

PLUS

LUCIS

1/2000

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

Lehrplan

TIMSS

Physiklehrausbildung

Mädchenförderung

Carl Auer von Welsbach

Physics on Stage

DPG-Fortbildungskurse

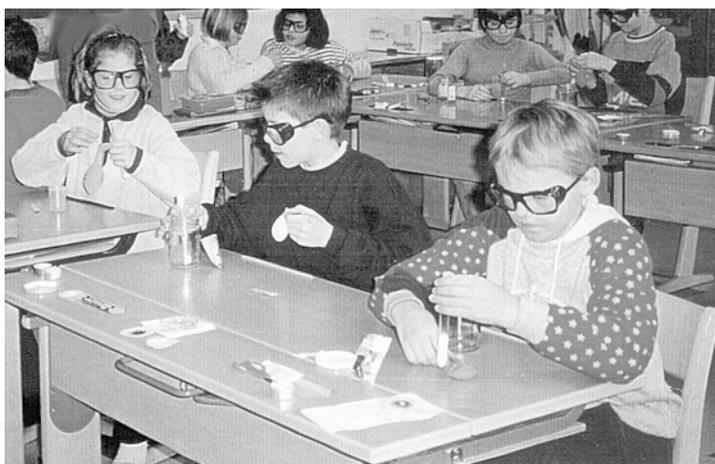
PFL - Universitätslehrgang

Strukturentstehung und Chaos

Chemieexperimente in der
Volksschule

Freihandexperimente

Bücher



Physik Chemie

Impressum

PLUS LUCIS, Mitteilungsblatt des Vereins zur Förderung des physikalischen und chemischen Unterrichts und des Fachausschuß LHS der Österreichischen Physikalischen Gesellschaft.

Erscheint dreimal jährlich.

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

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

Redaktionsteam dieser Ausgabe: H. Kühnelt, W. Haslauer, W. Rentzsch und Helga Stadler.

Preis des Einzelhefts: S 70,-, für Mitglieder S 40,- (ist im Mitgliedsbeitrag enthalten). Die jährliche Abonnementgebühr für Nichtmitglieder beträgt S 200,-

Offenlegung nach § 25 des Mediengesetzes:

Grundlegende Richtung: Fortbildung und fachliche Information für Physik- und Chemielehrer, organisatorische Mitteilungen, Vereinsinterna.

Beiträge werden erbeten an:

Dr. H. Kühnelt, Institut für Theoretische Physik der Universität Wien, Strudlhofg. 4, 1090 Wien, Telefon: (01) 4277-51515.

Fax: (01) 4277-9515. e-mail: Helmut.Kuehnelt@univie.ac.at

HOL W. Haslauer, Wienerstr. 21, 3250 Wieselburg

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

Es wird gebeten, Beiträge nach Möglichkeit auf Diskette (Windows oder Macintosh) einzureichen. Bevorzugtes Dateiformat: MS-Word.

Inhalt

Vorwort	1
Aktuelles	
Der Lehrplan, nur Rahmen und Auftrag?	2
Lehrplan - Physik/Chemie - HS und AHS Unterstufe	5
Fachdidaktik	
TIMSS in der Mittelstufe	9
Die Ausbildung von Physiklehrern - Resultate einer Umfrage.....	13
Physikunterricht zum Thema Druck	16
Mädchenförderung im naturwissenschaftlichen Unterricht	20
Historisches	
Carl Auer von Welsbach - Das Lebenswerk eines österreichischen Genies	24
Projekte	
What's new, Mr. Galileo?	27
Ankündigungen	
Physics on Stage.....	28
PFL - Universitätslehrgang Pädagogik und Fachdidaktik für LehrerInnen - Naturwissenschaften	29
DPG-Fortbildungskurse für Physiklehrer 2000	30
Geschichte der Naturwissenschaften für AHS	31
Astronomie bei ScienceWeek@Austria 2000	31
Youth Solar Award 2000	32
Astronomie geht in die Schule	U4
Aus der Praxis	
Strukturentstehung und Chaos im Unterricht.....	33
Chemieexperimente in der Volksschule	36
Freihandexperimente	
Energiespeicherung in chemischer Form und Freisetzung der Energie als Wärme	37
Spontane endotherme Reaktion von Kristallsoda mit Eisen(III)-chlorid.	37
Spontane endotherme Reaktion von Kristallsoda mit Citronensäure	38
Thermochromie - ein einfaches Modellexperiment	38
Die Thermochromie von Bismutoxid.....	38
Die volle Windel	39
Bücher	40

*Umschlagbild: Chemieexperimente in der Volksschule Moosburg
(s. Beitrag von Dr. Voglhuber auf S. 36)*

Der Lehrplan gibt Ziele vor

Im Sinne ihrer eigenständigen und verantwortlichen Unterrichts- und Erziehungsarbeit haben die Lehrerinnen und Lehrer

- die Auswahl der Unterrichtsinhalte und Unterrichtsverfahren zur Erreichung dieser Ziele vorzunehmen,
- im Unterricht Lernsituationen zu gestalten und Lernprozesse einzuleiten und zu unterstützen,
- vielfältige Zugänge zum Wissen zu eröffnen und auch selbst Informationen anzubieten,
- Gelegenheiten zu schaffen, Können zu entwickeln und anzuwenden sowie Erfahrungen und Eindrücke zu gewinnen.

Dieses Zitat aus den allgemeinen didaktischen Grundsätzen des neuen Lehrplans für Hauptschulen und AHS-Unterstufe zeigt deutlich eine neue Lehrerrolle: stärker als bei den bisherigen Rahmenlehrplänen wird die Freiheit der Auswahl der Inhalte und Verfahren betont, unmißverständlich wird selbständiger Wissenserwerb der Schülerinnen und Schüler gefordert.

Weiters findet sich unter den Zielsetzungen des mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterrichts: *Verständnis für Phänomene, Fragen und Problemstellungen aus den Bereichen Mathematik, Naturwissenschaften und Technik bilden die Grundlage für eine Orientierung in der modernen, von Technologien geprägten Welt. Der Unterricht hat daher grundlegendes Wissen, Entscheidungsfähigkeit und Handlungskompetenz zu vermitteln. Die Schülerinnen und Schüler sind zu befähigen, sich mit Wertvorstellungen und ethischen Fragen im Zusammenhang mit Natur und Technik sowie Mensch und Umwelt auseinander zu setzen. Als für die Analyse und Lösung von Problemen wesentliche Voraussetzungen sind Formalisierung, Modellbildung, Abstraktions- und Raumvorstellungsvermögen zu vermitteln.*

Das Ziel der Erziehung zum informierten und mündigen Bürger hat Vorrang vor der Vermittlung von reinem Sachwissen. Nun stellt sich natürlich die Frage: Wie werden sich die hochgesteckten Zielvorgaben in der Realität bewähren?

Neu ist die Unterscheidung von Kern- und Erweiterungsbereich. Für den Kernbereich sind zwei Drittel der in der Stundentafel angegebenen Wochenstundenanzahlen vorzusehen, und er ist inhaltlich definiert. Es muß sich wohl dabei um die Normstundentafel handeln, die interessanterweise im Lehrplan erst nach dem schulautonomen Stundenrahmen angeführt wird. Mit dem Erweiterungsbereich wird die Eigenverantwortung der Lehrerschaft betont - Chance und Herausforderung zugleich! Schulautonome Kürzungen des Stundenkontingents dürfen nur den Erweiterungsbereich betreffen, damit soll ein verbindliches Bildungsangebot gewährleistet bleiben.

Die jahrelang geforderte Aufwertung der Chemie in der Hauptschule wird durch die Trennung der Fächer Physik und Chemie realisiert. Doch gerade dann, wenn beide Fächer von derselben Lehrkraft unterrichtet werden, sollte die Flexibilität genutzt bleiben. Fächerverbindung ist schließlich gewünscht.

Ist es schon unmöglich, auf dem hier verfügbaren Platz auf den allgemeinen Teil des Lehrplans genauer einzugehen, so soll zum Fachlehrplan hier nur gesagt sein: Entgegen dem ersten

Entwurf sind sinnvollerweise - in sehr knapper Form - Inhalte angegeben.

Zur Information finden Sie die Fachlehrpläne aus Physik und Chemie (ohne wirtschaftskundliches RG) in der am Server des Unterrichtsministeriums veröffentlichten Form (nur das Layout wurde dem zweispaltigen Druck angepaßt). Als Kommentar zum Lehrplan und als Entgegnung auf Stellungnahmen in PLUS LUCIS 3/99 ist der Beitrag "Der Lehrplan - nur Rahmen und Auftrag?" zu sehen.

Selbstverständlich werden sowohl PLUS LUCIS als auch künftige Fortbildungsveranstaltungen intensiv die Umsetzung des neuen Lehrplans unterstützen.

TIMSS in der Mittelstufe hat in Österreich kaum Aufmerksamkeit erregt, eine Kurzdarstellung mit einer Teilanalyse finden Sie in diesem Heft. Dies bildet den Anfang von weiteren Analysen zur Oberstufe und ebenfalls erhobenen Einstellungen von Schülern und Lehrern. Grundlage dafür ist ein kürzlich abgeschlossener Auftrag zur Analyse der schlechten Ergebnisse österreichischer Maturanten. Auch wenn die TIMSS-Erhebung bereits vor 5 Jahren erfolgte, weitere internationale Erhebungen folgen, die nächste ist PISA im Mai 2000. Welchen Sinn hätte die Teilnahme an solchen Tests, wenn nicht Konsequenzen folgen?

Das runde Jahr 2000 fordert zu verstärkter Werbetätigkeit für Naturwissenschaften heraus: von der Unesco zum Jahr der Mathematik, in der BRD zum Jahr der Physik erklärt - schließlich wird Plancks Strahlungsformel heuer 100 Jahre alt. Es häufen sich Aufrufe, zur öffentlichen Vermittlung von Naturwissenschaft beizutragen. Daher finden Sie in diesem Heft einige Einladungen - beteiligen Sie sich mit Ihren Klassen!

Fortbildungswoche 2000 - ein kurzer Rückblick

Die Steigerung der Teilnehmerzahl um 20% auf 430 beim anmeldepflichtigen Teil ist einerseits erfreulich, andererseits stellte sie die Organisation vor Probleme. So verständlich die Attraktivität etwa von "Zauberhafter Physik" ist, der Workshopcharakter geht ab 30 Teilnehmern wohl verloren. Besonders das Angebot am Freitag erwies sich als zu klein gegenüber der Nachfrage.

Gesucht werden schon heute für die 55. Fortbildungswoche (26.2. - 2.3.2001) Themenvorschläge und Angebote zu Exkursionen, Vorträgen, Seminaren und Workshops.

Bei allen, die am Montagabend nur wegen des entfallenen Vortrags über TIMSS gekommen waren, möchte ich mich entschuldigen. Das Vortragsprogramm war zu dicht angesetzt, so daß nach vier Vorträgen und 5 Stunden Dauer um 19 Uhr alle zum Buffet strömten.

Das im Vortrag "Schule und der Traum vom Fliegen" gezeigte Videoband wird vom Österreichischen Aero Club (1040 Wien, Prinz Eugenstr. 12) auf Wunsch zugeschickt.

Auch PLUS LUCIS lebt von Ihren Beiträgen, schreiben Sie für Ihre Kolleginnen und Kollegen!

Ihr Helmut Kühnelt

Der Lehrplan, nur Rahmen und Auftrag?

Ein Beitrag zu den Kontroversen rund um den neuen Physik-Lehrplan

Helmuth Mayr

Selten noch hat ein neuer Lehrplan derart engagierte Auseinandersetzungen provoziert wie der Lehrplan 99, sowohl in seiner Gesamtheit als auch aus der Sicht diverser fachlicher Aspekte. Bezug nehmend auf die Beiträge der steirischen und der Tiroler Arbeitsgemeinschaft, die in PLUS LUCIS 3/99 zur Diskussion gestellt worden sind, und durch die aktuelle Situation, die durch die kürzlich erfolgte entsprechende Unterschrift von Frau Bundesminister Gehrler entstanden ist, sollen einige Gedankengänge aus der Sicht eines Mitglieds der Lehrplankommission-Physik vorgestellt werden.

Der Lehrplan als Wille und Auftrag

Hinter jedem Lehrplan steht ein bildungspolitischer Gestaltungswille. Im gegenständlichen Fall reichen die Initiativen des Bundesministeriums für Unterricht und kulturelle Angelegenheiten bis ins Jahr 1994 zurück. Fußend auf bisherigen Lehrplan- und Unterrichtserfahrungen wurde zunächst auf ziemlich abstrakter Ebene aufgelistet, welche Kompetenzen ein 14-jähriger Österreicher bzw. eine 14-jährige Österreicherin erworben haben sollte und welche Beiträge dazu das Schulgeschehen im Allgemeinen und der Unterricht in den diversen Fächern im Besonderen dazu beigetragen haben sollten.

Dies alles wurde unter die Rahmenbedingung gestellt, dass in Hinkunft ein Gutteil der Lehrplankompetenz von der Zentralstelle zu den einzelnen Schulstandorten verschoben werden soll. Darüber hinaus wurde festgelegt, dass die von den einzelnen Lehrern und Lehrerinnen erteilten Unterrichtsbeiträge in einen grundlegenden Kernbereich und einen zugehörigen Erweiterungsbereich gesplittet werden sollen, wobei aus formaljuristischen Gründen beide Bereiche unter dem Oberbegriff Lehrstoff subsummiert werden müssen. Zwecks Erleichterung der Übersichtlichkeit der vielfach ineinander verschlungenen Bildungspfade (Stichwort: fächerübergreifender Unterricht) wurde der Terminus der Bildungsbereiche geschaffen, da ja beispielsweise der Physikunterricht nicht nur rein fachliche Ziele verfolgen soll, sondern auch andere Beiträge, etwa zur Spracherziehung, leistet. Die Verschriftlichung dieser sehr allgemein gehaltenen Ziele findet sich im ersten Teil der Anlage A des vorliegenden Gesetzeswerkes.

Im nachfolgenden zweiten Teil dieser Anlage finden sich allgemeine didaktische Grundsätze für alle Unterrichtsgegenstände. Selbstverständlich sind für den praktischen Physikunterricht alle diese Vorschriften wichtig und verbindlich, aber eine davon, nämlich 7. Herstellen von Bezügen zur Lebenswelt erscheint mir besonders erwähnenswert: "Im Sinne des exemplarischen Lernens sind möglichst zeit- und lebensnahe Themen zu wählen, ..."

Im dritten Teil der erwähnten Anlage A wird der Kern- und Erweiterungsbereich und deren unterrichtstechnische Verknüpfung beschrieben.

Was können Lehrpläne leisten?

Viel leichter als obige Frage fällt die Antwort auf die Negation: Was können Lehrpläne sicher nicht leisten? Lehrpläne - wie immer sie auch geartet sein mögen - können keinesfalls schlechten Unterricht verhindern oder guten Unterricht erzwingen!

Kritisch betrachtet sind Lehrpläne zunächst nur ein Stück beschriebenes Papier, das erst durch den innovativen Leser bzw. die innovative Leserin in praktischen, schülergerechten Unterricht umgesetzt werden kann. Es ergibt sich von selbst, dass dabei jede Lehrperson eigene Vorstellungen des Unterrichtens, gepaart mit einer Fülle persönlicher Erfahrungen, sozusagen "im Hinterkopf" hat und das Gelesene mit diesen Vorstellungen vergleicht und interpretiert. Sind die Lehrpläne sehr strikt und detailreich gestaltet, wie es beispielsweise die Mathematiklehrpläne der ehemaligen Sowjetunion waren, lassen sie den Unterrichtenden nur äußerst wenig Unterrichtsfreiheit, geben dafür aber - bei ebenso strikter Befolgung - ein Gefühl der Erfüllungssicherheit. Offen gestaltete Lehrpläne hingegen lassen zwar sehr viele pädagogische Innovationen zu, mindern aber dieses Gefühl der Erfüllungssicherheit entsprechend dem Grad der Offenheit, so dass die Gefahr besteht, dass diverse Lehrbehelfe immer mehr zum "heimlichen, persönlichen Lehrplan" mutieren.

Moderne Pädagogik verlangt nach einer innovativen Vielfalt. Diese jedoch setzt Lehrpläne voraus, in denen "möglichst viel erlaubt" ist, also möglichst offen gestaltete. Andererseits bedingt diese Vielfalt an Unterrichtsmöglichkeiten das ständige Hinterfragen jener Zielvorstellungen, unter denen der praktisch durchgeführte Unterricht ablaufen soll. Ein eher konservativ gestalteter, lehrerzentrierter Physik-Unterricht verfolgt zweifellos andere Zielvorstellungen als beispielsweise ein Unterricht, in dem die Schülerinnen und Schüler angehalten werden, möglichst viele experimentelle und theoretische Abläufe selbst durchzuführen. Dadurch ergeben sich aber auch Lehrerrollen, die vom "allwissenden Erklärer" über den "Ideen-Ordner" bis zum "guide" reichen.

