrische Entladung:
über Mikromotor (siehe oben).



Exkursionsangebot der Physikalischen Institute der Technischen Universität Wien und der Österreichischen Akademie der Wissenschaften

Im Rahmen des „Internationalen Jahres der Physik 2005" werden von den genannten Instituten spezielle Angebote zu Führungen und Spezialinformationen über aktuelle Gebiete der Physik gemacht. Die Führungen sind für Schülerinnen und Schüler der 5. – 8. Klasse einer AHS/BHS vorgesehen.

Atominstitut der Österreichischen Universitäten, TU Wien

Stadionallee 2, 1020 Wien (U3 - Schlachthausgasse)
Kontaktperson: HR Dr. Gideon RÖHR
Tel: (01)-58801-14195
e-mail: roehr@ati.ac.at
Termin: jederzeit, nach Vereinbarung
Themengebiete: Forschungsreaktor, Tieftemperaturlabor, Strahlenschutz, Supraleitung, Spurenanalyse

Institut für Allgemeine Physik der TU Wien

Wiedner Hauptstraße 8-10, 5. Stock –roter Bereich– Turm C
1040 Wien (U1, U2 und U4 - Karlsplatz)
Kontaktperson: Prof. Dr. Friedrich AUMAYR
Tel: (01)-58801-13430
e-mail: aumayr@iap.tuwien.ac.at
Termin: nach Vereinbarung
Themen: „PLASMA – Werkzeug und Energiequelle der Zukunft", Führung durch High-Tech-Labors, die einen Einblick in die faszinierende Welt des 4. Aggregatzustandes der Materie gibt.

Institut für Festkörperphysik der TU Wien

Wiedner Hauptstraße 8-10, 6-9 Stock, gelber Bereich – Turm B, 1040 Wien (U1, U2 und U4 Karlsplatz)
Kontaktperson: Prof. Dr. Johann WERNISCH
Tel: (01)-58801-13769
e-mail: johann.wernisch@tuwien.ac.at
Termin: nach Vereinbarung
Themen: Gefahrenpotential Asbestfasern - Rastermikroskopische Darstellung derartiger Fasern, Elektronenstrahlmikroanalyse

Kontaktperson: Prof. Dr. Maria EBEL
Tel: (01)-58801-13766
e-mail: maria.ebel@tuwien.ac.at
Termin: nach Vereinbarung
Themen: „Der äußere lichtelektrische Effekt, Röntgenphotoelektronenspektroskopie

Kontaktperson: Prof. Dr. Walter STEINER
Tel: (01)-58801-13771
e-mail: walter.steiner@tuwien.ac.at
Termin: nach Vereinbarung
Themen: Erzeugung tiefer und tiefster Temperaturen, Gasverflüssigung, weitere Kühlmethoden um nahe zum absoluten Nullpunkt der Temperaturskala zu kommen.

Institut für Hochenergiephysik der Österr. Akademie der Wissenschaften:

Nikolsdorfergasse 18, 1050 Wien
Kontaktperson: Dr. Wolfgang LUCHA
Tel: (01)-544-73-28
e-mail: wolfgang.Lucha@oeaw.ac.at
oder Christine Kastenhofer
Tel: (01)-544-73-28/25
Termin: nach Vereinbarung
Themen: Quarks, Higgs, Susy, Strings? Woraus besteht das Universum? Was hält die Welt im Innersten zusammen? Reise in den Mikrokosmos. Geheimnis der dunklen Materie.

Institut für Physikal. Chemie, Uni-Wien (TU-Labor)

Wiedner Hauptstrasse 8-10, 4. UG-roter Bereich – Turm C
1040 Wien
Kontaktperson: Prof. Dr. Harald Kauffmann
Tel: (01)58801-36276
e-mail: kauffm@ap.univie.ac.at
Termin: nach Vereinbarung
Themen: Moleküle und ihre Wechselwirkung mit Femtosekunden-Laserpulsen (sub-20fs) – Femto-Chemische Physik; Besichtunge der Labors, Experimente zur Quantendynamik, Nichtlineare Spektroskopie im Grenzgebiet Physik/Chemie

Institut für Photonik, Institut für Festkörperelektronik, Zentrum für Mikro- u. Nanostrukturen der TU Wien

Gusshausstrasse 25-29 und Floragasse 7, 1040 Wien
Kontaktperson: Elfriede LOHWASSER
Tel: (01)-58801-38703
e-mail: elfriede.lohwasser@tuwien.ac.at
Termin: Donnerstag, 23. Juni 2005, 9h – 12h
Themen: Die kürzesten Laserpulse der Welt – Einstein hätte seine Freude gehabt. Besichtigung des Laserlabors und des Zentrums für Mikro- und Nanostrukturen.

Gesamtkoordination: Prof.Dr. Helmut Rauch
Tel: (01-58801-14101 **e-mail:** rauch@ati.ac.at

Exkursionsangebot der Physikalischen Institute der Universität Wien

Die Fakultät für Physik bietet Führungen und Gespräche mit Forschungsgruppen während des Studienjahres und besonders zu Ende des Sommersemesters an.
Es wird um Kontaktaufnahme per e-Mail (Vorname(n) und Nachname durch Punkt getrennt, dann @univie.ac.at, z.B. peter.christian.aichelburg@univie.ac.at) oder per Telefon:
(01) 4277-51101 (Sekretariat Experimentalphysik)
(01) 4277-51301 (Sekretariat Materialphysik)
(01) 4277-51501 (Sekretariat Theoretische Physik)
(01) 4277-51701 (Sekretariat Isotopenforschung und Kernphysik)
bzw. bei den einzelnen Referenten gebeten.