Im Sinne der innovativen Vielfalt muss ein moderner Lehrplan auch den unterschiedlichsten Lehrerpersönlichkeiten ermöglichen, je nach den gegebenen Umständen bzw. den aktuellen Unterrichtsphasen alle diese Rollen in voller Eigenverantwortlichkeit (für mehr oder weniger lange Zeit) übernehmen zu können bzw. auch zu dürfen.

Darüber hinaus hat jeder Lehrplan auch festzulegen, was unterrichtet werden muss! Dies kann jedoch nur in enger Ver-

flechtung mit den zugrunde liegenden Zielvorstellungen geschehen.

In den Physik-Lehrplänen der Nachkriegszeit finden sich etwa taxativ aufgezählte fachinhaltliche Begriffe. Dies ließe sich natürlich auch so interpretieren, dass die Schülerinnen und Schüler beispielsweise die Newton'schen Axiome auswendig lernen müssen, um sie bei Befragung ohne langes Nachdenken aufsagen zu können. Doch haben sie - diesem Beispiel folgend - damit auch das dahinter stehende physikalische Konzept verinnerlicht?

Stellt man aber das Verstehen und Anwendenkönnen von physikalischen Konzepten in den Vordergrund, kann dem eine bloß taxative Aufzählung wichtiger physikalischer Inhalte sicher nicht mehr entsprechen.

Zielvorstellungen des Physikunterrichts

Heutige Schüler und Schülerinnen sind in ihrem täglichen Erlebnisumfeld einer Fülle von Informationen ausgesetzt, von denen eine beträchtliche Anzahl in irgend einer Weise mit Physik zu tun haben. Als Beispiele mögen Begriffe, wie Energiesparen, Atommüll oder Ozonloch, aber auch Waschkraft und Energiefeld dienen. Daher können heutige Schülerinnen und Schüler keinesfalls mehr als eine "physikalische tabula rasa" betrachtet werden. Sie kommen bereits als Zweitklassler mit einer Fülle von - aus ihrer Sicht bewährten - "Alltagserklärungen" diverser Vorgänge aus ihrem Erfahrungsbereich in den Unterricht. Die aktuelle fachdidaktische Literatur beschreibt derartige mitgebrachte Erklärungsvorstellungen in einer geradezu unübersehbaren Fülle.

Ein wichtiges Ziel des Physikunterrichtes muss es daher sein, derartige mitgebrachte Schülervorstellungen wahr- und ernstzunehmen, ins Unterrichtsgeschehen zu integrieren und die Schülerinnen und Schüler zur Einsicht zu bringen, dass die von der Physik angebotenen Modelle besser zur Erklärung diverser Vorgänge geeignet sind als die mitgebrachten Vormeinungen. Selbstverständlich müssen darüberhinaus gehend weitere Begriffswelten im Unterricht erarbeitet werden, zu denen keine Vormeinungen existieren. In allen Fällen ist es daher wichtig, dass die Schüler und Schülerinnen verstehen lernen, wie man zu physikalischen Aussagen kommt und wodurch sich diese von nicht-physikalischen grundlegend unterscheiden.

Im vorliegenden Lehrplan steht daher unter dem Punkt Bildungs- und Lehraufgabe an zentraler Stelle: "Der Unterricht hat das Ziel, den Schülerinnen und Schülern das Modelldenken der Physik ... zu vermitteln ..." Dieses Ziel wird im Punkt Didaktische Grundsätze durch die Formulierung "Ausgehend von konkreten Beobachtungen beziehungsweise Alltagserfahrungen der Schülerinnen und Schüler sind ... die zu Grunde liegenden physikalischen Inhalte zu erarbeiten" unterstrichen.

Fasst man die in den Punkten Bildungs- und Lehraufgabe und Didaktische Grundsätze getätigten Aussagen zusammen, kann man etwas überspitzt formulieren, dass die Kinder und Jugendlichen im Physikunterricht immer wieder die Rolle von "Mini-Forschern und -Wissenschaftlern" einnehmen sollen.

Langsam und schnell und die Differentialrechnung

Vor einiger Zeit diskutierte ich mit einigen Physiklehrern verschiedenste Probleme, die Kinder und Jugendliche mit dem Geschwindigkeitsbegriff haben. Nach längerem Meinungsaustausch bemerkte einer der Kollegen, dass alle angesprochenen fachdidaktischen Pfade ja eigentlich ungenau seien, da man den Begriff Geschwindigkeit nur dann erst wirklich verstehe, wenn man die Differentialrechnung beherrsche. Daher könne man den Begriff Geschwindigkeit im Unterricht gar nicht erschöpfend behandeln, schon gar nicht in der Unterstufe.

Egal, wie das damalige Gespräch weiter verlaufen ist, eines wurde durch diese Diskussion besonders deutlich: Auch wir Lehrer/innen verwenden offensichtlich "Präkonzepte", allerdings nicht solche, in denen es um physikalische Inhalte geht, sondern solche, die sich auf Erklärungen beziehen, die man glaubt, im Unterricht geben zu müssen.

Vergleicht man die vorliegenden Unterrichtsbehelfe für die Unter- und Oberstufe zu einem beliebigen Thema, zum Beispiel dem Transformator, erkennt man durchaus unterschiedliche Erklärungstiefen. Ergänzt man diesen Vergleich darüber hinaus durch die Hinzunahme eines Schulbuches einer fach einschlägigen HTL, ebenfalls zum Thema Transformator, stößt man auf eine völlig andere Erklärungstiefe. Erklärungstiefen sind ja bekanntlich abhängig vom Adressaten und nicht vom Informanten!

Als meine Kinder im Kindergartenalter waren und mich fragten, was ein Blitz sei, war meine Erklärung logischerweise nicht dieselbe wie jene, die ich etwa zur selben Zeit mit den Jugendlichen im Oberstufenunterricht erarbeite.

Ich glaube, dass wir die in der Schulliteratur angebotenen Erklärungen zu diversen physikalischen Vorgängen sehr kritisch hinterfragen und in jedem Einzelfall entscheiden müssen, ob die vorhandenen Erklärungsmuster für die jeweiligen Adressaten geeignet sind oder nicht.

Module, Ziele und Inhalte

Dem vorliegenden Lehrplan ist zu entnehmen, dass der Lehrstoff in Module gegliedert ist, "deren Abfolge bzw. Gewichtung durch diverse Schwerpunktsetzungen variiert und beliebig kombiniert werden kann."

Betrachtet man die Modulbezeichnungen der zweiten Klasse etwas genauer, lässt sich unschwer folgende Struktur erkennen: Mit dem erstgenannten Modul soll Grundlegendes über den Unterschied zwischen physikalischem und nicht-physikalischem Denken herausgearbeitet und eine entsprechende Motivation der Kinder erreicht werden. Selbstverständlich lässt sich dieser Modul sozusagen portionenweise ins Unterrichtsgeschehen des ganzen Jahres (und auch der folgenden!) integrieren, ohne in irgendeiner Weise dem Lehrplan zu widersprechen! Nichts anderes sagt die oben zitierte Textstelle "... variiert und beliebig kombiniert ..." aus. Hier soll lediglich gewährleistet sein, dass dies auch tatsächlich irgendwann und irgendwie im ersten Jahr des Physikunterrichtes gemacht wird. Mehr kann, soll und darf im Sinne der an die einzelnen Schulen weitergegebenen Lehrplankompetenzen nicht zentral vorgeschrieben werden!

Die nächsten drei Module umreißen in groben Zügen (Begründung siehe vorhin) die Erfahrungswelt der Schülerinnen und Schüler. Sie alle haben eine Fülle von Alltagserfahrungen und Vor-Meinungen (Stichwort: Schwung) über die unterschiedlichsten Bewegungsabläufe sowohl ihres eigenen Körpers als auch von anderen. Was liegt näher, als dass sich die Schülerinnen und Schüler damit beschäftigen, warum sich diverse Körper bewegen können oder auch nicht?

Selbstverständlich benötigen wir dazu physikalische Konzepte, die erarbeitet und verstanden sein wollen. Die dabei auftretenden Schwierigkeiten füllen bekanntlich ganze Bibliotheken der fachdidaktischen Literatur. Unter Beachtung der im Punkt Didaktische Grundsätze vorkommenden Textstelle "Ausgehend von konkreten Beobachtungen beziehungsweise Alltagserfahrungen der Schülerinnen und Schüler sind unter Berücksichtigung lokaler Gegebenheiten jeweils die zu Grunde liegenden physikalischen Inhalte zu erarbeiten", versteht es sich von selbst, dass die Lehrer und Lehrerinnen angehalten sind, die für sie optimalen, vom jeweiligen Schulstandort abhängigen und den aktuellen Unterrichtsbeiträgen der Schüler und Schülerinnen entsprechenden methodisch-didaktischen Pfade auszuwählen. Sollte beispielsweise eine Schule in der Nähe einer Bahnlinie liegen, ergeben sich u.U. völlig andere Zugänge zum Themenkreis Bewegung als etwa in einer anderen, die von Sportplätzen umgeben ist.

Die sehr allgemeine Textierung der einzelnen Module ist nach langen Diskussionen innerhalb der Lehrplangruppe mit voller Absicht niedergeschrieben worden, um Folgendes besonders deutlich zu machen (was einem Paradigmen-Wechsel für die praktische Unterrichtserteilung entspricht): Wir dürfen nicht "die Physik" sozusagen aus dem Physiksaal in die Welt hinaus tragen, sondern wir müssen "die Welt" in den Physiksaal hinein tragen!

Es soll daher durch den vorliegenden Lehrplan gewährleistet sein, dass sich die Kinder aller zweiten Klassen u.a. die Köpfe darüber zerbrechen, wie und warum sich verschiedenste Körper aus ihrem Erfahrungsbereich bewegen bzw. wie und warum derartige Bewegungen gehemmt oder verändert werden können. Im Sinne der im Punkt Allgemeines Bildungsziel - 3. Leitvorstellungen vorkommenden Textstelle "Der Unterricht hat sich entsprechend §17 des Schulunterrichtsgesetzes sowohl an wissenschaftlichen Erkenntnissen ... zu orientieren" versteht es sich von selbst, dass dadurch alle Zweitklassler mit einschlägigen Begriffen, wie Trägheit, Kraft oder Reibung bzw. den dahinter stehenden Konzepten konfrontiert werden müssen. Die detailliertere Ausprägung zur praktischen Durchführung obliegt, wie schon erwähnt, den einzelnen Schulen bzw. den einzelnen Lehrpersonen.

Im Zuge derartiger Überlegungen kommt man unweigerlich auf die Struktur von Körpern zu sprechen, was grundlegende Einsichten in den Teilchenaufbau aller Körper bedingt. Auch hier kann nur das zentrale Anliegen fixiert werden, dass Wesentliches dazu erarbeitet werden muss. Im Sinne des bereits Gesagten obliegen sowohl die gewählten methodisch-didaktischen Pfade als auch die angestrebten Erklärungstiefen den einzelnen Schulen bzw. den Lehrern und Lehrerinnen.

In diesem Sinne sind auch die Begriffe Kernbereich und Erweiterungsbereich zu verstehen. So könnte beispielsweise die angestrebte minimale Erklärungstiefe beim Themenkreis Ver-

gleich des (gleichartigen) Werfens eines Schlagballes und eines Medizinballes darin bestehen, dass bei gleichem Kraftaufwand der schwerere Medizinball nicht auf eine so große Abwurfgeschwindigkeit gebracht werden kann als der leichtere Schlagball. Alles darüber hinaus Gehende, etwa die Änderung der Geschwindigkeit während des Abwerfens, könnte zum möglicherweise zugehörigen Erweiterungsbereich gezählt werden, sofern die näheren Unterrichtsumstände diesen Erweiterungsbereich als sinnvoll erscheinen lassen.

Der Kernbereich des vorliegenden Lehrplanes besteht also im Wesentlichen darin, dass die Kinder ihre Mit- und Umwelt sozusagen in den Physiksaal hinein nehmen und - geleitet durch die Lehrer bzw. Lehrerinnen - wesentliche physikalische Konzepte erarbeiten und auch anwenden können.

Der Traum vom Fliegen

Alle Kinder nehmen von klein auf wahr, dass es in der Luft fliegende Vögel, Schmetterlinge oder Wolken gibt. Was ist selbstverständlicher, als dass Kinder danach fragen, warum es "das alles gibt" bzw. wie "das alles funktioniert"?

Wenn ich dem Wortlaut mancher Lehrplankritiken folge, dürfte offensichtlich kein Lehrer in der Unterstufe (und anscheinende auch nicht so recht in der Oberstufe) diese sozusagen alltäglichen Selbstverständlichkeiten im Unterricht thematisieren, weil's "viel zu kompliziert" sei. Zugegeben, jene Antworten dazu, die die Bücher für die Zielgruppe der Volksschüler dazu anbieten, sind nicht immer physikalisch korrekt, aber muss ich bei der Erklärung des Fliegens eines Vogels oder eines Flugzeuges unbedingt immer sozusagen reflexhaft an die Bernoulligleichung denken? Ich weiß schon, dass uns die übliche Schulliteratur auf diesem Gebiet etwas wenig bietet, aber unterliegen aktiv fliegende Tiere oder Gegenstände u.a. nicht auch dem Rückstoßprinzip?

Da eine genauere Betrachtung dieses Themenkreises den Rahmen des vorliegenden Artikels sprengen würde, muss ich auf eine entsprechende Veranstaltung im Rahmen der Fortbildungswoche hinweisen und verspreche, dieses Thema in einer kommenden Ausgabe von PLUS LUCIS genauer zu erörtern.

Schlussbemerkung

Ich habe diesen Artikel nicht im Bewusstsein verfasst, dass der vorliegende Lehrplan das Nonplusultra aller möglichen Lehrpläne sei. Selbstverständlich hat er sowohl strukturell bedingte Schwächen als auch solche, die eindeutig von uns Autoren verursacht worden sind. Je knapper eher komplexe Gedankengänge dargestellt werden müssen, umso größer ist die Gefahr von Missverständnissen, Unklarheiten oder ungenauen Formulierungen.

In diesem Sinne danke ich allen Kolleginnen und Kollegen für ihre Beiträge und Kritiken, auch wenn ich sie erst jetzt (und nur zum Teil) erhalten habe. Ich hoffe aber, dass die größere Freiheit, die dieser Lehrplan bietet, schülergerechten, anregenden und niveaureichen Physikunterricht noch besser ermöglicht.

Lehrplan - Physik / Chemie - HS und AHS Unterstufe

Physik

Bildungs- und Lehraufgabe:

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.

Der Unterricht hat das Ziel, den Schülerinnen und Schülern das Modelldenken der Physik (Realwelt - Modell - Modelleigenschaften - Realwelt) zu vermitteln und physikalisches Wissen in größere Zusammenhänge zu stellen.

Dies geschieht durch:

- Bewusstes Beobachten physikalischer Vorgänge;
- Verstehen und altersgemäßes Anwenden von typischen Denk- und Arbeitsweisen der Physik;
- Erkennen von Gültigkeitsgrenzen physikalischer Gesetzmäßigkeiten in alltagsbezogenen Situationen;
- Eigenständige und handlungsorientierte Auseinandersetzung mit Problemen aus dem Erfahrungsbereich der Schülerinnen und Schüler nach Möglichkeit ausgehend von Schülerexperimenten;
- Entwickeln von Erklärungsversuchen beziehungsweise Modellvorstellungen und deren Anwendungen bei physikalischen Vorgängen in Natur und Technik.

Außerdem hat der Physikunterricht den Schülerinnen und Schülern in Verbindung mit anderen Unterrichtsgegenständen die Vielschichtigkeit des Umweltbegriffes bewusst zu machen. Dadurch soll eine bessere Orientierung in der Umwelt und entsprechend verantwortungsbewusstes Handeln erreicht werden.

Dies geschieht durch:

- Erkennen der kulturellen und wirtschaftlichen Bedeutung der Physik;
- Erkennen von Gefahren, die durch die Anwendung naturwissenschaftlich-technischer Erkenntnisse verursacht werden, und Auseinandersetzung mit problemadäquaten Maßnahmen zur Minimierung (Unfallverhütung, Verkehrserziehung, Strahlenschutz, Zivilschutz, Friedensverz. ...);
- Einsicht gewinnen in die Bedeutung technischer Entwicklungen auf Gesellschaft und Umwelt;
- Einblicke gewinnen in die Berufs- und Arbeitswelt.

Auf Beiträge österreichischer Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler, Forscherinnen und Forscher, Technikerinnen und Techniker sowie Erfinderinnen und Erfinder ist besonders einzugehen.

Beitrag zur Aufgabe der Schule:

- Darlegung eines Zusammenhanges zwischen Modellbildung und Weltanschauung.
- Anwendung physikalischer Aussagen bei der Interpretation philosophischer und religiöser Erklärungsversuche über den Ursprung und Entwicklung des Universums.

Beiträge zu den Bildungsbereichen:

Natur und Technik:

Die Ziele und Aufgaben des Physikunterrichtes unterstützen alle wesentlichen Anliegen des Bildungsbereiches.

Mensch und Gesellschaft:

Einfluss von Physik und Technik auf gesellschaftliche, ökonomische und ökologische Entwicklungen;

Kritische Auseinandersetzung mit unwissenschaftlichen beziehungsweise technikfeindlichen Meinungen; Einfluss moderner Technologien;

Aufzeigen möglicher Gefahren bei der Umsetzung von naturwissenschaftlichen Erkenntnissen in technische Anwendungen;

Entwickeln persönlicher Wertvorstellungen und der Einsicht zur Mitverantwortung im Umgang mit der Umwelt.

Sprache und Kommunikation:

Anwendung einer altersadäquaten Fachsprache;

Präziser Sprachgebrauch bei Beobachtung, Beschreibung und Protokollierung physikalischer Vorgänge und Planung von Schülerexperimenten.

Gesundheit und Bewegung:

Biomechanische Grundlagen von Bewegungsvorgängen;

Bedeutung der Physik im Verkehrswesen;

Funktion und wesentliche physikalische Vorgänge beim Gebrauch von Sportgeräten;

Physikalische Vorgänge in Medizin und Medizintechnik.

Kreativität und Gestaltung:

Planung, Durchführung und Auswertung von Experimenten;

Einfluss der Physik auf Ästhetik, Funktion und Design.

Didaktische Grundsätze:

Der Lehrplan ist aus einzelnen Modulen aufgebaut, deren Abfolge bzw. Gewichtung durch diverse Schwerpunktsetzungen variiert und beliebig kombiniert werden kann.

Der Physikunterricht soll zu übergeordneten Begriffen und allgemeinen Einsichten führen, die an Hand weiterer Beispiele auf konkrete Sachverhalte angewendet werden.

Ausgehend von konkreten Beobachtungen beziehungsweise Alltagserfahrungen der Schülerinnen und Schüler sind unter Berücksichtigung lokaler Gegebenheiten jeweils die zu Grunde liegenden physikalischen Inhalte zu erarbeiten.

Modellvorstellungen (zum Beispiel das Teilchenmodell) und grundlegende Begriffe (zum Beispiel Trägheit, Kraft oder Energie) sind an allen geeigneten Stellen zur Erklärung von Vorgängen in Natur und Technik heranzuziehen, um altersadäquat aufbereitet immer tiefergreifende Verständnisebenen zu erreichen.

Bei der Gewinnung von Gesetzen ist neben der Verallgemeinerung von Beobachtungen auf Grund von Experimenten gelegentlich auch die gedankliche Herleitung und anschließende experimentelle Überprüfung von Lösungsansätzen (Hypothesen) anzuwenden.

Bei der Formulierung von Gesetzen ist auf qualitative Je-desto-Fassungen besonderer Wert zu legen.

Nur an geeigneten Beispielen ist die Leistungsfähigkeit mathematischer Methoden für die Physik zu zeigen.

An geeigneten Inhalten ist den Schülerinnen und Schülern Gelegenheit zu möglichst selbstständigem Untersuchen, Entdecken bzw. Forschen zu geben.

Dies bedingt den Einsatz von Schülerversuchen.

Altersgemäße Denkwege und Deutungsversuche der Schülerinnen und Schüler sind zu berücksichtigen.

Lehrstoff:

Kernbereich:

2. Klasse:

Die Physik bestimmt unser Leben:

Ausgehend vom Interesse und von Fragestellungen, die von den Schülerinnen und Schülern kommen, soll ein "motivierender Streifzug" durch unterschiedlichste Bereiche des belebten und unbelebten Naturgeschehens unternommen werden.

- Die für die Physik typische Denkweise kennen lernen;
- Unterschiede zwischen physikalischen und nicht-physikalischen Denkvorgängen erkennen.

Die Welt, in der wir uns bewegen:

Ausgehend von unterschiedlichsten Bewegungsabläufen im Alltag, im Sport, in der Natur beziehungsweise in der Technik sollen die Schülerinnen und Schüler ein immer tiefergehendes Verständnis der Bewegungsmöglichkeiten, der Bewegungursachen und der Bewegungshemmungen von belebten und unbelebten Körpern ihrer täglichen Erfahrungswelt sowie des eigenen Körpers gewinnen.

- Bewegungsfördernde und bewegungshemmende Vorgänge verstehen und anwenden.

Alle Körper bestehen aus Teilchen:

Ausgehend von Alltagserfahrungen sollen die Schülerinnen und Schüler immer intensiver mit dem Teilchenmodell und seinen Auswirkungen auf diverse Körpereigenschaften vertraut gemacht werden. Weg und Geschwindigkeit; die gleichförmige und die gleichförmig beschleunigte Bewegung; Masse und Kraft; Masse und Trägheit; Gewichtskraft und Reibungskraft.

- Teilchenmodell aller Körper und wichtiger Auswirkungen akzeptieren und verstehen;
- Grundlegende Zusammenhänge zwischen dem Teilchenaufbau und grundlegenden Wärmephänomenen verstehen; Temperatur, Wärme, Wärmemenge und Wärmedehnung;
- Grundlegendes Wissen über Entstehung und Ausbreitung des Schalls erwerben und anwenden können; Druck, Frequenz, Tonhöhe, Lautstärke, Schallgeschwindigkeit;
- Ursache des Schwimmens, Schwebens und Sinkens von Körpern im Wasser verstehen und anwenden können; Dichte von Stoffen, Gewichtsdruck in Flüssigkeiten und in Luft.

Der Traum vom Fliegen:

Ausgehend von Erfahrungen der Schülerinnen und Schüler sollen die wesentlichsten Vorgänge beim Fliegen nach dem Prinzip "leichter als Luft" und "schwerer als Luft" verständlich gemacht werden.

- Bewegungsmöglichkeiten von Kleinstkörpern, etwa Staubkörnern, Sporen oder Regentropfen verstehen;
- Die grundlegenden Vorgänge bei einer Ballonfahrt verstehen;
- Das "aktive" Fliegen von beispielsweise Vögeln, Schmetterlingen oder Flugzeugen auf Grund einfachster Modellvorstellungen verstehen.

3. Klasse:

Unser Leben im "Wärmebad":

Ausgehend von Alltagserfahrungen sollen die Schülerinnen und Schüler ein immer tiefer gehendes Verständnis der thermi-

schen Vorgänge in der unbelebten und belebten Welt gewinnen.

- Die Alltagsbegriffe "Wärme" und "Kälte" als Bewegungsenergie der Aufbauteilchen der Körper sowie den Unterschied zwischen "Wärme" und "Temperatur" verstehen;
- Modellartig verschiedene Formen des Wärmetransportes und wichtige Folgerungen erklären können; Wärmeleitung, Wärmeströmung, Wärmestrahlung;
- Die Bedeutung der Wärmeenergie für Lebewesen in ihrer Umwelt erkennen;
- Die Bedeutung der Wärmeenergie im wirtschaftlichen und ökologischen Zusammenhang sehen;
- Zustandsänderungen und dabei auftretende Energieumsetzungen mit Hilfe des Teilchenmodells erklären können;
- Einsichten in globale und lokale Wettervorgänge und Klimaerscheinungen gewinnen. (Jahreszeit, Wasserkreislauf auf der Erde, Meeresströmungen, Windsysteme).

Elektrische Phänomene sind allgegenwärtig:

Ausgehend von Alltagserfahrungen sollen die Schülerinnen und Schüler immer intensiver mit grundlegenden elektrischen Vorgängen im technischen Alltag und in Naturvorgängen vertraut gemacht werden.

- Auswirkungen der elektrisch geladenen Atombausteine auf makroskopische Vorgänge qualitativ verstehen;
- Verschiedene Spannungsquellen als Energieumformer und einfache Stromkreise verstehen; Gleichstrom und Wechselstrom, Stromstärke, Spannung, Widerstand, das Ohmsche Gesetz;
- Elektrische Erscheinungen in Technik und Natur erklären können.

Elektrotechnik macht vieles möglich:

Ausgehend von Erfahrungen der Schülerinnen und Schüler soll ein grundlegendes Verstehen von Aufbau und Wirkungsweise wichtiger elektrischer Geräte erreicht und die Wichtigkeit von Schutz- und Sparmaßnahmen erkannt werden.

- Energieumformung, Arbeitsverrichtung und Wirkungsgrad wichtiger Elektrogeräte verstehen;
- Grundlegendes Sicherheitsbewusstsein im Umgang mit elektrischen Einrichtungen entwickeln (Arten von Sicherungen und Isolation);
- Einsicht in die ökologische Bedeutung von Energiesparmaßnahmen gewinnen und ökologische Handlungskompetenz aufbauen.

4. Klasse:

Elektrizität bestimmt unser Leben:

Ausgehend von Alltagserfahrungen sollen die Schülerinnen und Schüler ein immer tiefer gehendes Verständnis von technischer Erzeugung und Konsum von Elektroenergie gewinnen.

- Einsicht in den Zusammenhang zwischen elektrischer und magnetischer Energie gewinnen; Permanentmagnet und Elektromagnet; elektromagnetische Induktion;
- Grundlegendes Wissen über Herstellung, Transport und "Verbrauch" elektrischer Energie erwerben (Generator und Transformator);
- Gefahren des elektrischen Stromflusses erkennen und sicherheitsbewusstes Handeln erreichen;
- Einsichten in Funktionsprinzipien technischer Geräte aus dem Interessensbereich der Schülerinnen und Schüler gewinnen (Elektromotor).

Die Welt des Sichtbaren:

Ausgehend von Alltagserfahrungen sollen die Schülerinnen und Schüler grundlegendes Verständnis über Entstehung und Ausbreitungsverhalten des Lichtes erwerben und anwenden können.

- Die Voraussetzungen für die Sichtbarkeit von Körpern erkennen und die Folgeerscheinungen der geradlinigen Lichtausbreitung verstehen
- Funktionsprinzipien optischer Geräte und deren Grenzen bei der Bilderzeugung verstehen und Einblicke in die kulturhistorische Bedeutung gewinnen (Ebene und gekrümmter Spiegel; Brechung und Totalreflexion, Fernrohr und Mikroskop)
- Grundlegendes Wissen über das Zustandekommen von Farben in der Natur erwerben

Gekrümmte Wege auf der Erde und im Weltall:

Ausgehend von Alltagserfahrungen sollen die Schülerinnen und Schüler ein immer tiefer gehendes Verständnis der Auswirkungen von Kräften auf das Bewegungsverhalten von Körpern gewinnen.

- Eine Bewegung längs einer gekrümmten Bahn als Folge der Einwirkung einer Querkraft verstehen; Zentripetalkraft;
- Die Gewichtskraft als Gravitationskraft deuten können;
- Bewegungen von Planeten und Satelliten grundlegend erklären können.

Das radioaktive Verhalten der Materie:

Ausgehend von Alltagsvorstellungen der Schülerinnen und Schüler soll ein grundlegendes Verständnis wichtiger Vorgänge in Atomkernen erzielt werden.

- Einsichten in Veränderungen im Atomkern als Ursache der "Radioaktivität" gewinnen; (Eigenschaften von Alpha-, Beta- und Gammastrahlen);
- Radioaktiven Zerfall als ständig auftretenden Vorgang erkennen;
- Grundlegende Vorgänge bei der Energieumsetzung in der Sonne, in Sternen und bei Kernreaktionen verstehen können. (Kernfusion, Kernspaltung).

Chemie

Bildungs- und Lehraufgabe:

Der Chemieunterricht dient einerseits dazu, die Schülerinnen und Schüler mit dem Wissen und den Grundfähigkeiten zur Bewältigung stofflicher Alltags-, Freizeit-, Lebens- und Berufsphänomene auszustatten und hat andererseits die Aufgabe, die gesellschaftliche Erziehung im Bereich von Natur und Materie vorzunehmen.

Die Aufgabe des Chemieunterrichtes ist es daher, die Schülerinnen und Schüler, ausgehend von deren Erfahrungsbereich und unter Berücksichtigung regionaler Besonderheiten, zu einem chemisch-naturwissenschaftlichen Denken hinzuführen. Dies geschieht durch:

- Bewusstes Beobachten chemischer Vorgänge
- Kennenlernen chemischer Prinzipien und Arbeitstechniken auch anhand selbst durchgeführter Experimente
- Schulung des einfachen Modelldenkens unter Einbeziehung vorhandener Schülervorstellungen

- Erfassung der Zusammenhänge zwischen Mikrokosmos und alltäglichem Erfahrungsbereich
- Verstehen der Bedeutung der Chemie für alle Lebensformen und Lebensvorgänge

Der Chemieunterricht hat weiters die Aufgabe, die Schülerinnen und Schüler in die Lage zu versetzen, die volkswirtschaftliche und gesellschaftliche Bedeutung von Chemie und Technik altersgemäß einzuschätzen, sowie auf die Berufs- und Arbeitswelt vorzubereiten. Dies geschieht durch:

- Hinführen zu einem Verständnis für Stoffkreisläufe, für die Wechselbeziehung Ökonomie - Ökologie und damit zu umweltbewusstem Handeln sowie zu Energie- und Rohstoffsparen
- Kritische Auseinandersetzung mit den Gefahren der Anwendung naturwissenschaftlicher Erkenntnisse, sowie mit technikfeindlichen und unwissenschaftlichen Vorurteilen

Ferner soll der Chemieunterricht im Sinne der Persönlichkeitsentwicklung das Bewusstsein für Eigenverantwortung fördern und zu mündigem Freizeit- und Konsumverhalten führen. Dies geschieht durch:

- Erziehung zu Team-, Kommunikations- und Solidarfähigkeit sowie Erziehung zu Genauigkeit, Sorgfalt und Verantwortung
- Förderung der Gesundheitserziehung, des Zivilschutzgedankens sowie des sicherheitsbewussten Handelns

Beitrag zur Aufgabe der Schule:

Die Grundlagen legen zur Beurteilung von Gefahren für die Umwelt und von Umweltschutzmaßnahmen, um eine menschenwürdige Zukunft zu ermöglichen. Entscheidungskompetenz in dieser Richtung entsteht erst durch ein unverzichtbares chemisches Grundwissen. Auch die ethisch-moralische Diskussion solcher Zukunftsfragen hat dieses Grundwissen als Basis.

Beiträge zu den Bildungsbereichen:

Natur und Technik:

Durchgängige Gültigkeit materieller Aufbauprinzipien für sämtliche Bereiche der Natur; technische Errungenschaften der Gesellschaft unter Berücksichtigung der Widerspiegelung innerer Aufbauprinzipien in äußeren Eigenschaften.

Sprache und Kommunikation:

Unterschied zwischen Alltags- und Fachsprache bzw. Symbolsprache, präziser Sprachgebrauch und Argumentationsverhalten bei Planung, Beobachtung, Beschreibung und Protokollierung chemischer Vorgänge.

Mensch und Gesellschaft:

Bedeutung der Naturwissenschaften für den Lauf der Geschichte und die gesellschaftlichen Bedingungen, Verknüpfung der Begriffe Wirtschaft - Technik - Wertung - Verantwortung - Ethik.

Kreativität und Gestaltung:

Ästhetische und emotionale Bezüge zur stofflichen Um- und Mitwelt.

Gesundheit und Bewegung:

Umgang mit Gefahr- und Altstoffen, Ernährungs- und Gesundheitserziehung, Aufklärung über Drogen und Doping, Bedeutung der Hygiene, Bedeutung der Chemie für den medizinischen Fortschritt.

Didaktische Grundsätze:

Der Chemieunterricht soll überwiegend von der Erfahrungswelt der Schülerinnen und Schüler ausgehen. Prinzipiell ist der induktive Weg zum Erkenntnisgewinn anzustreben. Dies bedeutet, dass vom Lehrereperiment und vor allem auch vom Schülerexperiment auszugehen ist. Dabei ist den Schülerinnen und Schülern Gelegenheit zu möglichst selbstständigem Suchen, Forschen und Entdecken zu geben. Unter anderem sollen einfache Modellvorstellungen sowie das Periodensystem der Elemente für Erklärungen herangezogen werden. Bei der Formulierung von Gesetzen ist auf qualitative und Je-desto-Fassungen besonderer Wert zu legen.