Institut für Experimentalphysik

Strudlhofgasse 4, 1090 Wien

Prof. Armin Fuith (51139): Zucht von Einkristallen – Zucht aus Lösungen, Bestimmung von Fehlstellen durch Röntgenstrahlung und Beobachtung im Mikroskop

Prof. Wilfried Schranz (51171): Strukturumwandlung in Kristallen – Optische Untersuchungen, Flüssigkristalle, Messungen der dielektrischen Eigenschaften und der Wärmekapazität

Prof. Paul Wagner (51174): Aerosole-Wolken-Klimaveränderung – Kondensationskerne, Wolkenbildung, Strahlungsbilanz in der Atmosphäre, Wilson-Kammer, Lichtstreuung an kondensierten Teilchen

Prof. Paul Wagner (51174): Dopplereffekt bei Laserwellen – Kohärenz von Laserstrahlen, Änderung der Lichtfrequenz bei Streuung an bewegten Partikeln, moderne Methoden zur Strömungsuntersuchung

Prof. Anton Zeilinger (51201): Fundamentale Physik mit Laser- und Materiewellen – Photonen und ihre Polarisation, Erzeugung von korrelierten Photonen, Überlegungen zur Teleportation, Optik von Materiewellen

Institut für Materialphysik

Strudlhofgasse 4, 1090 Wien

Prof. Viktor Gröger (51442): Warum Computer und Handys manchmal versagen – Berührungslose Präzisionsmessung der Festigkeit und Wärmedehnung hauchdünner Folien und Drähte mittels elektronischer Kameras, Demonstration von Laser-Speckles-Mustern und ihrer Bewegung.

Prof. Viktor Gröger (51442), Dr. Franz Sachslehner (51444) Luftverflüssigung – Thermodynamische Hauptsätze, Maschinen, Stirlingscher Kreisprozess, Experimente zu Eigenschaften und Verwendung von flüssigem Stickstoff und flüssiger Luft

Prof. Hans-Peter Karnthaler (51307): Elektronenmikroskopie –„Atome sehen" in: direkter Abbildung im Durchstrahlungselektronenmikroskop, Materiewellen, atomare Struktur von Metallen, Probenpräparation

Prof. Wolfgang Lang (51424), Prof. Alfred Philipp (51421): Hochtemperatursupraleitung – Keramische Supraleiter mit Übergangstemperaturen über 100 K, Demonstration eines widerstandsfreien Stromkabels und einer Supraleiter-Magnet- Schwebebahn

Prof. Herwig Peterlik (51350): Röntgenstreuung – Untersuchung von Strukturen im Nanometerbereich, z.B. Porenbildung In Verbundwerkstoffen im Hochtemperaturbereich und Größe von Mineralkristallen im biologischen Verbundwerkstoff Knochen

Dr. Viktor Schlosser (51428): Photovoltaik - Strom aus der Sonne – Das Prinzip der Solarzelle wird erklärt und Anwendungsbeispiele werden vorgeführt

Prof. Gero Vogl (51303): Wenn Atome springen und Euromünzen von Land zu Land wandern – Euromünzenexperiment zum Angreifen, Vorführung Laser-Speckle-Experiment, Erklärung der Möglichkeiten die sich für Experimente an den modernsten Großforschungsanlagen der Welt (Synchrotrons in Frankreich, USA, Japan) ergeben.

Institut für Isotopenforschung und Kernphysik

Währingerstraße 17, 1090 Wien

Prof. Harry Friedmann (51760): Umweltradioaktivität – Radon in der Luft, Vorkommen der natürlichen Radionuklide, quantitative Erfassung durch Gammaspektroskopie

Dr. Robin Golser (51701): Umweltforschung durch Atomezählen – Ultrasensitive Massenspektroskopie mit der Beschleunigungsanlage VERA, Verwendung langlebiger in der Natur vorkommender Radioisotope

Prof. Eva Maria Wild (51701): Altersbestimmung – Uran-Serienmethode zur Altersbestimmung, C14-Methode, Holz und Knochenproben, kernphysikalische Messtechnik

Institut für Theoretische Physik

Boltzmanngasse 5, 1090 Wien

Prof. Peter Christian Aichelburg (51505): Zeitreisen und Schwarze Löcher (Vortrag)

Prof. Franz Schöberl (51501): Elementarteilchen – Aufbau der Materie, Kräfte zwischen den Urbausteinen, Quarks, Gluonen, etc. Symmetrien. Mit Anwendungen in der Medizin und im täglichen Leben

Bücher

Über Naturwissenschaften lernen

Vermittlung von Wissenschaftsverständnis in der Grundschule

P. Grygier, J. Günther, E. Kircher

x + 200 S., ill., Schneiderverlag Hohengehren 2004,
ISBN 3-89676-813-1. EUR 16,--

Im genannten Werk werden neue Erkenntnisse der Lehr-Lernforschung, das Lehr-Lern-Modell eines moderaten Konstruktivismus und die aktuellen Inhalte einer alltagsorientierten Physik(!) auf eine besonders attraktive und anwendungsbezogene Weise zusammengeführt. Die Kürze der Darstellung auf 32 Seiten erhöht zwar die Wahrscheinlichkeit des Gelesenwerdens, zwingt aber auch zu Vereinfachungen und Aspektbetonungen, die der Komplexität des Themas nicht mehr vollständig entsprechen. Dies ist u.a. erkennbar an den Ausführungen auf S. 4, wenn „Konstruktivismus" als eine „spezifische Form des Instrumentalismus" erklärt und eine Differenzierung zwischen Weltanschauung und Lehr-Lern-Modell (Reinmann-Rothmeier, G.; H. Mandl 1995) nicht vollzogen wird.