Der Unterricht soll durch moderne Lern- und Sozialformen (zB Teamarbeit) auch das Lernen im sozialen und emotionalen Bereich fördern. Darüber hinaus hat eine Auseinandersetzung mit neuen Technologien, Unterrichtssoftware und elektronischen Informationssystemen zu erfolgen.

Bei der Unterrichtsgestaltung ist ein ausgewogenes Verhältnis von exemplarischer Vertiefung (zB durch Projektunterricht, Lehrausgänge und Exkursionen) und informierender Darbietung (womöglich unterstützt durch Experimente oder Formen des Medieneinsatzes) anzustreben.

Chemieunterricht ist Sicherheitserziehung im weitesten Sinne. Daher muss hier ganz besonders auf Gefahren, die von Stoffen und Reaktionen ausgehen, hingewiesen werden, ohne zu dramatisieren oder zu verniedlichen. Durch den vorschriftsmäßigen Gebrauch von Sicherheitsausrüstung und -hilfen sind die Schülerinnen und Schüler beim Experimentieren auch aktiv an die Sicherheitsstandards zu gewöhnen. Die Entsorgung ist vor allem wegen der Vorbildfunktion demonstrativ sorgfältig durchzuführen.

Lehrstoff:

Kernbereich:

4.Klasse:

Einteilung und Eigenschaften der Stoffe

Einsicht gewinnen in die verschiedenen Einteilungskriterien für die Materie

- Unterscheiden können zwischen Gemengen und Reinstoffen bzw. deren Eigenschaften
- Kennen lernen von Trennverfahren und deren Anwendung

Aufbauprinzipien der Materie

- Einsicht in ein altersgemäßes Teilchen- bzw. Atommodell
- Verstehen des Ordnungsprinzips der Elemente
- Kennen lernen der chem. Symbol- und Formelsprache
- Erkennen der chemischen Bindung als Ursache für die Vielfalt der Stoffe
- Erwerb von Basiswissen über die Strukturen ausgewählter anorganischer und organischer Stoffe und einfachster Struktur - Wirkungsbeziehungen

Grundmuster chemischer Reaktionen

- Qualitative Erfassung des Zusammenhanges zwischen der stofflichen und energetischen Veränderung, die durch die Zerlegung und Neubildung von Bindungen bedingt wird
- Verstehen der Kopplung von Oxidation und Reduktion anhand einfacher Beispiele
- Alltagsbezogenes Erkennen der Bedeutung saurer und basischer Lösungen
- Einsicht gewinnen in wichtige Eigenschaften und Reaktionen von Säuren, Basen und Salzen

- Verständnis erlangen für typische Eigenschaften der wichtigsten funktionellen Gruppen

Rohstoffquellen und ihre verantwortungsbewusste Nutzung

- Erkennen von Luft, Wasser und Boden als Rohstoffquelle einerseits und schützenswerte Lebensgrundlage andererseits
- Wissen um die Bedeutung, Gewinnung und Verarbeitung wichtiger anorganischen Rohstoffe
- Wissen um die Bedeutung, Gewinnung und Verarbeitung fossiler Rohstoffe
- Wissen um den Stellenwert von Altstoffen und deren Entsorgung oder Wiederverwertung
- Prinzipielles Verstehen von Umweltproblemen als Störung natürlicher Systeme
- Erkennen der Bedeutung chemischer Methoden bei der Minimierung von Schadstoffen
- Erwerb von chemischen Grundkenntnissen in praxisrelevanten Gebieten wie Kleidung, Wohnen, Energiequellen und Energieversorgung, Verkehr und neue Technologien
- Einsicht gewinnen in die wirtschaftliche Bedeutung der chemischen Industrie

Biochemie und Gesundheitserziehung

- Einsicht gewinnen in die für die Lebensvorgänge wichtigsten Stoffklassen
- Erste Hinführung zur Entscheidungsfähigkeit betreffend Nahrungs- und Genussmittel, Medikamente und Drogen
- Verständnis erlangen für die Zusammensetzung und Anwendung hygienerelevanter Stoffe
- Altersgemäße Schulung der Einschätzung von Stoffen in Hinblick auf deren Gefährlichkeit und Erlernen des verantwortungsvollen und sicheren Umgangs mit (Haushalts-) Chemikalien

Aus den Bestimmungen zum Erweiterungsbereich:

Der Lehrplan unterscheidet in den Pflichtgegenständen und verbindlichen Übungen zwischen einem Kern- und einem Erweiterungsbereich. Für den Kernbereich sind zwei Drittel der in der subsidiären Stundentafel ... angegebenen Wochenstundenanzahlen vorzusehen. Neben dieser zeitlichen Begrenzung ist der Kernbereich auch inhaltlich definiert.

... Der Erweiterungsbereich ist standortbezogen durch die jeweilige Lehrerin bzw. den jeweiligen Lehrer allein oder fachübergreifend im Team zu planen, allenfalls nach Maßgabe schulautonomer Lehrplanbestimmungen.

Bei der Gestaltung des Erweiterungsbereiches sind insbesondere folgende Gesichtspunkte zu berücksichtigen:

regionale und lokale Gegebenheiten; Bedürfnisse, Interessen und Begabungen der Schülerinnen und Schüler; Lernfortschritte der Klasse (Bedarf an Vertiefung, Übung usw.); individuelle Schwerpunkte der Lehrerinnen und Lehrer; materielle und personelle Ressourcen; autonome Lehrplanbestimmungen.

Kern- und Erweiterungsbereich sind sowohl inhaltlich als auch organisatorisch miteinander vernetzt. Lernformen, Unterrichtsphasen, Schulveranstaltungen usw. sind nicht von vornherein dem einen oder dem anderen Bereich zugeordnet. Die Zuordnung hat sich vielmehr an den Lernzielen zu orientieren. Sowohl Leistungsfeststellung als auch Leistungsbeurteilung beziehen sich auf beide Bereiche.

TIMSS in der Mittelstufe

Helmut Kühnelt

In diesem ersten einer Reihe von Beiträgen zu TIMSS und die Folgen soll auf die Anlage der TIMSS-Studie und ihre Aussagen über den naturwissenschaftlichen Unterricht in Österreich mit dem Schwerpunkt Mittelstufe eingegangen werden.

Die dritte internationale Mathematik- und Naturwissenschaftsstudie war die erste, an der Österreich teilgenommen hat. Ziel solcher Studien ist gewissermaßen ein Vergleich der Effizienz verschiedener Bildungssysteme gemessen an einheitlichen Testaufgaben. Die Studie "soll Entscheidungsträger, Bildungsbeauftragte, Forscher und Lehrer über Leistungen des Bildungssystems und über Rahmenbedingungen des Lernens informieren"[1, S.1].

Durchgeführt wurde sie von der IEA, International Association for the Evaluation of Educational Achievement, deren österreichischer Partner, DDr. Günther Haider, Erziehungswissenschaftler an der Universität Salzburg ist. DDr. Haider war mit Unterstützung durch das BMUKA für die Durchführung und Datenauswertung verantwortlich. Als nächste Studie folgt PISA im Frühling 2000. Mit zunehmender Abgabe von Verantwortung durch die Zentralstellen - Schlagwort Autonomisierung der Schulen - steigt das Interesse derselben Stellen zu erfahren, was in den Schulen geschieht und wie Standards eingehalten werden.

An TIMSS beteiligten sich 45 Länder. Im Herbst 1994 und im Mai-Juni 1995 wurden an ca. 15000 Schulen über 500000 Schüler getestet. Die umfangreichste Studie betraf die Klassenstufen 7 und 8, in Österreich wurden in diesen Klassen etwa 3700 Schülerinnen und Schüler erfaßt.

Vorangegangen war dem Test eine Erhebung über die Schullandschaft und die Lehrpläne der einzelnen Länder, so daß ein inhaltlich für alle beteiligten Länder akzeptabler Katalog von Testfragen entwickelt werden konnte. Gefordert waren dabei Relevanz für die jeweiligen Lehrpläne und Validität der Aufgaben (sie sollen verlässlichen Aufschluß liefern). Während zwar die Überdeckung des nationalen Lehrplans überprüft wird, sind die gestellten Aufgaben doch ein Spiegelbild der anglo-amerikanischen "Testkultur".

Nicht nur von der Zahl der betroffenen Schüler war TIMSS der komplexeste Test der letzten Zeit, durch die parallele Durchführung von 8 Untersuchungen lieferte er umfangreiches Datenmaterial, dessen beschreibende Auswertung leichter als die schlüssige Interpretation der Ergebnisse ist.

Durchgeführt wurden

- in Population I, Schulstufe 3 und 4, Tests zu Mathematik und Naturkunde
- in Population II, Schulstufe 7 und 8: Tests zu Mathematik, zu Naturwissenschaft (Physik, Chemie, Biologie, Erdwissenschaften, Umweltfragen); ein Experimentiertest und praktische Arbeit in Mathematik; eine Videostudie zum mathematischen Unterricht in der BRD, USA und Japan.
- in Population III, am Ende der sekundären Ausbildung: Tests zum mathematisch-naturwissenschaftlichen Grundwissen; Tests zum Fachwissen aus Mathematik und Physik

Zusätzlich wurden mittels Fragebögen von Schülern, Lehrern und Direktoren Informationen über Einstellungen der Schüler, Ausbildung, Alter und Ansichten zum naturwissenschaftlichen Unterricht der Lehrer und einiges mehr erhoben.

Was wurde getestet?

Die Testbeispiele können einem zweidimensionalen Schema entnommen gedacht werden. Eine Dimension spannt sich von der Kenntnis von Einzelfakten ("Understandig simple information"), über Zusammenhangswissen zur Anwendung von Begriffen und der Lösung von Aufgaben, schließlich zur Planung eigener Untersuchungen (wissenschaftliches Arbeiten). Die andere Dimension bilden die Fähigkeiten, die von der Anwendung lebenspraktischen Wissens, der Anwendung alltagsbezogener naturwissenschaftlicher Konzepte zur Kenntnis fachlicher Inhalte auf Schulniveau und zum Verständnis der Begriffe der Schulphysik reichen.

Die meisten Aufgaben waren im Multiple-choice-Format, etwa 25% erforderten eine verbale Beantwortung. Die 135 naturwissenschaftlichen Testfragen wurden so auf acht unterschiedliche Testhefte verteilt, daß ein gemeinsamer Kern von allen Probanden bearbeitet werden sollte, die weiteren Aufgaben waren so breit gestreut, daß ein Überblick über Schülerleistungen möglich werden sollte. Für die Bearbeitung des Naturwissenschaftstests wie auch des Mathematiktests von jeweils etwa 35 Aufgaben standen je 45 Minuten zur Verfügung.

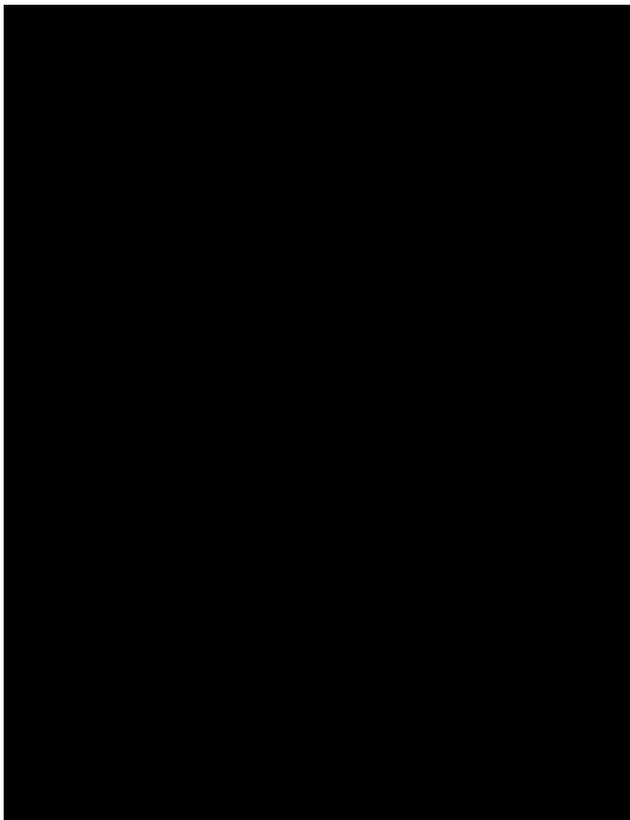
Die erreichten Punkte wurden so umskaliert, daß über alle Probanden einer Population und aller Länder gemittelt die mittlere Leistung 500 Punkte beträgt mit einer Streuung von 100 Punkten - eine Gauß-Verteilung wird hier angenommen.

Testerfolg

Selbst wenn immer wieder - auch von IEA - auf die Sinnlosigkeit einer Länderreihung hingewiesen wird, sie wird von IEA publiziert und Länderunterschiede werden eingehend diskutiert. Sowohl im Mathematiktest, als auch im Naturwissenschaftstest der Population II schnitten die österreichischen Schüler gut ab und fanden sich unter den ersten zehn von 41 Ländern mit Singapur als Spitzenreiter.

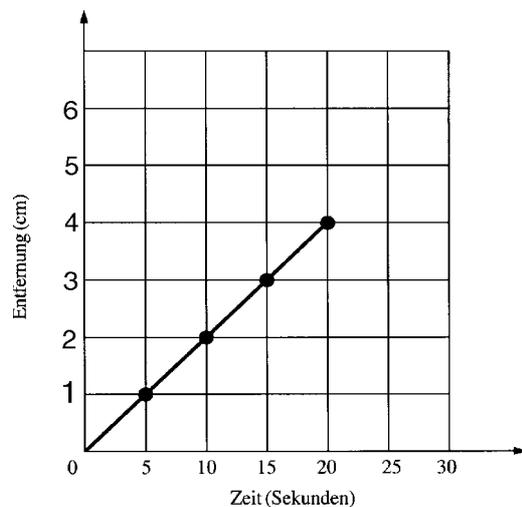
Im Detailergebnis fällt auf, daß die AHS-Unterstufe ein signifikant besseres Ergebnis bringt als die Hauptschule, doch auch deren mittlere Leistung entspricht dem internationalen Mittelwert. Weiters fällt das etwas schlechtere Abschneiden der Mädchen auf, das in verschieden starkem Ausmaß in allen beteiligten Ländern zu beobachten ist. Ein Vergleich von Schultypen oder Bundesländern ist nach DDr. Haider nicht möglich, doch liegen die Leistungen in den Großstädten unter dem Durchschnitt.

Wegen des guten Abschneidens im internationalen Vergleich (Zitat Kronenzeitung: "Unsere Schüler gehören zu den Besten") gab es in Österreich keine besonderen Reaktionen auf



P1. Weg-Zeit-Diagramm

Das Schaubild zeigt die Fortbewegung einer Ameise, die sich entlang einer geraden Linie bewegt. Welche Strecke wird die Ameise nach Ablauf von 30 Sekunden zurückgelegt haben, wenn sie sich weiterhin mit der gleichen Geschwindigkeit fortbewegt?



A: 5 cm, B: 6 cm, C: 20 cm, D: 30 cm.

TIMSS-Leistungen Naturwissenschaften für die 8. Schulstufe im internationalen Vergleich (adaptiert aus Baumert J. u.a.: TIMSS - Mathematisch-naturwissenschaftlicher Unterricht im internationalen Vergleich, Opladen 1997)

die Pop II-Ergebnisse. Entsprechend sind in Österreich weder die Resultate noch die Aufgaben und die in sie geflossenen Überlegungen einigermassen bekannt.

Hingegen war in der BRD Feuer am Dache, da die mittleren Leistungen Journalisten und Politiker enttäuschten und die Analysen der Ergebnisse von einem Rückstand deutscher Schüler gegenüber ihren Nachbarn von einem Schuljahr sprachen. Als Reaktion darauf wurde ein Bund-Länder-Modellversuch zur Steigerung der Effizienz des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts gestartet, auf den weiter unten noch eingegangen werden soll.

Konstruktion der Testaufgaben

Einen einheitlichen Test zu konstruieren, der für alle beteiligten Länder den Lehrstoff zu über 90% abdeckt (für Schulstufe 7 natürlich weniger), kulturell neutral ist und die verschiedenen Stufen der Stoffbeherrschung und der Fähigkeiten testet, ist keine kleine Aufgabe.

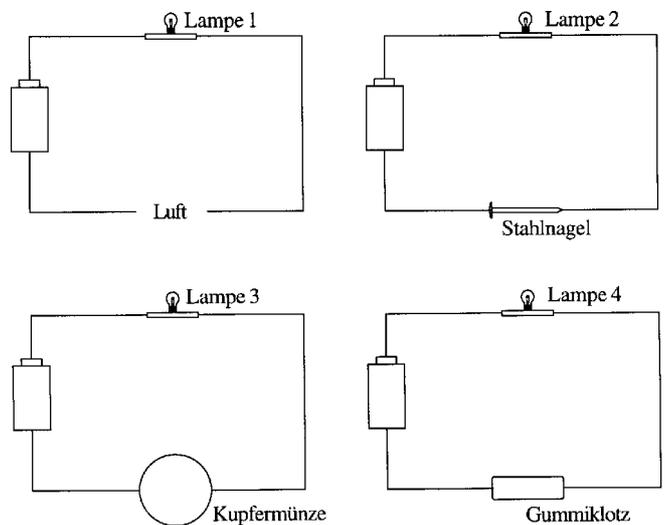
Es ist daher interessant zu sehen, wie der international gesehene gemeinsame Nenner naturwissenschaftlicher Grundbildung aussieht, wie solche Tests gestaltet sind und welche Fähigkeiten sie tatsächlich abtesten, schließlich, wo Stärken und Schwächen der österreichischen Schüler liegen - auch wenn schon wieder fünf Jahre vergangen sind und schon die zweite Lehrplanreform erfolgte.

Exemplarisch sollen fünf Physikaufgaben mit steigender Schwierigkeit besprochen werden, die Leistungen der Schulstufen 7 und 8 im internationalen Schnitt, in Österreich, BRD und Schweiz sind in der Tabelle zusammengefasst.

K13. Lampe im Stromkreis

Die folgenden Abbildungen zeigen jeweils eine Taschenlampenbatterie und eine Glühlampe, die über Drähte mit verschiedenen Stoffen verbunden sind.

Welche Glühlampen werden aufleuchten?



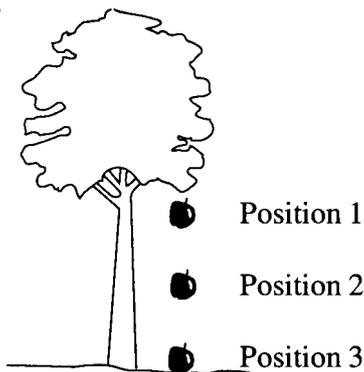
L7. Schallausbreitung im Weltraum

Die Besatzungen zweier Schiffe am Meer können sich durch lautes Rufen verständigen. Weshalb ist dies den Besatzungen zweier Raumschiffe bei gleichem Abstand voneinander im Weltraum nicht möglich?

- A. Der Schall wird im Weltraum stärker reflektiert.
- B. Der Druck im Inneren der Raumschiffe ist zu groß.
- C. Die Raumschiffe bewegen sich schneller als der Schall.
- D. Es gibt keine Luft im Weltraum, in der sich der Schall fortbewegen kann.

K17. Fallender Apfel

Das Bild zeigt einen zu Boden fallenden Apfel.
In welcher/welchen Position/en wirkt Schwerkraft auf den Apfel?



L4. Effizienz von Maschinen

Die Maschinen A und B reinigen Bodenflächen. Die Tabelle zeigt, welche Fläche in 1 Stunde gereinigt wird und wieviel Benzin dabei verbraucht wird.

	In 1 Stunde gereinigte Fläche	In 1 Stunde verbrauchtes Benzin
Maschine A	2 Hektar	$\frac{3}{4}$ Liter
Maschine B	1 Hektar	$\frac{1}{2}$ Liter

Welche Maschine nutzt die im Benzin enthaltene Energie am besten aus? Erläutere Deine Antwort.

P2. Taschenlampe beleuchtet die Wand

Eine Taschenlampe nahe vor einer Wand beleuchtet einen kleinen Lichtkreis verglichen mit dem Lichtkreis, den sie erzeugt, wenn sie weit von der Wand entfernt ist. Erreicht mehr Licht die Wand, wenn die Taschenlampe weiter weggehalten wird?

JA/NEIN

Begründe Deine Antwort.

Aufgabe	Schwierigkeit	Schulstufe	Internat.	A	D	CH
P1	358	7	78%	78%	79%	83%
		8	83%	87%	84%	90%
K13	429	7	69%	84%	78%	67%
		8	78%	91%	83%	77%
L7	473	7	67%	76%	78%	77%
		8	70%	80%	74%	76%
K17	571	7	49%	51%	46%	42%
		8	55%	61%	55%	53%
L4	688	7	29%	54%	37%	33%
		8	36%	62%	42%	50%
P2	770	7	18%	9%	16%	11%
		8	23%	11%	22%	11%

Der Schwierigkeitsindex leitet sich aus der Gaußverteilung ab.

Kurzkommentar

Ohne Kenntnis der häufigsten Fehler kann kaum auf die Güte der richtigen Antwort geschlossen werden. Die Schwierigkeit, sinnvolle Alternativen in Multiple Choice-Fragen zu formulieren, ist in P1 evident, doch scheint sich im Ergebnis ein relativ sicherer Umgang mit einfachen Diagrammen zu zeigen. Das überdurchschnittliche Ergebnis zur Effizienz von Maschinen ist wohl eher dem Mathematikunterricht gut zu schreiben, während die geometrische Optik (P2) ein Stiefkind des Unterrichts zu sein scheint. Ob in L7 wirklich getestet wird, daß Schallausbreitung eines Mediums bedarf?

Es soll nicht verschwiegen werden, daß sich auch physikalisch problematische Aufgaben finden. Etwa die folgende: "Einige Schüler haben die Stromstärke im Stromkreis gemessen. Die

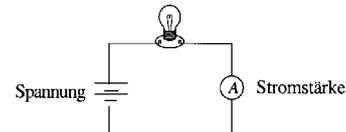


Tabelle gibt einige Ergebnisse wieder. Vervollständige die Tabelle.

Spannung (Volt)	Stromstärke (mA)
1,5	10
3	20
6	

Diese Aufgabe wurde neben anderen von Hagemester [2] zu recht heftig kritisiert, da die Gültigkeit des Ohmschen fälschlicherweise postuliert wird. Es wird eher die Extrapolation einer linearen Funktion als ein physikalischer Zusammenhang getestet.

Kommentare zu weiteren Aufgaben finden sich im Artikel von R. Duit [3] im Themenheft TIMSS von Unterricht Physik.

Chemietest

Auch hier schnitten österreichische Schüler überdurchschnittlich gut ab. Sie kennen die Wirkungsweise von CO₂-Feuerlöschern und den Begriff Ion überdurchschnittlich gut, versagen aber bei der Aufgabe, im Lückentext ("... bestehen aus, die aus zusammengesetzt sind.") die vorgegebenen Wörter Moleküle, Atome, Zellen passend einzusetzen.

Experimentiertest

Der Experimentiertest wurde in Mitteleuropa nur in der Schweiz durchgeführt. Da in ihm wesentlich mehr Fähigkeiten angesprochen werden und er dadurch als Beispiel abgestufter Leistungsbewertung dienen kann, sei ein Beispiel daraus kurz vorgestellt. Weitere Beispiele hat Labudde [4] diskutiert.

Versuch Schatten (gekürzte Formulierung):

Material: Leuchte, quadratische Karteikarte (5 cm), Schirm, Metermaß, Lineal.

Aufgabe: Änderung der Schattengröße bei Bewegung der Karte bestimmen.

A. Halte die Karte fest und entferne/nähere die Leuchte.

(1) Wie ändert sich die Schattengröße?

(2) Warum ist der Schatten stets größer als die Karte?

(3) Finde anschließend wenigstens 3 Positionen von Leuchte und Karte, so daß der Schatten doppelt so breit ist wie die Karte.

B. Führe eine systematische Untersuchung durch, um schließlich eine Regel aufzustellen.

(4) Beschreibe Deine Untersuchung.

(5) Stelle Deine Ergebnisse möglichst klar vor.

(6) Welche allgemeinen Schlüsse kannst Du aus dem Ergebnis ziehen. Versuche eine Regel zu formulieren, die angibt, wann der Schatten doppelt so breit ist wie die Karte.

Während Teilaufgabe (1) noch von 75% gelöst wurde, erwies sich bereits (2) als schwierig (33%) und die Formulierung einer Regel gelang nur 21%.

Im Experimentiertest zeigten sich keine Leistungsunterschiede zwischen Mädchen und Buben.

BLK-Modellversuch

Steigerung der Effizienz des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts ist das Ziel der in der BRD durch TIMSS ausgelösten Initiative. Unterstützt von Fachdidaktik und Erziehungswissenschaft werden an insgesamt 180 Schulen Materialien zu 11 Modulen erarbeitet und erprobt [5]:

1. Weiterentwicklung der Aufgabekultur. Erweiterte Aufgabenstellungen und Ermutigung zu alternativen Lösungsweisen
2. Naturwissenschaftliches Arbeiten: Weiterentwicklung des Schülerexperiments, weniger enge Führung und mehr eigene Denkleistung
3. Aus Fehlern lernen: Fehler sollen als Lerngelegenheit verstanden werden statt als unwillkommene Störung
4. Sicherung von Basiswissen - Verständnisvolles Lernen auf unterschiedlichen Niveaus: Vorwissen berücksichtigen, Lösungen auf unterschiedlichem Niveau.
5. Zuwachs an Kompetenz erfahren: Vernetzung des Stoffes soll betont werden, Wiederholungsaufgaben stärker in Neuerwerbenaufgaben einbetten
6. Fächergrenzen erfahrbar machen: fachübergreifendes und fächerverbindendes Arbeiten
7. Förderung von Mädchen und Jungen
8. Entwicklung von Aufgaben für die Kooperation von Schülern: Teamfähigkeit fördern
9. Verantwortung für das eigene Lernen stärken
10. Prüfen: Erfassen und Rückmelden von Kompetenzzuwachs. Prüfungen müssen mit den gewandelten Arbeits- und Unterrichtsweisen entsprechen.
11. Qualitätssicherung innerhalb der Schule und Entwicklung schulübergreifender Standards

Schlußbemerkung

Im TIMSS-Test Naturwissenschaft für die 13- bis 14-Jährigen wird dem Unterricht an Österreichs Schulen ein relativ gutes Zeugnis ausgestellt. (Warum wird trotzdem der Zustand des naturwissenschaftlichen Unterrichts als nicht befriedigend empfunden?)

Prinzipiell geben Tests dieser Art nur Zustandsbilder, keine Erklärungen. Diese müßten in wesentlich aufwendigerer

Weise durch Interviews, Unterrichtsbeobachtungen, etc. gewonnen werden. Trotzdem sei eine vorsichtige Deutung gewagt. Die Aufgaben bewegten sich auf einem qualitativen Niveau, wobei viel Alltagswissen angesprochen wurde. Im Vergleich zur BRD bewährt sich der frühere Beginn von Physik (wobei der Wunsch, diesen in die 1. Klasse zu verlegen, durchaus begründet werden könnte). Auch chemisches Fachwissen (zB CO₂-Löcher) scheint in der 4. Klasse Interesse zu finden. Stärker gefördert sollte das selbständige Formulieren von Ergebnissen und Erkenntnissen werden. Vielfältigere Arbeitsmethoden wie im Experimentiertest sollten verstärkt verwendet werden.

Die Intentionen der Module des BLK-Modellversuchs wurden vor Jahren in der "Neuen Lernkultur" bereits propagiert, der Lehrplan 99 ist diesen Zielen verpflichtet. Zu seiner Umsetzung wird es im naturwissenschaftlichen Bereich Phantasie und Einsatz bedürfen, wobei gelegentliche Blicke über die Grenzen hilfreich sein werden.

Weitere Informationen zu TIMSS sind am Internet zu finden unter

<http://www.sbg.ac.at/assess/timss/materialien> (die Homepage des österreichischen IEA-Partners)

<http://www.mpib-berlin.mpg.de/EuB/EuB-haus.htm> (die Homepage des Max-Planck-Instituts für Bildungsforschung, wo Sie die freigegebenen Aufgaben in deutscher Sprache finden)

<http://didaktik.physik.uni-wuerzburg.de/~pkrahmer/home/timss.html> (Peter Krahmers reiche Fundgrube an Kommentaren zu TIMSS)

Literatur

- [1] Beaton A.E., et al.: *Science Achievement in the Middle School Years: IEA's Third Mathematics and Science Study (TIMSS)*, Boston College 1996. (Download: <http://timss.bc.edu>)
- [2] Hagemeyer V.: *Was wurde bei TIMSS erhoben?* In: *Die Deutsche Schule* 91 (1999), 160-177; Entgegnung von Baumert J. u.a. (s. <http://www.mpib-berlin.mpg.de>)
- [3] Duit R.: *TIMSS-Items für die Klassenstufen 7 und 8*. In: *Unterricht Physik* 6/99, 10-16
- [4] Labudde P.: *Lern- und Prüfungsaufgaben für den Physikunterricht. Erträge für den Physikunterricht*. In: *Unterricht Physik* 6/99, 23-31.
- [5] Materialien zu den Modulen sind am Server des Projekts unter <http://blk.mat.uni-bayreuth.de/blk> zu finden.

Die Ausbildung von Physik Lehrern in Österreich - Resultate einer Umfrage

Heimo Latal, Leopold Mathelitsch und Andreas Holzinger

Im Rahmen des unter dem SOKRATES-Programm geförder- ten Projektes "European Physics Education Network" (EU- PEN) beschäftigt sich eine Arbeitsgruppe mit der Ausbildung von Physik Lehrern. Da es in Italien auf diesem Gebiet bisher nur eine kurze Zusatzausbildung nach dem Physikdiplom gab, wurde auf Initiative der italienischen Vereinigung der Physik- lehrer eine Fragebogenaktion unter aktiven Physik Lehrern ins Leben gerufen, die verschiedene Aspekte ihrer Berufserfah- rung erfassen soll. Um Vergleiche mit anderen Ländern, in welchen die Ausbildung zum Physik Lehrer institutionalisiert ist, zu erhalten, wurden entsprechend angepasste Untersu- chungen auch in Österreich, Schweden, Polen und Flandern durchgeführt.

Die Aussendung der Fragebögen geschah zwischen November 1998 und Jänner 1999; ab April 1999 wurden die Rückmel- dungen statistisch ausgewertet und im Sommer 1999 erste in- ternationale Vergleiche angestellt. Ein kurzer Bericht über die Resultate wurde im September 1999 bei der Tagung der Euro- päischen Physikalischen Gesellschaft "EPS-11" und dem anschließenden "Third General Forum 99" von EUPEN in Lon- don gegeben. Eine ausführliche Darstellung erscheint in einem Band der Publikationsreihe von EUPEN, der im März 2000 herausgegeben wird.

Im Folgenden sollen einige Aspekte des österreichischen Teils der Fragebogenaktion vorgestellt werden; die vollständige stati- stische Auswertung der österreichischen Rückmeldungen kann unter der Adresse http://physik.kfunigraz.ac.at/~hgl/a_ausw_tot.html eingesehen wer- den.

1. Die Stichprobe

Ungefähr 1850 Exemplare des Fragebogens wurden an insge- samt 458 Schulen in ganz Österreich ausgesandt: an 318 AHS sowie 140 BHS (45 HTL, 95 HAK). Die Anzahl der Rückmel- dungen war 441, d.h. es ergab sich eine Rücklaufrate von 24%. In Abb. 1 wird die geographische Verteilung der Rückmel- dungen gezeigt.

Der relativ große Anteil der Antworten aus der Steiermark kann damit zusammenhängen, dass die Umfrage von der Uni- versität Graz ausging.

Die Altersstruktur (Mittelwert 43 Jahre, Bereich: 24 - 59 Jahre) korreliert gut mit der Berufserfahrung (Mittelwert 17 Jahre, Bereich: 0 - 39 Jahre); siehe Abb. 2. Dies unterstreicht die relativ gute Anstellungssituation für Physik Lehrer: Der Einstieg ins Berufsleben erfolgt meist unmittelbar nach Ab- schluss des Studiums. Bemerkenswert ist auch, dass 95 % der antwortenden Lehrer einen unbefristeten Vertrag haben.

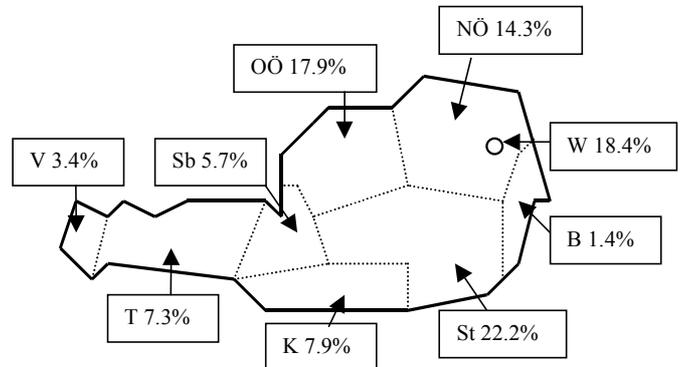


Abb. 1: Geographische Verteilung der Rückmeldungen

Etwa 30% der antwortenden Physik Lehrer sind weiblich, 69% männlich, und 1% gaben ihr Geschlecht nicht preis.