Der im Teil 1 gewählte Einstieg in die Frage: Was ist „Wissenschaftsverständnis in der Grundschule?" ist gleichermaßen mutig wie hilfreich und entscheidend. Hier wird nach den Zielen gefragt, welche mit den naturwissenschaftlichen Konzeptionen erreicht werden sollen. Das ist äußerst begrüßenswert und verschafft dem Buch deutlich mehr Berechtigung bei Interventionen zur Verbesserung des Unterrichts in den Fächern Biologie, Chemie und Physik mitzuwirken, wenn diese im Heimat- und Sachunterricht wissenschaftspropädeutisch wirksam sein sollen. Grundschüler sind sehr wohl in der Lage, Hypothesen zu bilden und Fragen zu stellen. Was sie lernen müssen und wollen, ist die selbständige Durchführung und das Erleben der Verlässlichkeit einer experimentellen Überprüfung subjektiver Vorstellungen. Beides sind Elemente naturwissenschaftlicher Grundbildung. Hierzu liegt mittlerweile viel Untersuchungsmaterial vor, welches in wichtigen Anteilen in die überschaubare Literaturliste Eingang gefunden hat.

Der Weg zur Objektivierung im Kopf des Grundschülers verläuft über die Modellbildung mit schülergerechten Analogien und über spielerisches Handeln. Beides kommt dem kindlichen Tun entgegen und kann dem Lernprozess explizit dienstbar gemacht werden. Die Autoren zeigen hier erneut, dass ihnen die Anpassung der Vorschläge an das Lernen im Grundschulalter ein erklärtes Anliegen ist. Ihre erprobten Vorschläge machen neugierig und animieren zur eigenen Erprobung.

Die Orientierung am Grundschulniveau beruht auf einer sicheren Beachtung der kognitiven Fähigkeiten sowie der psychomotorischen Fertigkeiten, wie sie auf dieser Entwicklungsstufe vorausgesetzt werden können. Mit der Vorstellung und Zuordnung von inhaltsgerechten Methoden erfolgt auch die so notwendige Berücksichtigung der Interessenlagen der Schüler/innen. Sie wird über die gewählten Unterrichtseinheiten des zweiten Teils eingelöst. Die Themen sind motivierend, alltagsbezogen und zeichnen sich dadurch aus, dass die Beschäftigung mit ihnen ein Mitreden auch außerhalb des Unterrichts begünstigt.

À propos „Mitreden" und „Grundbildung"! Da der Titel des Buches von „Naturwissenschaften" spricht, wäre es sehr wünschenswert gewesen, neben dem Biologie-lastigen Teig-Thema auch ein „reineres" chemisches Phänomen, etwa die Verbrennung in die Beispielliste aufzunehmen. Auch aus der Literaturliste ist deutlich zu ersehen, dass die Autoren unter Naturwissenschaft hauptsächlich Physik verstehen. Das allerdings grenzt den Leserkreis ein. In jedem Fall erhält der Leser durch den fachlichen Hintergrund klare Vorstellungen von einem soliden Einstieg in interessante Themen und eine abgesicherte didaktische und mathetische Basis für die Umsetzungen im konkreten Unterricht. Experimente, Medien und pointierte Sachanalysen werden unaufdringlich zur Verfügung gestellt. Auch eine Lehrskizze, eine Art Stundenbild stehen je zur Auswahl.

Insgesamt steht es dem Buch gut an, dass es sich nicht als der „bessere Lehrer" darstellt. Es doziert nicht und es idealisiert nicht. Vielmehr beschreibt es die gemeinsame Schnittmenge, in der sich die praktizierenden Lehrer und die eher theorieorientierten Didaktiker ohne Bevormundungen und ohne Schmollen treffen und austauschen. Das Buch macht Mut, dem besseren Wissen und den guten Visionen Taten folgen zu lassen.

Prof. Dr. Michael A. Anton, Universität Wien
und Ludwig-Maximilians-Universität (LMU)
Didaktik und Mathetik der Chemie

Lehren und Lernen über die Natur der Naturwissenschaften

C. Hößle, D. Höttecke, E. Kircher

324 S., ill., Schneiderverlag Hohengehren 2004,
ISBN 3-89676-857-3. EUR 24,--

„Zur Welt der Wissenschaft gehören auch Kritik und Meinungsverschiedenheiten ..." (v. Falkenhausen, zitiert im vorzustellenden Werk auf S. 5) – auf sehr hohem, wissendem Niveau – möchte man ergänzen. Das Buch der beiden Physiker und der Biologin greift ein schwieriges und nicht-allgemeines Thema für den Unterricht in den naturwissenschaftlichen Fächern auf. Die Hinterfragung der „Natur der Naturwissenschaften" stellt sozusagen die letzte Konsequenz kritischer Sichtweisen auf „wissen-

schaftstheoretische, –ethische und –historische Aspekte" (S. 7) dar. Die hierzu angeführten Argumente werden kompakt an den Anfang gestellt.

Den Kollegen vor Ort soll Lust zum Nachvollziehen und Weiterdenken gemacht werden. Die Diktion dieses Problemaufrisses lässt jedoch diesbezüglich Bedenken aufkommen. Sie werden dann besonders ernst, wenn man sich den Wunsch („Vision") der Verfasser nach einem gleich lautenden Spiralcurriculum, beginnend in der Grundschule vorstellen möchte (S. 10). Das im Buch bearbeitete Thema einer überfachlichen Betrachtungsweise des Fachunterrichts, einer kritischen weil relativierenden In-Augenschein-Nahme von Aussagen, die Naturwissenschaftler aufgrund einer definierten Methodik der Hypothesenprüfung gewinnen konnten, ist in jedem Fall beachtens- und bedenkenswert. Die gerade in den ersten 20 und in den letzten 70 Seiten des Werks angeführten Argumente und Beispiele für eine solche Auseinandersetzung unterstützen das. Es ist jedoch fraglich, ob und in wie weit sich damit mehr Lehrer für Biologie, Chemie und Physik aufgefordert fühlen, die vorgeschlagenen Fragestellungen zu ihren eigenen zu machen und sie in ihre konkrete Unterrichtsplanung zu integrieren.