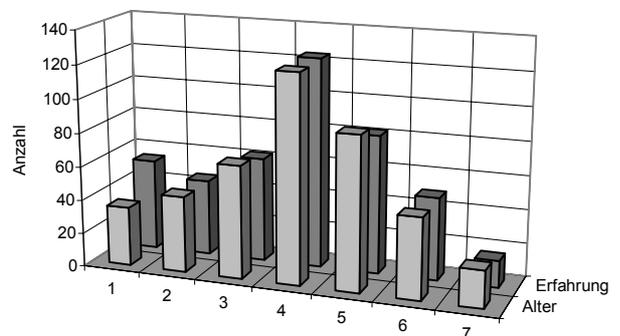
Als ersten akademischen Grad gaben 93% den Mag.rer.nat. an, 5% sind Diplomingenieure. Außerdem haben etwa 15% einen weiteren akademischen Titel: 12% ein Doktorat, 2,5% Mag.rer.nat., und 1% einen Ingenieursgrad.

Dabei erlangten 36% ihren ersten Abschluß an der Universität Wien, 31% an der Universität Graz, 14% in Linz und 11% in Innsbruck. An den Technischen Universitäten in Wien und Graz erhielten je 2% ihre erste Ausbildung.

Physik gaben 96% als erstes (28%) oder zweites (68%) Unter- richtsfach an, und 82% Mathematik als erstes (60%) oder zweites (22%) Fach.

In der Unterstufe unterrichten etwa 66%, in der Oberstufe ei- nes Gymnasiums 65% und eines Realgymnasiums 58%. Etwa 24% unterrichten an einer BHS, was gut mit dem relativen An- teil der angeschriebenen BHS-Schulen korreliert.

Abgesehen von einigen kleineren Verzerrungen (z.B. bezüg- lich der geografischen Verteilung und des Anstellungsvertra- ges) scheint die Stichprobe einigermaßen repräsentativ für die Menge der Physik Lehrer in Österreich zu sein.



Bereiche:
Alter: 1=<30, 2=31-35, 3=36-40, 4=41-45, 5=46-50, 6=51-55, 7=56-59
Erfahrung: 1=<5, 2=6-10, 3=11-15, 4=16-20, 5=21-25, 6=26-30, 7=31-39

Abb. 2: Korrelation zwischen Alter und Berufserfahrung

Univ.-Prof. Dr. Heimo Latal und ao.Univ.-Prof. Mag. Dr. Leopold Mathelitsch, Institut für Theoretische Physik, Karl-Franzens-Universität Graz
Ing. Mag. Mag. Dr. Andreas Holzinger, Institut für Medizinische Informatik, Statistik und Dokumentation, Karl-Franzens-Universität Graz

Physikunterricht zum Thema Druck

Ingrid Oberhoffner, Gunter Iberer, Leopold Mathelitsch

Ergebnisse und Schlussfolgerungen einer Untersuchung von Vorstellungen, Wissen und Gefahrenbewusstsein von Schülern und Erwachsenen im Umgang mit Druck

1. Einleitung

Eine wichtige Fragestellung physikdidaktischer Forschung betrifft die Erhebung des Vorwissens von Schülerinnen und Schülern, um einen von der Vorstellungswelt der Schüler ausgehenden Unterricht entwickeln zu können. Während es zu bestimmten Teilgebieten der Physik, wie etwa zur Kinematik und Dynamik fester Körper oder zur Elektrizitätslehre, bereits zahlreiche Studien dazu gibt [1], wurde der Druckbegriff eher selten untersucht [2]. Dabei zeigt sich der physikalische Druck im Schulunterricht aus verschiedenen Gründen als interessante Größe: So gibt es z.B. mehrere Ansatzmöglichkeiten - etwa über den Gasdruck oder über den Auflagedruck. Weiters ist mit dem Druckbegriff ein konzeptionell nicht leicht verständlicher Zusammenhang zwischen einer skalaren Größe, dem Druck, und einer vektoriellen Größe, der Kraft, gegeben.

Im Rahmen einer Dissertation [3] wurde 1998 eine Studie zur Erfassung der Konzeptentwicklung zur physikalischen Größe "Druck" im Laufe der Schulausbildung durchgeführt. Mit Hilfe einer schriftlichen Befragung von über 500 Personen zwischen 10 und 40 Jahren, an welcher Schüler von acht Grazer Schulen aus den Bereichen AHS, BHS (HAK und HTBLA) und BORG sowie eine Gruppe von Studenten und Akademikern unterschiedlicher Studienrichtungen teilgenommen haben, sollte die Entwicklung des Druckkonzeptes nachgezeichnet werden, um Schlussfolgerungen und Konsequenzen für den Physikunterricht ableiten zu können.

2. Beschreibung der Durchführung der Studie

Die schriftliche Befragung (insgesamt 503 Teilnehmer, 222 weiblich, 281 männlich) mittels eines Fragebogens wurde in den Monaten Juni/Juli 1998 in Graz durchgeführt. Die Fragestellungen waren bis auf die Art der persönlichen Anrede identisch und enthielten - neben speziellen Fragen zur persönlichen Einstellung der Befragten zum Thema "Druck" - aus der Unterstufe bekannte Themen wie z.B. Auftrieb oder Auswirkung von Druckunterschieden, sowie Fragen bezüglich einer subjektiven Gefahreinschätzung oder über praktische Druckmessungen. Die Untersuchung beschränkte sich auf Schulklassen der 1., 4. und 7. Klasse AHS, den 1. und 3. Jahrgängen BORG, HAK und HTBLA sowie Erwachsene mit Matura. Bei der Oberstufen- und Erwachsenenbefragung wurde zwischen Teilnehmern mit und ohne physikalisch-technischer Ausbildung unterschieden. So konnten die Analysen systema-

tisch nach Geschlecht, Ausbildungsdauer und Ausbildungsschwerpunkt durchgeführt werden. Die statistische Auswertung wurde mit dem Programm SPSS 7.5 [4] vorgenommen.

3. Ergebnisse der Untersuchung

Im Folgenden werden einige Resultate der Studie vorgestellt und diskutiert. Im nächsten Abschnitt werden daraus Unterrichtsvorschläge abgeleitet.

Aktueller Bezug von Schülern und Erwachsenen zur physikalischen Größe Druck

Über 10 Prozent aller Teilnehmer assoziierten "Druck" mit sozialen Situationen wie Leistungsdruck, Stress,... . In den Teilnehmergruppen der 1. Klasse AHS und dem 1. Jahrgang BHS und BORG war mit 22 % bzw. 12 % der Anteil an nicht-physikalischen Beispielen überdurchschnittlich hoch. Im allgemeinen kann gesagt werden, dass Schüler und Erwachsene zum physikalischen Druck einen eher geringen Bezug haben. Diese distanzierte Haltung ist bei den Schülerinnen in einem noch wesentlich größeren Ausmaß vorhanden als bei den Schülern ("Druck ist wenig alltäglich bzw. unbekannt": weiblich 64,0 %; männlich 44,5 %). Bemerkenswerterweise empfinden noch über 40 % aller Befragten ab der Oberstufe Druck als zumindest wenig alltäglich.

In diesem Zusammenhang waren die Analysen der Wissensquellen zum physikalischen Druck interessant. Die Dominanz der Schule bezüglich des Wissenserwerbs ist mit etwa 90 % an Nennungen ab der 4. Klasse Unterstufe recht deutlich - zwischen den Unterrichtsjahren der 1. und der 4. Unterstufenklasse verlieren die Informationsträger Familie (von 43 % auf 17 %), Freizeit (von 28 % auf 24 %) und Medien (von 29 % auf 19 %) stark an Bedeutung. Dies deutet darauf hin, dass der Physikunterricht eher selten auf außerschulische Wissensquellen hinweist bzw. dass diese von den Schülern nicht angenommen werden. Vor allem Mädchen nutzen außerschulische Wissensquellen äußerst selten und begnügen sich (zumindest auf das Thema "Druck" bezogen) auf eine passive Informationsaufnahme in der Schule.

Das Wissen von Schülern kann als Mischung aus Schulwissen und persönlichen Erfahrungen angesehen werden. In der Untersuchung wurde auch nach Druckbeispielen bzw. Anwendungen gefragt, wobei sich große geschlechts- und ausbildungsspezifische Unterschiede erkennen ließen. So haben Mädchen durchwegs weniger Beispiele in Bezug auf Anzahl und Vielfalt genannt. Vor allem eine Einteilung der Nennungen in die Themenbereiche Technik, Umwelt/Biologie, Haushalt und Sport/Freizeit zeigte geschlechtsspezifische Tendenzen (vgl. Abb. 1).

Während sich die Ergebnisse bei der Nennung spezieller Beispiele zum Druck noch recht erfreulich gestalteten, zeigte die Bitte nach einer Erklärung des Begriffes Druck große Probleme bei den Befragten auf. Nur 165 von 503 Teilnehmer (~

Prof. Mag. Dr. Ingrid Oberhoffner, BG/BRG Klusemannstraße 25, 8053 Graz
ao.Univ.Prof. Mag. Dr. Gunter Iberer, Lehrinstitut für das Schulpraktikum,
Universitätszentrum "Wall", Merangasse 70/II, 8010 Graz
ao.Univ.Prof. Mag. Dr. Leopold Mathelitsch, Institut für Theoretische
Physik, Universität Graz, Universitätsplatz 5/I, 8010 Graz

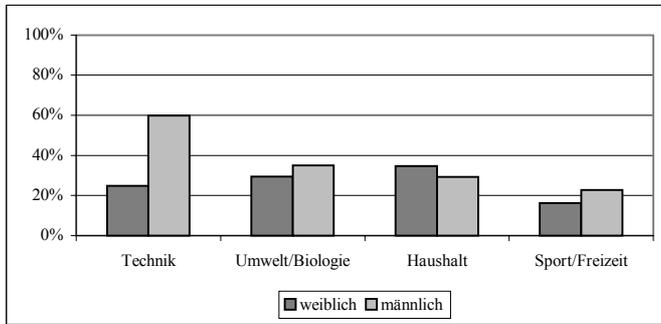


Abb. 1: Anzahl der Nennungen von physikalischen Druckbeispielen

knapp 33 %) gaben eine physikalisch angemessene Antwort. Die Art der physikalischen Erklärungen änderte sich mit dem Alter der Schüler in folgender Weise: Während Schüler(innen) der Unterstufe, speziell jene der 1. Klasse Unterstufe, praktische Erklärungen aus den Themenbereichen Gas- und Wasserdruck lieferten, nahmen mit fortschreitender Ausbildung vor allem bei den männlichen Teilnehmern die Beschreibungen mit Hilfe des Kraftbegriffs (30 % der Nennungen) bzw. einer Veranschaulichung mit Pfeilen (7 % der Nennungen) signifikant zu. Da die Erklärungen über Gas- und Wasserdruck abnahmen, zeigte sich, dass die Schülerinnen und Schüler aus dem Physikunterricht vor allem die Kraftvorstellung zur Definition des Druckbegriffs übernehmen. Auf die damit verbundene Gefahr, dass Druck dann als vektorielle Größe aufgefasst wird, wurde schon von anderer Seite hingewiesen [5]; die Ergebnisse unserer Untersuchung bestätigen dies eindeutig und zeigen, dass Schülerinnen und Schüler verstärkt zu einem undifferenzierten Gebrauch von Kraft und Druck tendieren.

Vorstellungen und Kenntnisse zum Thema "Druck"

Insgesamt sieben Fragen des Fragebogens beschäftigten sich mit praktischen, in einfacher Sprache formulierten Problemstellungen zum Thema "Druck". Von den Themen

1. Unterscheidung Kraft - Auflagedruck
2. Kompressibilität von Luft
3. Zustandekommen des Auftriebs im Wasser
4. Wirkung des Luftdrucks bei Druckunterschieden
5. Prinzip der hydraulischen Presse am Beispiel von Spritzen
6. Höhen- (bzw. Tiefen-)abhängigkeit des Luft- (bzw. Wasser-)drucks
7. Kenntnisse von Messwerten bei praktischen Druckmessungen

sollen nur die Resultate von der unter Punkt 4 angeführten Frage genauer vorgestellt werden.

Frage: *Getränkepackerln werden beim Leertrinken zusammengedrückt! Warum?*

Die bewusst alltagssprachlich und nicht exakt physikalisch formulierte Fragestellung (im Fragebogen mit Graphik) ließ eine Vielzahl an Assoziationen zu. Mehr als 10 % der Teilnehmer waren der Meinung, eine Person sei aktiv, indem diese (um trinken zu können oder aus Gründen der Müllverringering) das Packerl absichtlich zusammendrückt. Weitere 41 % schrieben allgemein dem Entleeren des Inhalts durch eine Person die Verformung zu. Diese praktischen bzw. phänomenologischen Antwortkategorien fanden sich vorwiegend bei den Mädchen der Unterstufenklassen. Die ausbildungsspezifischen

Analysen zeigten große Unterschiede in der Fähigkeit, den Vorgang physikalisch richtig zu Ende zu denken und dem äußeren Luftdruck die Ursache des Zusammendrückens zuzuschreiben (Vergleich von Klassen der 9. Schulstufe: HAK 0 %; BORG 3 %; HTBLA: 19 %). In allen Ausbildungsstufen zeigte sich bemerkenswerterweise das Misskonzept, dass das Zusammengedrücktwerden deshalb stattfindet, weil es nicht möglich ist, dass innen "nichts" ist (Zitate eines 12- und eines 17-jährigen Schülers: "...weil sonst ein Vakuum entstehen würde!" ... "...zieht sich das Packerl zusammen, da der leer gewordene Raum gefüllt werden muss!"). Diese Vorstellung hatte historisch als *horror vacui* bis zu den Entdeckungen von Guericke und Torricelli im 17. Jahrhundert große Bedeutung [6].

Als weitere Ergebnisse des Problemfeldes Teilnehmerkenntnisse und -vorstellungen können angeführt werden:

- Das Wissen der Teilnehmer ist sehr lückenhaft und oberflächlich. Eine Bewertung mittels eines Punktesystems brachte einen Gesamtdurchschnittswert von nur 50 % der maximal erreichbaren 24 Punkte (vgl. Abb.2).
- Im allgemeinen ist die physikalische Güte der Antworten bei den Mädchen signifikant geringer. Des weiteren ist bei ihnen äußerst auffällig, dass Fragen wesentlich häufiger nicht beantwortet wurden.
- Der aus Abb. 2 ersichtliche Wissenszuwachs nach der 4. Klasse Unterstufe ist fast ausschließlich auf die Leistungen der Schülerinnen und Schüler mit technischem Ausbildungsschwerpunkt zurückzuführen.
- In allen Teilnehmergruppen finden sich die Fehlkonzepte
Druck und Kraft sind identisch,
Luft ist keine Materie,
Kompressibilität von Luft auf Grund einer Volumsverringering der Teilchen,
Unterdruck saugt; Vakuum kann nicht entstehen.

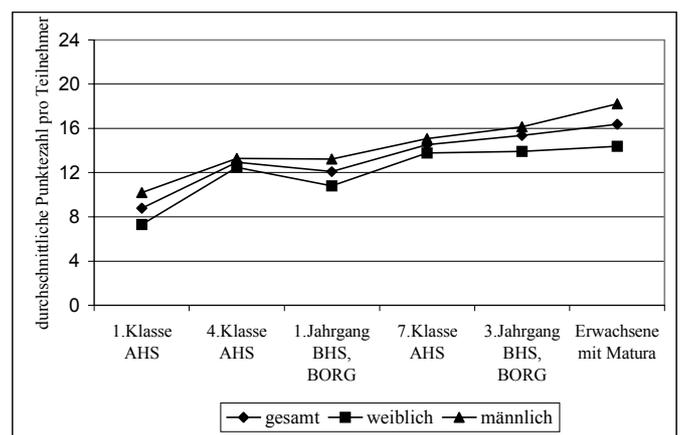


Abb. 2: Gesamtergebnis der Punktebewertung

Analyse der Sprache im Zusammenhang mit Erklärungen zum physikalischen Druck

In den Beschreibungen findet sich sehr häufig die Vorstellung, Druck und Kraft seien äquivalent. Analysen der Teilnehmerantworten in Abhängigkeit von Wortwahl und Formulierung zeigten, dass ein signifikanter Zusammenhang zwischen sprachlicher Inkorrektheit und fachlichen Unkenntnissen besteht (Spearman-Korrelation $korr.=0,6$). Die sprachliche Aus-

drucksweise lässt also Rückschlüsse auf die möglichen Vorstellungen von Schülerinnen und Schülern zu.

Im folgenden die weiteren Ergebnisse:

- Mit Dauer und Intensität des Physikunterrichts nehmen die Schlagwortantworten auf Kosten verständlicher Erklärungen signifikant zu. Hierin gibt es keine geschlechtsspezifischen Unterschiede.
- Der Druckbegriff wird sprachlich sehr vielseitig eingesetzt (*Druck herrscht, staut sich, entwickelt sich, baut sich auf, ...*), was einen großen Unterschied zu den Texten in den Physikbüchern der 2. Klasse Unterstufe darstellt.
- In den Unterstufenklassen werden verstärkt Formulierungen verwendet, welche auf ein Zustandskonzept schließen lassen (*"Druck ist in ..."; "Druck herrscht..."*), in der Oberstufe wird vorrangig das Kraftkonzept ausgedrückt (*"Druck auf...; "Druck wirkt..."*).

Abklären des Gefahrenbewusstseins

Als ein wichtiger - und, wie im nächsten Punkt gezeigt wird, für Schüler interessanter - Aspekt des Druckkonzeptes ist die Einschätzung der Gefährlichkeit von Druck zu werten. Auf Grund des Nichtthematisierens dieses Themas im Physikunterricht, wie sich bei einer Durchsicht von Physikbüchern der Unterstufe zeigt, fällt diese Kompetenz dem Erfahrungsbereich des Alltags zu. Die Resultate weisen bei den Mädchen eine wesentlich größere Ängstlichkeit und Unsicherheit auf, wobei als einzige Ausnahme das Kochen mit einem Druckkochtopf zu erwähnen ist. Dem Einfluss einer Temperaturerhöhung durch Sonneneinstrahlung - als Beispiel wäre das Mitführen von Spraydosen im Auto anzuführen - wird im allgemeinen zu wenig Bedeutung beimessen, was in Hinblick auf mögliche Gefahrensituationen bedenklich ist.

Erkunden des Interesses an Problemen bezüglich des physikalischen Drucks

Das Thema "Druck" wurde als eher uninteressant bewertet, vor allem von Schülern mit mehrjährigem Physikunterricht. Jeder Sechster, bei den Schülern des 1. Jahrgangs von BHS und BORG sogar jeder Dritte der Befragten, bekundete völliges Desinteresse. Erfreulicher gestalteten sich dagegen die Äußerungen bezüglich einzelner Punkte der Befragung. So zeigten die Teilnehmer in allen Ausbildungsstufen und Ausbildungsschwerpunkten geschlechtsunabhängig ein einheitlich großes Interesse am Thema Gefährlichkeit und Druck.

Als interessant und diskussionswürdig ist das Ergebnis der Analyse bezüglich eines Zusammenhangs von Wissen und Interesse der Schülerinnen und Schüler anzusehen. Hier zeigte sich nämlich keine wie auch immer geartete Korrelation. Weder bedingt Wissen Interesse bzw. Desinteresse, noch kann ein solcher Zusammenhang umgekehrt formuliert werden.

4. Konsequenzen und Verbesserungsvorschläge für den Unterricht

Die Untersuchungsergebnisse weisen eine Verlagerung des Druckverständnisses vom Zustandskonzept zum Kraftkonzept mit Dauer des Physikunterrichts nach. Da dies, wie bereits oben ausgeführt, zu physikalisch falschen Vorstellungen verleiten kann, wollen wir im Folgenden einen Unterrichtsvor-

schlag zur Diskussion stellen, der versucht, dieser möglichen Fehlentwicklung entgegenzusteuern. Dabei wird in der 2. Klasse Unterstufe vom Gasdruck ausgegangen, um damit das Zustandskonzept einzuführen bzw. zu festigen. Themen zum Wasserdruck, Luftdruck und Hydraulik, welche neben dem Kraftaspekt außerdem noch mit dem Beherrschen vielfältiger Einheiten und Berechnungen verbunden sind, was einem einfachen Druckverständnis hinderlich ist, sollten unter Reduzierung der technischen Anwendungen und Bevorzugung von Beispielen aus den Bereichen Freizeit/Sport oder Umwelt in die 3. Klasse Unterstufe verlegt werden.

Vorschläge zu Lernzielen und Lerninhalten: Thema "Druck" der 2. Klasse Unterstufe

1. Druck als Zustand eines Gases kennenlernen. Festigung des Verständnisses des Teilchenmodells aus dem Kapitel Teilchenbewegung und Temperatur.
2. Vom Normaldruck (~ 1 bar) ausgehend Unter- und Überdruck qualitativ erfassen können und über deren Wirkung Bescheid wissen.
3. Erweiterung des (schon bekannten) Teilchenmodells von Gasen durch die Kenntnisse bezüglich der Zusammenhänge von Temperatur - Druck und Teilchendichte - Druck.
4. Aspekte der Gefährlichkeit des Drucks (bzw. Unterdrucks) in Gasen kennenlernen.
5. Praktisches Messen des Drucks: Luftdruck, Reifendruck, Blutdruck, ... (ausschließlich quantitativ zum Vertrautmachen der Schüler mit der neuen Größe)

Vorschläge zu Lernzielen und Lerninhalten: Thema "Druck" der 3. Klasse Unterstufe

1. Wiederholung und Vertiefung der Kenntnisse der 2. Klasse bezüglich Druck in Gasen:
 - Schweredruck in Gasen: Höhenabhängigkeit des Luftdrucks.
 - Auswirkungen von Druckunterschieden.
 - Funktionsweise verschiedener Druckmessgeräte.
 - Abhängigkeit der Siedetemperatur vom Druck.
2. Druck als Zustand in Flüssigkeiten kennenlernen.
 - Allseitigkeit von Druck in Flüssigkeiten und Druckfortpflanzung.
 - Anwendung des Teilchenmodells auf Flüssigkeiten.
 - Einsatz von Flüssigkeiten zur Kraftverstärkung. Wirkungsweise einer hydraulischen Presse. Definition der Einheit Pascal über die Formel $p = F/A$.
 - Schweredruck in Flüssigkeiten. Anwendungen: Auftrieb (unter Einbeziehung des Auftriebs in Gasen), kommunizierende Gefäße.
3. Druck auf eine feste Unterlage und seine Auswirkungen kennenlernen.
 - Phänomen des Drucks auf eine feste Unterlage. Anwenden der Formel $p = F/A$.
 - Anwendung des Teilchenmodells auf einen Festkörper.
 - Praktische Anwendungen.

5. Zusammenfassung

Interesse und Wissensstand von Schülerinnen und Schülern zeigen, dass es gerechtfertigt ist, sich mit der Behandlung des Druckbegriffs im Schulunterricht auseinanderzusetzen. Ein Ergebnis unsere Untersuchung besteht darin, dass in den Beschreibungen der Schülerinnen und Schüler bei der unterricht-

lichen Erstbegegnung mit dieser Thematik noch in vermehrtem Ausmaße ein Zustandskonzept des Drucks vorherrscht. Dieses wird in weiterer Folge durch Erklärungen über Kräfte ersetzt, wobei sich - im Einklang mit anderen Studien - zeigt, dass der Druck selbst in zunehmenden Maße als vektorielle Größe gesehen wird. Um dieser Fehlentwicklung entgegenzutreten, haben wir ein Konzept entworfen, welches sich - zumindest in der Einführungsphase - auf das Zustandskonzept des Drucks konzentriert und den Zusammenhang zum Kraftbegriff erst relativ spät herstellt. Eine zweite Änderung zu bestehenden Ansätzen beruht im bewussten Ansprechen von Gefahrenmomenten im Zusammenhang mit Druckphänomenen. Dies begründet sich neben dem Sicherheitsaspekt vor allem auf dem großen Interesse, welches Schülerinnen und Schüler diesem Bereich entgegenbringen.

Literatur

- [1] Pfundt H. & R. Duit; *Alltagsvorstellungen und naturwissenschaftlicher Unterricht: Bibliographie*. IPN Kiel, 1994.
- [2] Engel Clough E. & R. Driver; *What do children understand about pressure in fluids?* In: *Research in Science & Technological Education*, 3 (p.133-144), 1985.
- Kariotogloy P. & D. Psillos, O. Valassiades; *Understanding pressure: didactical transposition and pupils conceptions*. In: *Physics Education*, 25 (p.92-96), 1990.
- Mayer M.; *Common sense - Wissen gegen wissenschaftliches Wissen: der Fall von Druck, Gewicht und Schwere*. In: *physica didactica* 17/2 (S.43-67), 1990.
- Sèrè M.G.; *A study of some frameworks used by pupils aged 11 to 13 years in the interpretation of pressure*. In: *European Journal of Science Education*, 4 (p.299-309), 1982.
- [3] Oberhoffner I.; *Konzeptentwicklung zum Druck als physikalische Größe*. Dissertation an der Karl-Franzens-Universität Graz, Institut für Erziehungswissenschaften, 1999.
- [4] SPSS 7.5 für Windows 95 (und höher) ist als eingeschränkte Version (Student Version - 50 variables, 1500 cases) im Handel erhältlich. Copyright SPSS Inc., 1996.
- [5] Bienioschek H.; *Die Einführung der physikalischen Größe Druck über den Gasdruck*. In: *Naturwissenschaften im Unterricht - Physik 1/5* (S.185-188), 1990.
- Huster S.; *Fehlvorstellungen 13- bis 14jähriger Schüler zum Begriff Druck*. In: *Physik in der Schule* 34 (S.257-261 und S.319-321), 1996.
- Wendlandt H.; *Zum Druckbegriff in der Sekundarstufe I*. In: *Praxis der Naturwissenschaften - Physik 2/44* (S.2-8), 1995.
- [6] Feldhaus F.M.; *Technik der Antike und des Mittelalters*. Akademische Verlagsgesellschaft Athenaion Potsdam, 1931.
- Jürs F. & D. Ehlers; *Aristoteles. Biographien hervorragender Wissenschaftler, Techniker und Mediziner*. Teubner Verlagsgesellschaft Leipzig, 1982.
- Kauffeldt A.; *Otto von Guericke. Biographien hervorragender Naturwissenschaftler und Techniker*. Teubner Verlagsgesellschaft Leipzig, 1973.

Mädchen und Physik - (K)ein Thema?

Vorstellung der neuen Website LISE

<http://physik.asn-graz.ac.at/netscience>
<http://netscience.univie.ac.at>

Physik ist bei den Mädchen das mit Abstand unbeliebteste Fach. Mädchen und Frauen wählen, wo immer sie können, Physik und Technik ab: bei der Wahl des Schultyps, des Berufs und des Studiums. Statistiken zeigen, dass Österreich zu jenen Ländern zählt, in denen die Distanz der Frauen zu diesen Bereichen besonders groß ist. Die Einrichtung der Website LISE steht im Zusammenhang mit den Ergebnissen der TIMS-Studie, einer internationalen Vergleichsstudie zur mathematisch-naturwissenschaftlichen Bildung von Schülerinnen und Schülern und dem relativ schlechten Abschneiden insbesondere der österreichischen Maturantinnen. Das BMUKA (Abt. für geschlechtsspezifische Bildungsfragen) beauftragte Helga Stadler und Andrea Mayer mit der Einrichtung, Gestaltung und Betreuung der Website. Die Ziele der Website werden auf der Startseite beschrieben:

Sie sind Lehrer oder Lehrerin und glauben, dass Buben begabter, interessierter an Physik und Technik sind und dass das naturgegeben ist? Dann lesen Sie unsere Basisartikel. Vielleicht sehen Sie dann auch Ihre Klasse mit anderen Augen.

Sie sind am Thema Frauen in Physik und Technik interessiert, wollen mehr darüber wissen? In unseren Basisartikeln und auf der Literaturseite finden Sie Hinweise zu mehr Information.

Sie haben das Gefühl, da müßte man im Unterricht etwas machen, aber was? Anregungen dazu finden Sie unter "Unterrichtsmaterialien"!

Das Ziel unserer Website ist es, dazu beizutragen, daß Schülerinnen Gelegenheit haben, ihre Begabungen für Physik und Technik zu erkennen, daß sie ihr Selbstbewußtsein gegenüber diesen Bereichen stärken, daß sie erkennen, daß Physik und Technik Spaß machen können und es in diesen Bereichen Berufe und Ausbildungswege gibt, die auch für sie interessant sein können.

Um dies zu erreichen, brauchen wir mehr Information, wir müssen Handlungsmöglichkeiten entdecken und aufzeigen: Unsere Absicht ist es, möglichst viele Personen, die sich für dieses Thema engagieren zu vernetzen, ihre Erfahrungen sichtbar werden zu lassen und Austausch zu ermöglichen. Unsere Website soll als Ausgangspunkt dafür dienen.

Helga Stadler

Mädchenförderung im naturwissenschaftlichen Unterricht

Doris Elster

Die Ausgangssituation

Das Projekt "Geschlechtersensible Koedukation" findet am Standort Anton Kriegergasse des Schulversuchs "Mittelschule" statt. Das dem Schulversuch zugrunde liegende Konzept bringt verglichen mit der Regelschule veränderte Rahmenbedingungen mit sich. Die LehrerInnen arbeiten in Teams, die jeweils zwei Parallelklassen betreuen. In Kooperation werden Projekte geplant und durchgeführt. Jede Lehrperson hat neben den Unterrichtsstunden ein kleines Ausmaß an Teamstunden, die sowohl für Planungsarbeiten als auch für Assistenzen verwendet werden können. Dadurch ist im Vergleich zur Regelschule eine flexiblere Arbeitseinteilung möglich.

Das Projekt zur Buben- und Mädchenförderung wurde im Schuljahr 1997/98 in zwei gemischten ersten Klassen begonnen, es ist der selbstgewählte Arbeitsschwerpunkt des Teams, in dem ich als Lehrerin für die naturwissenschaftlichen Fächer arbeite.

Die Ziele des geschlechtssensiblen Unterrichts sind:

"Durch Veränderung auf der Ebene der Unterrichtsinhalte (Aufnahme weiblicher Traditionen, Kulturleistungen und Lebensbedingungen, Vermittlung alternativer Rollenangebote für Mädchen und Burschen,...), der Interaktionen (Aufhebung bzw. Verminderung unreflektierter geschlechtsspezifischer Ungleichbehandlung der SchülerInnen seitens der Lehrpersonen, parteiliche Mädchenarbeit und antisexistische Bubenarbeit,...) und der Organisationsform (Einrichtung geschlechtshomogener Gruppen für bestimmte Zeitabschnitte/Themen/Projekte, in bestimmten Fächern,...) soll aus bloßer Koinstruktion eine beiden Geschlechtern angemessene Koedukation erwachsen." (Besenbäck u.a., 1997)

Der naturwissenschaftliche Unterricht nach PING - Kriterien

Sucht man ein Unterrichtskonzept, bei dem die naturwissenschaftlichen Fachgrenzen aufgehoben sind, "die Beziehung des Menschen zu der Natur" zum Leitthema gemacht und die Vermittlung eines fundierten Allgemeinwissens (im Gegensatz zu Expertenwissen) beabsichtigt wird, dann trifft man unweigerlich auf das am IPN in Kiel entwickelte PING-Modell für handlungsorientiertes Lernen.

Ausgehend von den alltäglichen Erfahrungen und Beziehungen der Schülerinnen und Schüler werden diese zum selbsttätigen Experimentieren und Untersuchen angeregt. Sie sollen Naturzusammenhänge erkennen und durch eigene Forschungen ihr Verständnis darüber vertiefen.

Das erworbene Wissen soll zu "naturverträglichem und menschengerechtem" Handeln führen, es soll "junge Menschen befähigen, kompetenter und verantwortlicher mit Natur, Kultur und Technik, mit anderen Menschen und mit sich selbst umzugehen als bisher." (Lauterbach 1992).

PING ist kein ausgearbeitetes Lehr- und Lernprogramm. Lehrende und Lernende planen kooperativ Unterrichtssequenzen und führen sie gemeinsam durch.

PING ist also ein Angebot von Anregungen für Unterricht und Unterrichtsplanung. Es ist praxiserprobt und muß an die jeweilige Schul- und Klassensituation angepaßt werden.

(Unterrichtsdurchführung siehe Kapitel: "Der Weg: Das Projekt Luft")

In den beiden Schulversuchsklassen (6. Schulstufe) unterrichtete ich das Fach Biologie und Umweltkunde und seit Beginn des heurigen Schuljahres auch das für die Schülerinnen und Schüler neue Fach Physik. Das Interesse war anfangs groß, erwartete man doch neben Technik (vor allem die Buben) auch "Zaubereien" und Experimente.