Vielleicht steht das Buch aber nur am Anfang einer diesbezüglichen Entwicklung, die deshalb möglich ist, weil jeder von uns Lehrern sehr wohl Erfahrungen damit gemacht hat, dass sich bereits mit Kindern und noch sicherer mit Jugendlichen durchaus vortrefflich philosophieren lässt ... unter idealen Umständen! Denn mit dem ab der Seite 23 aufbereiteten Exempel für eine Umsetzung des insgesamt überzeugend hergeleiteten Anliegens betreten die Autoren die praktische Ebene von Unterricht. Dabei ist die gewählte Einteilung der Ausarbeitungen nach den Schulstufen sehr begrüßenswert, da man sich damit von den BRD-länderspezifischen Schultypen weitgehend unabhängig zu machen versteht. Die akribischen Ausarbeitungen und aspektreichen Darstellungen (insbesondere in Kapitel 1.2 zur Bioethik) sind beachtenswert, auch wenn der Praxisbezug im Sinne einer raschen weil unkomplizierten Umsetzbarkeit unterschiedlich ausgeprägt ist (P. Grygier (Thema: Licht) vs. S. Mikelskis-Seifert & A. Leisner (Thema: Modelle)).

Will man jedes Beispiel allerdings einem der naturwissenschaftlichen Fächer zuordnen, so bleibt die Chemie unbedacht. Nur erahnbar findet sie sich in den Ausführungen zum Kapitel 6 (Naturwissenschaften lernen – Weltbilder ändern) wieder. Die Stellungnahmen von A. Woyke & V. Scharf helfen über dieses Perspektivendefizit einigermaßen, weil inhaltlich Gewinn bringend, hinweg. Dass mit dieser Unausgewogenheit der Titel des Gesamtwerkes nicht vollständig eingelöst werden kann, muss nicht hervorgehoben werden. Es lässt auch keinen Zweifel daran, dass dadurch der Leserkreis unnötig, jedoch folgenreich eingeschränkt werden wird. Diesem Effekt wird auch durch die einseitige Beispielwahl vielerlei Begriffserklärungen in der Einführung nicht gegengesteuert.

Nimmt man die Herausgeber bei ihrem Wort, wonach die Auseinandersetzung mit der „Metastruktur der Naturwissenschaften" bei den meisten Lehrern (noch) keine Tradition besitzt und mit „inadäquaten Vorstellungen" zu kämpfen hätte, dann sind sie der Lösung dieses Problems zumindest hier noch zu wenig nahe gekommen. Die Lektüre richtet sich eher an die Didaktiker, welche den Grenzen ihres Faches und der Vermittlung solcher Grenzziehungen und ihrer Folgen bereits sehr nahe gekommen sind sowie an die Interessierten aus den Geisteswissenschaften, die auch die gewissenhafte Literatursammlung honorieren werden. Letztere werden feststellen müssen, dass man ihre Argumentationslinien wie ihre eigene Selbstkritik nur wenig beachtet hat, obwohl eine zumindest ausschnittweise Gegenüberstellung beider von C. P. Snow 1987 kontrastierten Wissenschaften von Natur und Kultur den Problemhorizont deutlich heller und attraktiver aufscheinen hätte lassen.

Bleibt noch ein Hinweis auf die zu einseitige Behandlung dessen, was man heute unter „Technik" zu verstehen hat. Im Kapitel 1.1.4 (Technik und –wissenschaftsethische Aspekte, S. 14-18) wird dem aktuellen Selbstverständnis von Technik, wonach es sich nicht um 'angewandte Physik, Biologie oder Chemie' handelt, nicht deutlich genug Rechnung getragen. Die Technikdidaktiker sehen es nicht gerne, wenn „...Technik in szientistischer Verkürzung als angewandte Naturwissenschaft und als naturbeherrschendes Werken in praktizistischer Verkürzung bezeichnet wird." (Ropohl, G.: Technik als Bildungsaufgabe allgemeinbildender Schulen. In: Traebert, W. E.; Spiegel, H.-R. (Hrsg.): Technik als Schulfach, Bd. 1, S. 7-24.).

Insgesamt muss man die Absicht der Herausgeber und aller Autoren begrüßen, den Weg zur Diskussion des Begriffs der „Transdisziplinarität" (Defila, R. & Di Giulio, A (1998) S. 115) sowohl in Richtung einer gewissenhaften theoretischen als auch einer unterrichtspraktischen Anwendbarkeit leichter begehbar und attraktiver gemacht zu haben. Dass man bei seiner Passage immer noch hohe Motivation und eine gute Ausrüstung benötigt, darf man den mutigen Vorausgehern nicht zu sehr anlasten. Keinesfalls reduziert es den Lesewert des engagiert gestalteten Werks.

Prof. Dr. Michael A. Anton

Was ist guter Unterricht?
Hilbert Meyer

192 S., Cornelsen Berlin 2004,
ISBN 3-589-22047-3. EUR 12,95

„Ich werde dieses Buch empfehlen!"

Würde man die Bücher zur Methodik, die auf das Konto Hilbert Meyer gehen, zum Vergleich heranziehen, so handelt es sich beim neuen Buch um eine seriöse Abhandlung der allgemeinen Didaktik, die man ernst nehmen muss. Es ist weit mehr als ein Buch voller Ratschläge und erfahrungsgesättigter Tipps für den Anfänger bzw. für den sich der „Methodenvielfalt" öffnenden Berufskollegen. Die klare Diktion, die Begriffsklärung am Beginn und die ansprechende Strukturie-

rung der Thematiken unterstreichen die wertvolle und überaus notwendige Integration der pädagogischen Psychologie, der Lernbiologie sowie der Neurophysiologie wie auch der Ergebnisse aus der fachdidaktischen Unterrichtsforschung. Diese Konzeption macht das Buch zu einem sehr bedeutsamen Helfer für Schule und Lehrerbildung, für den reflektierenden theorieinteressierten Lehrer und für den praxisinteressierten Fachdidaktiker. Der sich mitunter einstellende Eindruck eines Rezeptbuches oder gar einer Handlungsanweisung mit Erfolgsgarantie ergibt sich aus der gewählten Ordnung. Er verfliegt allerdings beim Lesen, wenn sich die Ernsthaftigkeit und die Selbstkritik des Autors in den Vordergrund drängen.

Mit diesem Buch hat die „Allgemeine Didaktik" wieder Boden gewonnen und der Pädagogik, die sich so schwer tut, die aktuellen Probleme der Schule auf überzeugende Weise zu ihrem Interessengebiet zu erheben, einen wichtigen Dienst erwiesen. „Was ist guter Unterricht?" gliedert sich ein in die Reihe „Vom Schüler her unterrichten" (W. Wiater) [1] und „Lehreraufgabe Unterrichtsplanung!" (W.H. Peterßen) [2]. Es greift bedeutsame Entwicklungen der Fachdidaktik (S. und C.v. Aufschnaiter) [3] genauso auf wie die besonders wichtigen jedoch meist übersehenen Aspekte des Lehrens und Lernens, etwa das „implizite Lernen" (F. E. Weinert, H. G. Neuweg). Hier wäre es von großem Nutzen gewesen, auch den Begriff der Mathetik, der Lehre vom Lernen zu verwenden, den H.v. Hentig wie selbstverständlich einsetzt [4] und der bei P.O. Chott [5] und beim Verfasser dieser Zeilen zur Beschreibung der Schülerorientierung wieder belebt worden ist.

Zeitweise kann den Leser das Gefühl beschleichen, dass H. Meyer auch bei den Zitationen der Pädagogen eine überzeugende Auswahl getroffen zu haben scheint (F. Oser, J. Oelkers u. a.). Auch die Schnittstellenproblematik hinsichtlich der Vorkenntnisse der Kinder und Jugendlichen sowie hinsichtlich deren Mitsprachekompetenz, die im Unterricht weitaus mehr Beachtung und Nutzung erfahren müssen als dies landläufig bis heute der Fall ist, wird über gewichtige Quellen aufgegriffen (K. Möller et al., S. Gruehn). Dennoch gibt es Rückfälle dieser Emanzipationsbemühungen [6], die sich über Kapitel 3 und dann 4 wenig attraktiv in den Vordergrund drängen. Die Chancen für den berufsorientierten Lehrer, seine „Alltagsvorstellungen zum guten Unterricht weiterzuentwickeln" (S. 133) werden durch zunehmende Komplexität und Unübersichtlichkeit verdünnt. Zu Vieles wird jetzt gedrängt angeboten, die Sprache unattraktiv und die Lesefreude strapaziert. Teilweise gipfelt dies in der Kommentierung der „Didaktischen Landkarte" (S. 163-165), was durch die Unleserlichkeit der Abb. 4.3 noch unterstützt wird.

Natürlich kann dieses Mit-ins-Boot-holen so vieler Argumentationshilfen für den „guten Unterricht" nicht ohne Verzicht auf Ausführlichkeit gelingen. Und so ist es dem Leser nicht zu ersparen, sich mit den Hintergründen zu den sehr plausiblen „Zehn Merkmale(n) guten Unterrichts" im zweiten Arbeitsgang genauer zu beschäftigen. Erfahrene können aber bestätigen, wie Gewinn bringend diese Arbeit sein kann und wie sehr sie als wesentlicher Teil der Lehrerprofession erlebt werden kann. Die Theorie ist kein Additum, keine Kür für den Praktiker, sondern eine unverzichtbare Notwendigkeit. Das gilt ebenso für den Theoretiker, der ohne Kontrolle durch die Praxis in seinen Aussagen gerechterweise unhörbar werden muss.

Mit diesem Buch ist es H. Meyer besser als bisher gelungen, die Schnittstelle zwischen den Lehrerbildnern und den Lehrern nicht nur klarer zu zeichnen, sondern auch für eine jetzt noch leichter mögliche Zusammenarbeit aufzubereiten. Denn die Lehrer, welche schon immer guten Unterricht ermöglichten und solche, die um eine stete Verbesserung ringen und die das Buch mit offenem Herzen gelesen haben, wissen, dass es jetzt an ihnen ist, ihrem Unterricht den Feinschliff zum Besseren zu geben. Auch die anderen, welche den Staat durch lasche Nutzung der Unterrichtszeit um tägliche 25 Euro bringen (S. 43-44), sollten diesen Betrag einmalig in die Anschaffung des Buches investieren.

Endlich ein Buch, dem man letztlich und bei aller Kritik gerne die Botschaft entnimmt, wonach die Fachdidaktiker nicht die besseren Lehrer sind und die Lehrer nicht die besseren Didaktiker! Der gute Unterricht braucht sie beide und ihre notwendige Ergänzung ist nur möglich, wenn sie sich in ihren Kompetenzen klar voneinander unterscheiden!

[1] W. Wiater: *Vom Schüler her unterrichten – Eine neue Didaktik für eine veränderte Schule;* Donauwörth 1999

[2] W. H. Peterßen: *Lehreraufgabe Unterrichtsplanung,* München 2003.

[3] Vgl. außerdem aus dem Chemiebereich: M. A. Anton: *Die didaktische und die Kontaktvariation im Chemieunterricht* – Chancen zur Verbesserung seiner Qualität, Frankfurt 1998.

[4] Vgl. H. v. Hentig: *Rückblick nach vorn*; Seelze 1999, S.68

[5] P. O. Chott: *Lernen lernen – Lernen lehren* - Mathematische Förderung von Methodenkompetenz in der Schule, Weiden 2001.

[6] Vgl. E. Terhart: Fremde Schwestern. Zum Verhältnis von Allgemeiner Didaktik und empirischer Lehr-Lern-Forschung; in: Zeitschr. f. Päd. Psychologie 16(2002)2,77-86

Prof. Dr. Michael A. Anton

Akustische Phänomene

Leopold Mathelitsch, Ivo Verovnik

Physik-compact Sonderthemen. 152 S. mit CD-ROM.
öbv & hpt, Wien, 2004. ISBN 3-209-04585-2. EUR 16,50

„Der Weg vom Wundern zum Bewundern führt über das Verstehen." Das ist das Motto dieses schlanken Bändchens zur Akustik. Wenn es auch kein Lexikon der Akustik für die Schule sein kann, so bietet es in 5 Kapiteln einen kompakten Überblick über grundlegende Phänomene, akustische Naturphänomene, die menschliche Stimme, Geräusche in Technik und Haushalt und einige Musikinstrumente (einschließlich der Maultrommel). Da jeder PC heute auch ein Multimedia-Gerät darstellt, ist die Schallbearbeitung für jeden Benutzer möglich und bietet dabei Möglichkeiten, die bis vor wenigen Jahren nur professionellen Tonstudios vorbehalten waren. Dies lässt sich gut im Unterricht nutzen

und gibt den Schülern die Möglichkeit, sich auch zuhause damit zu beschäftigen. Die CD-ROM enthält die im Buch verwendeten Tonbeispiele, weiters auch eine Version von CoolEdit 2000, einem sehr flexiblen Programm zur Schallanalyse. (Leider ist deren Laufzeit mit 30 Tagen beschränkt, doch auch die ältere Version CoolEdit 96 ist ausreichend.)

Besonders interessant ist das Kapitel über die menschliche Stimme, das sozusagen als Ergänzung des gänzlich der Stimme gewidmeten Bandes „Die Stimme" von Mathelitsch und Friedrich die akustischen Beispiele nicht nur beschreibt, sondern auch über die CD-ROM mitliefert.

Lediglich an einer Stelle ist der Rezensent gestolpert, als er die Bestimmung der Schallgeschwindigkeit mittels zweier Handy und Mikrofon am Sportplatz las. Hier wäre bei einer Neuauflage eine leichter verständliche Darstellung wünschenswert. Begeistert war er jedoch von der Darstellung, wieso sich die Stimme nach Einatmen von Helium so stark verändert - das wäre Pflichtlektüre für alle, die dieses schöne Experiment vorführen.

Sehr empfehlenswert für Lehrkräfte und Schülerinnen und Schüler, die sich in Aspekte der Akustik vertiefen wollen.

Helmut Kühnelt

Die Gleichungen der Physik – Meilensteine des Wissens

Sander Bais

Aus dem Engl. übers. von Thomas Hempfling.
112 S., brosch., Birkhäuser Verlag Basel, 2005.
ISBN 3-7643-7235-4. EUR 24,95.

Kann ein broschürtes Buch auch ein bibliophiler Genuss sein? Ja, dieses Buch eines holländischen Physikers ist es. Die erwürdigsten Formeln der Physik in heller Schrift auf rotem Grund, Texte in Schwarz und Rot auf beigem Grund, sowie ein knapper, das Wichtigste verständlich darstellender Text prägen das Gesamtbild. Das Anliegen ist diametral zu vielen populären Büchern. Nicht das Vermeiden aller Formeln, ausgenommen etwa dem längst profanierten $E = mc^2$, ist das Anliegen, allerdings auch nicht das Ausschlachten der Konsequenzen der Formeln und das Aufzeigen notwendiger mathematischer Tricks, sondern die Bedeutung der in der mathematischen Formulierung wichtigster Gesetze kodifizierten Inhalte ist das Thema. Nach Einführung und Einweihung des Lesers in den tautologischen Werkzeugkasten – also das mathematische Umformen der Gleichungen, das Inventar an wichtigen mathematischen Objekten – geht es nach einem Ausflug zur logistischen Gleichung, die Wachstum, bzw. die Begrenzung von Wachstum durch die Konkurrenz innerhalb einer Population beschreibt, quer durch die Physik. Von den Newtonschen Gesetzen bis zur Stringtheorie und den Planck'schen Einheiten werden im Schnitt fünf kleine Seiten einem Teilgebiet der Physik und der entsprechenden Formel gewidmet.

Zusammen gefasst: ein wunderbar kompakt geschriebener Versuch, die Bedeutung der wichtigsten physikalischen Gleichungen verständlich darzustellen, und dies in einer sehr gelungenen Übersetzung eines ursprünglich auf Holländisch geschriebenen Buches.

Helmut Kühnelt

Einstein - Peace Now! Visions and Ideas

Reiner Braun and David Krieger (Hrsg.)

305 S., WILEY-VCH Verlag Weinheim, 2005. Geb.
ISBN 3-527-40604-2. EUR 29,90

Einstein war Pazifist, doch lehnte er Wehrdienstverweigerung in Zeiten militärischer Bedrohung der Demokratien durch aggressive Diktatoren ab. Einstein's Rolle in der Anti-Kernwaffenbewegung fand ihr Ende in der Unterschrift unter dem Russel-Einstein-Manifest knapp vor seinem Tode. Von den vielen Beiträgen zum Weltjahr der Physik 2005 ist der vorliegende, von dem auch eine deutsche Fassung „Einstein – Frieden heute!" im Melzerverlag erschienen ist, angesichts des Säbelrasselns der indischen Rivalen und von Nordkorea besonders aktuell. Die Autoren sind äußerst prominent: Michael Gorbachev hat die Einleitung geschrieben, Träger des Nobelpreises und des alternativen Nobelpreises haben Beiträge zu den fünf großen Kapiteln geschrieben:

1. Erinnerungen an Einstein
2. Wege zu einer kernwaffenfreien Welt
3. Das Ringen um den Frieden
4. Befriedung des Mittleren Ostens
5. Verantwortlichkeit der Wissenschafter

Aktuell ist auch einer der letzten Beiträge aus der Feder von Joseph Rotblat, der im Frühjahr 2005 als letzter Unterzeichner des Manifests verstarb.

Von den zahlreichen Beiträgen sei jener des Chemie-Nobelpreisträgers Jean Marie Lehn „Science and Society –Some Reflections" erwähnt. Es um brennende Probleme, um Dilemmata wie Umweltschutz und Übervorsicht sowie Behinderung der Forschung. Er schreibt: „Science education in our schools … as well as for the general public must be of a major priority, so as to train the researchers … of tomorrow – to lift irrational fears and rejections – to develop the scientific spirit, the scientific attitude in order to fight the obscure, the deceitful, the irrational." Wohl wahre Worte in Zeiten, in denen Verkäufer von „energetisiertem Wasser" offizielle Auszeichnungen für Wissenschaft und Kunst erhalten! Das Buch ist für alle – Lehrkräfte wie Maturanten – lesenswert, die sich für Einsteins Einsatz für den Frieden und dessen lebendige Nachwirkung interessieren.

Helmut Kühnelt

Österreichische Zentralbibliothek für Physik

Geschichte, Dokumente, Dienste

Gerlinde Fritz (Hg.)

162 S., zahlreiche Abb., Algoprint Verlags AG Liechtenstein 2004. ISBN 3-9522689-0-9. EUR 19,90.

Die Geschichte der Zentralbibliothek für Physik an der Universität Wien spiegelt Entwicklungen der Physik, der Organisationsstrukturen (die in den letzten 15 Jahren sehr häufig gewechselt haben) und die Schicksale zahlreicher bedeutender Forscher und Lehrer. Der Band hat daher zwei Facetten. Einerseits lässt sich die Entwicklung aus dem Handapparat eines einzelnen Professors der theoretischen Physik, hier besonders von Hans Thirring, über die Zeit von Bücherverbrennungen und Kriegsgefährdung zu einer modernen Einrichtung mit 20 Mitarbeitern, von Höhepunkten des Erwerbs (mit über 700 Fachzeitschriften) zu Zeiten des Sparens und des österreichweiten Ressourcenausgleichs durch Fernkopien verfolgen. Andererseits – und dies ist mindestens so interessant – sind Leben und Werk zahlreicher österreichischer Physiker (und weniger Physikerinnen) sehr gut dokumentiert. Zahlreiche Facsimiles beispielsweise von Schrödinger's Tagebuch und von Manuskripten, von Briefen zwischen Pauli und Thirring, etc. runden das Buch zu einer interessanten Lektüre vor allem für jene ab, die durch ihr Studium der Physik an der Universität Wien die Bibliothek und ihre hilfsbereiten guten Geister kennen gelernt haben.

Helmut Kühnelt

The Formation of Stars

Steven W. Stahler, Franceso Palla

xiii + 852 S. Softcover. Wiley-VCH, Berlin 2004. ISBN 3-527-40559-3. EUR 68,-.

Besonders die Entwicklung der Infrarot-Astronomie führte zu neuen Erkenntnissen über die Prozesse der Sternentstehung. Damit wurde es möglich, theoretische Spekulationen durch Beobachtungen und detaillierte physikalische Modelle zu ersetzen. Der vorliegende Band entstand aus der Notwendigkeit, für Lehre und Forschung den Wissensstand zusammen zu fassen. Auf über 800 Seiten wird ein umfassender Blick auf die sechs Hauptkapitel geworfen: Sternbildung in unserer Galaxis, Physikalische Prozesse in Molekülwolken, Von Wolken zu Sternen, Wirkung junger Sterne auf ihre Umgebung, Sterne vor der Hauptreihe, Sternentstehung und Galaxien. Obwohl das Zielpublikum natürlich primär Astrophysiker sind, so ist durch lebendige Sprache und gute Illustration doch jeder Physiker angesprochen, der sich für das Thema interessiert. Mathematische Ableitungen sind nur soweit zu finden, wie sie für künftige Astrophysiker von Nutzen sind. Sollten Sie Interesse an jungen Sternen haben, hier finden Sie zugängliche Information jenseits der Populärliteratur.

Helmut Kühnelt

Angewandte Supraleitung

Im Anschluss an die European Conference on Applied Superconductivity (September 2005, TU Wien) hielten auf Einladung von Univ.-Prof. Harald Weber (Atominstitut Wien) Wissenschafter des National High Field Laboratory in Tallahassee, Florida, einen Workshop ab, der von etwa 20 Teilnehmerinnen und Teilnehmern besucht wurde.

Der Verein zur Förderung des physikalischen und chemischen Unterrichts übernahm die Kosten von Übersetzung und Druck der 80-seitigen Anleitung.

Restexemplare sind zum Preis von EUR 7,-- (inkl. Versand) erhältlich.

Ein Experimentiersatz zur magnetischen Levitation und zur Messung des Widerstandsabfalls
kann gegen einen geringen Kostenbeitrag entlehnt werden.

öbvhpt Verlagsgesellschaft mbH & Co. KG
A-1090 Wien, Frankgasse 4
Tel: 0800 202 303, Fax: 01-401 36 60
service@oebvhpt.at, www.oebvhpt.at

öbv hpt
... beflügelt lernen!

Kulnigg, Elisabeth

Chemie hoch 4, CD-ROM

Quizspiel – Prüfung – Training – Lehrstoff

ISBN 3-209-04980-7
€ 19,50

Die neue Lehr- und Lern-CD-ROM von Elisabeth Kulnigg enthält ein elektronisches Chemie-Buch zur allgemeinen, anorganischen und organischen Chemie, Trainingsmöglichkeiten zum Chemie-Lehrstoff, einen automatisierten Test und ein Chemie-Quizspiel mit ca. 3000 Fragen auf Multiple-Choice-Basis.

Zahlreiche Videofilme, Animationen, Fotos und interaktive 3D-Darstellungen veranschaulichen den Lehrstoff Chemie der 7. und 8. Klasse AHS.

Systemvoraussetzungen
Windows XP/2000; PIII 500 MHz, 128 MB RAM, 1024 x 768 Bildschirmauflösung

Bestellabschnitt

FAX: 01-401 36 60

Schuladresse / Schulstempel:

Schulkennzahl

Ich bin: ◯ SchulleiterIn ◯ SchulbuchreferentIn ◯ LehrerIn

Titel Funktion

Vorname Nachname

Unterrichtsfächer

E-Mail

Datum Unterschrift

Ich bin mit der Zusendung von Fachinformationen von öbvhpt einverstanden. Diese Zusage kann von mir jederzeit rückgängig gemacht werden. Eine Weitergabe meiner Daten an Dritte ist ausgeschlossen.

Ich bestelle portofrei mit Rechnung:

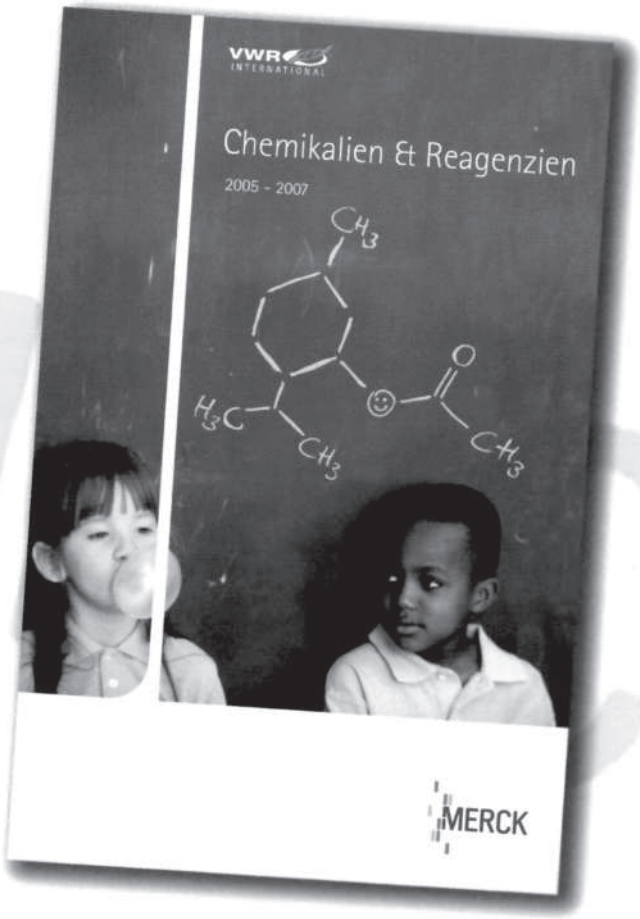
___ Expl. Chemie hoch 4, CD-ROM
ISBN 3-209-04980-7
€ 19,50

Preise gültig für Schuljahr 2006/2007
Druckfehler und Preisänderungen vorbehalten.
Stand: 0905, ISBN 3-209-05113-5

VWR INTERNATIONAL™ vwr.com

Der neue MERCK Katalog

Der neue Chemikalien- und Reagenzienkatalog von VWR International.
Im Segment der hochreinen Qualitätsreagenzien ist VWR International der führende Anbieter in Österreich. Für die Bereiche Lebensmittel- und Umweltanalytik, Mikrobiologie und Hygiene findet der Kunde alle Arten von Schnell- und Monitoring-Tests und Kulturmedien.



Kataloganforderungen direkt bei VWR International unter der neuen Adresse :

VWR International GmbH
Graumanngasse 7
A-1150 Wien

Tel: +43(1)97002-0
Fax: +43(1)97002-600
email: info@at.vwr.com

Wir sind übersiedelt !

VWR International GmbH
Graumanngasse 7
1150 Wien

Tel.: 01 / 97 002 - 0
Fax: 01 / 97 002 - 600
email: info@at.vwr.com
http://at.vwr.com

P.b.b.
Verlagspostamt 1090 Wien
GZ 02Z030361 M
DVR 0558567

Impressum: Medieninhaber (Verleger) und Hrsg.: Verein zur förderung des physikalischen und chmischen Unterrichts, p.Adr. Institut für theoretische Physik der Universität Wien, Strudlhofgasse 4, 1090 Wien. Druck: Hans Jentzsch & Co GmbH, 1210 Wien