Meine Eindrücke nach den ersten Schülerexperimenten (zum elektrischen Strom) im geschlechtsheterogenen Klassenverband:

- Die Mädchen dieser Klasse arbeiteten vorsichtiger und dadurch langsamer als die Buben, hielten sich aber genauer an die Versuchsanleitungen. Einige trauten sich allerdings überhaupt nicht zu, die Aufgaben lösen zu können.
- Die (meisten) Buben lösten die Aufgabenstellungen schneller, oft durch "Versuch und Irrtum". Sie waren weniger genau, aber spontaner und kreativer in der Problemlösung. Von der Lehrerin forderten sie mehr Zuwendung und Aufmerksamkeit. Sie dominierten die Mädchen und mischten sich teilweise störend in deren Lernprozesse ein ("Gib her, du kannst das nicht.").

Die Reaktionen der Mädchen waren unterschiedlich: teilweise wehrten sie sich, schlossen sich (gegen die Buben) zusammen, suchten Unterstützung bei der Lehrerin oder zogen sich zurück und verstummten. Ich befürchtete, dass das anfängliche Interesse und die Freude am Physikunterricht darunter leiden würde.

Welche Rahmenbedingungen mußte ich also schaffen, um den Bedürfnissen und Interessen der Mädchen gerecht werden? Wie konnte ich den Mädchen in dieser sensiblen Einstiegsphase in die Welt der Naturwissenschaften eine Chance geben, um Erfolgserlebnisse sammeln zu können?

Mir schienen die folgenden zwei Schritte notwendig:

- Die (vorübergehende) Trennung der Klasse in geschlechtshomogene Gruppen.
- Die Wahl eines Unterrichtskonzepts bzw. von Unterrichtsmaterialien, die für Mädchen interessant sind. Ich entschied mich für PING-Materialien.

Was macht naturwissenschaftlicher Unterricht für Schülerinnen und Schüler interessant?

In einer Reihe von Untersuchungen wurden Schülerinnen und Schüler gebeten, die Fächer zu nennen, die sie gerne und die sie weniger gerne mögen. Dabei ist im Prinzip immer herausgekommen, dass Physik und Chemie, insbesondere bei den

Carl Auer von Welsbach - Das Lebenswerk eines österreichischen Genies

Roland Adunka

Carl Auer von Welsbach wurde am 1. September 1858 als Sohn des Direktors der k.u.k. Hof- und Staatsdruckerei in Wien geboren. Nach der Volksschule besuchte Auer zunächst ein Gymnasium, entdeckte aber bald seine Vorliebe zu den Naturwissenschaften, vor allem aber zur Physik, und wechselte so in die Realschule in der Josefstadt, wo er auch die Reifeprüfung ablegte.

Nachdem Auer den Präsenzdienst als Einjährig-Freiwilliger geleistet hatte, begann er an der Universität Wien Mathematik, allgemeine organische und anorganische Chemie, allgemeine und technische Physik und Wärmetheorie zu studieren. Bald aber wechselte er an die Universität Heidelberg, wo er im Laboratorium Professor Robert W. Bunsens mit Untersuchungen an den Seltenen Erden begann, zusätzlich aber auch in die von Bunsen und Kirchhoff begründete Spektralanalyse eingeführt wurde, welche bestimmend für seine folgenden Forschungsarbeiten sein sollte. Auch der von Bunsen entwickelte Bunsenbrenner wurde eine wichtige Komponente für Auers Gasglühlicht.

Bunsen schätzte Auer hoch ein, da er wie Bunsen selbst ein außerordentlich geschickter Experimentator war und hätte ihn gerne als Mitarbeiter gesehen, jedoch fühlte er sich nicht zum Lehrberuf, sondern eher zur Forschung hingezogen.

Schließlich kehrte Auer nach Wien zurück, wo er als unbezahlter Assistent im Laboratorium von Professor Adolf von Lieben, ebenfalls ehemaliger Schüler von Professor Bunsen, tätig war. Auer beschäftigte sich intensiv mit den chemischen Trennmethoden der Seltenerdelemente und den bei Bunsen erfahrenen Anregungen, die in der Folge sein Lebenswerk bestimmen sollten.

Unter dem Begriff Seltene Erden versteht man die Oxide der Lanthanoide, jener Übergangsmetalle, die sich im chemischen und physikalischen Verhalten dermaßen ähneln, so daß bis zu diesem Zeitpunkt gebräuchliche Trennverfahren versagten. Jahrzehntelange angestrengte Arbeiten vieler Forscher waren notwendig, reine Seltenerdelemente aus den Mineralien wie Monazit, Gadolinit oder Bastnäsit auszusondern.

Zwischen 1882 und 1884 veröffentlichte Auer an der Wiener Akademie die Abhandlungen "Über die Seltenen Erden des Gadolinit von Ytterby" und "Über die Seltenen Erden". In Fortsetzung seiner Arbeiten gelang es Auer von Welsbach, das bisherige vermeintliche Element Didym mittels eines von ihm entwickelten mühevollen, aus mehrtausendfachen Schritten bestehenden Trennverfahrens für Seltene Erden, der *Fraktionierten Kristallisation der Ammoniumdoppelnitrate*, welches geringfügige Löslichkeits- und Basizitätsunterschiede ausnutzt, zu zerlegen. Dieses Didym bestand nämlich aus zwei Elementen. Diese beiden neu entdeckten Elemente benannte Carl Auer von Welsbach *Praseodymium* und *Neodymium* (1885). Dasselbe Verfahren ermöglichte ihm später die Auf-

trennung und damit Entdeckung von zwei weiteren Elementen nämlich Ytterbium und Lutetium (1905), damals von ihm noch Aldebaranium und Cassiopeium benannt. 1907 berichtete Urbain in Paris ebenfalls von seiner Entdeckung derselben Elemente, worauf sich der längste Prioritätsstreit in der Geschichte der Chemie entwickelte. Die Deutsche Atomgewichtskommission hat im Jahre 1923 alle Unterlagen mit größter Sorgfalt geprüft und eindeutig die Priorität Auer von Welsbachs festgestellt. Dieser Bericht ist gezeichnet von Otto Hahn, Otto Hönigschmidt, Max Bodenstein und R. J. Meyer.

Unvergängliche Verdienste hat sich Carl Auer von Welsbach auch dadurch erworben, daß er jeden Wunsch nach den mit Hilfe seiner Trennmethoden gewonnenen reinsten Seltenerd-Präparaten, der von Gelehrten aus der ganzen Welt an ihn herangetragen wurde, bereitwillig erfüllte. Dies belegen zahlreiche Korrespondenzen mit Wissenschaftlern aus aller Welt, die sich für seine großzügigen Unterstützungen von unschätzbarem Wert bedankten. Seine Methoden gestatteten ihm auch, 10 t Uranerzlaugerückstände aus Joachimsthal aufzuarbeiten, um daraus erstmals die weltweit größte Menge an Radium zu gewinnen. Die Umarbeitungen erfolgten vollkommen unentgeltlich im Dienste der Forschung für die Kaiserliche Akademie der Wissenschaften in Wien, wo auch durch Hönigschmidt 1911 erstmals das exakte Atomgewicht des Radiums ermittelt wurde.

In diesem Zuge gelang es Auer von Welsbach erstmals die Elemente Polonium und Actinium, sowie das Th₂₃₀-Isotop "Ionium" in relativ größeren Mengen darzustellen.

In einem ausführlichen Bericht über diese vor 1910 durchgeführten Arbeiten ist rückblickend eine Anmerkung von großer Bedeutung, wenn er mitteilt: *"Kurz erwähnen will ich ferner, daß viele Beobachtungen dafür sprechen, daß das Ionium andere ihm chemisch nahestehende Körper bei längerem Kontakt zu radioaktiven Emissionen anzuregen vermag. Es ist wahrscheinlich, daß hiedurch eine Erschütterung des elementaren Bestandes der erregten Körper und damit auch eine Veränderung ihrer chemischen Eigenschaften eintritt. Im Laufe dieser Untersuchungen habe ich auch Erscheinungen radioaktiver Art beobachtet, die mir mit den heute herrschenden Theorien nicht recht im Einklang zu stehen scheinen. Ich habe sie in der folgenden Schilderung einfach registriert. Vielleicht bilden manche von ihnen wichtige Fingerzeige für die weitere Erforschung des so geheimnisvollen Gebietes der Radioaktivität."*

Nach Veröffentlichung dieses Berichtes schrieb Keetmann am 11. 3. 1911 aus Berlin-Charlottenburg an Auer einen Brief mit unter anderem folgenden Zitat: *"Sollte diese Behauptung tatsächlich zutreffen, so wäre damit eine Entdeckung ungeheurer Tragweite gemacht, denn damit wäre zum ersten Male gezeigt, daß eine Einwirkung auf die Atome stabiler Elemente möglich ist. Es wäre deshalb sehr wünschenswert, wenn diese Angelegenheit klargestellt würde."*

Roland Adunka, Leiter des Auer von Welsbach-Museums,
Ringstr. 9, A-9330-Althofen-Kärnten

Aus heutiger Sicht muß man Auers überragende Beobachtungsgabe und auch den Mut bewundern, daß er schon 24 Jahre vor der Entdeckung der künstlichen Radioaktivität über diese berichtete, zu einer Zeit also, in der solche Erscheinungen nach dem damaligen Stand der Wissenschaft als absurd galten.

Um das auffallende Strahlungsvermögen (Candolumineszenz) dieser Elemente, wie überhaupt der Seltenen Erden, besser beobachten zu können, tränkte Auer Baumwollfäden mit Salzen dieser Elemente. Er brachte diese Fäden in die Flamme des Bunsenbrenners, in der die Baumwollfäden verbrannten und das bekannte Aschegerüst aus den Oxiden dieser Salze übrigblieb. Und so war nichts anderes als das Gasglühlicht erfunden worden, welches die bisher gebräuchlichen nur auf Kohlenstoff basierenden Lichtspender, wie etwa der Kienspan, die Tranlampe, die Kerze, die Petroleumlampe, Leuchtgas und auch die Kohlenfadenlampe ersetzte, da die Betriebskosten nur ein Sechstel derselben betragen. Erstmals lernte man wirkliche Lichtspender kennen, denn Licht war bisher nur als Abfall der Wärmeerzeugung und der Verbrennung bekannt gewesen. Die bis zur Leuchtkraft erhitzten Rußteilchen als die Ursache des Eigenleuchtens der Flammen. Alle künstlerischen Gestaltungsmittel wurden aufgewendet, um Lampen prachtvoll auszustatten, trotz alledem mußte man sich mit dem ärmlichsten Lichtschein begnügen. Den Zustand der künstlichen Beleuchtung dieser Zeit charakterisiert treffend ein Reimspruch Goethes:

"Wüßte nicht was sie besseres erfinden könnten,
als wenn die Lichter ohne Putzen brennten."

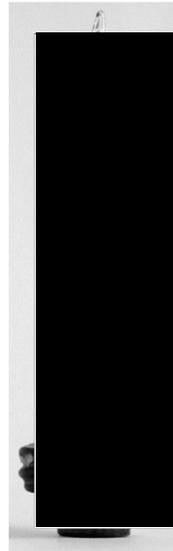
Die Geburtsstunde des Auerlichtes war gleichzeitig die Geburtsstunde der modernen Lichtwissenschaft und der Lichttechnik. Hiermit wurde nicht nur der letzte Wunsch Goethes, sondern auch ein über Jahrhundertausende gehegtes Verlangen der Menschheit nach mehr Licht verwirklicht.

Bald darauf begann man mit der industriellen Herstellung der Glühstrümpfe. Somit wurde durch Carl Auer von Welsbach auch die Industrie der Seltenen Erden begründet. Die Mängel der frühen Glühstrümpfe, wie deren Zerbrechlichkeit, die kurze Einsatzdauer sowie das kalte, grünliche Licht, das hitzeempfindliche Zylinderglas und der relativ hohe Preis, drängten Auer zu weiteren Versuchsreihen auf diesem Gebiet.

Nachdem sich die Salze des Zirkons und des Lanthans für die Herstellung der Glühkörper als wenig geeignet herausgestellt hatten, verwendete Auer an ihrer Stelle Thoriumoxid mit einem Zusatz von Ceroxid. Das Auerlicht kam im richtigen Augenblick. Denn parallel zum Auerlicht ging die Elektrizität daran, mit der von Heinrich Goebel erfundenen und von T. A. Edison industriell produzierten Kohlenfadenlampe dem Gaslicht den Kampf anzusagen. Doch nichtsdestotrotz siegte vorläufig das wesentlich wirtschaftlichere und bessere Gasglühlicht. Aber auch den geretteten Gaserzeugern wurde vorerst Angst und bange, denn das Auerlicht als erste Energiesparlampe spendete viermal soviel Licht bei halbem Gasverbrauch. Nach der allgemeinen Verbreitung des Gasglühlichtes konnten die Gaswerke auf die rußbildenden zum Teil giftigen Zusätze im Leuchtgas endlich verzichten, denn das Auerlicht beruhte auf der vollkommenen Verbrennung der Bunsenflamme. Die Probleme mit dem Glazyylinder seiner Auerlichtlampen konnte er in Zusammenarbeit mit dem 1886 gegründeten Werk Schott & Gen. in Jena durch die Entwicklung

eines hitzebeständigen Glases mit niedrigem Ausdehnungskoeffizienten lösen.

Aus dem Chemiker Dr. Carl Auer von Welsbach war mittlerweile ein Lichttechniker geworden. 1892 wurden allein in Wien und Budapest 90.000 Auer-Brenner verkauft und 1913 betrug die Jahresproduktion schon 300 Millionen Stück. Der zu Ansehen und Wohlstand gekommene Auer kam nach der Stilllegung der letzten in der norischen Eisenregion schon über jahrtausende betriebenen Hochöfen auf die Bitte der Kärntner Landesregierung nach Treibach (nunmehr Ortsteil der Stadt Althofen). Er errichtete sich hier 1898 ein großes Laboratorium mit eigenem Elektrizitätswerk, sozusagen seinen eigenen Technologiepark. Hier führte er in seiner nunmehrigen Hauptwirkungsstätte die Forschungen fort. Er erkannte die Mängel der nicht mehr verbesserungsfähigen Kohlenfadenlampe und beseitigte diese im Jahre 1898 durch die Erfindung der ersten gebrauchsfähigen Metallfadenlampe, der Osmium-Lampe ("Auer-Oslicht"). 1900 konnte Auer auf der Weltausstellung in Paris schon eine größere Anzahl dieser neuen Lampen präsentieren.



Die Herstellung des Glühfadens gilt als Pionierleistung auf dem Gebiete der Pulvermetallurgie. Erst 1905 wurde Wolfram als das Element mit dem höchsten Schmelzpunkt herausgefunden und ersetzte nunmehr das Osmium. Von diesen beiden Elementen leitet sich auch der Name der von Auer gegründeten Firma "Osram" ab. Auch hier schuf er mehr Licht bei halbem Energieverbrauch gegenüber der Kohlenfadenlampe und so stand dem Siegeszug des elektrischen Lichtes mit der Metallfadenlampe nichts mehr im Wege. Aufgrund des Aufsehens dieser ersten praktisch verwendbaren Metallfadenlampe ließ T. A. Edison darauf im Jahre 1899 eine Kohlenfadenlampe patentieren, deren Lichtausbeute er in Anlehnung an Auers Gasglühlicht mit einer Zumischung von Seltenerdoxid zum Glühfaden zu erhöhen trachtete.

Aber nicht nur mehr Licht, von deren Fülle frühere Generationen sich noch keine Vorstellungen machen konnten, hat Dr. Carl Auer von Welsbach durch seine Erfindungen der Menschheit überlassen. Als großzügiger Wohltäter verschenkte er an Hilfsbedürftige ein großes Vermögen, stiftete eine Schule, schenkte Krankenhäusern Röntgenapparate, versorgte Kinder gratis mit Milch, ließ Wohnungen für seine Arbeiter errichten und brachte damit auch mehr Licht in die Herzen der Menschen.

Die Seltenerd-Elemente, allesamt duktile, silberweiß glänzende Metalle (Lanthanoiden; 15 Elemente der 6. Periode) kommen in der Natur ausschließlich in ihren Verbindungen stets vergesellschaftet vor. Als Rohstoff für die Gewinnung der Seltenen Erden erwies sich Monazitsand aus Brasilien als geeignet, welcher viel Cer und wenig Thorium enthält. Die Glühkörpererzeugung benötigte aber hauptsächlich Thoriumoxid (99 %) und nur eine geringe Menge an Ceroxid (1%). Also galt es auch die Produktionsrückstände wirtschaftlich zu verwerten. Auers diesbezügliche Experimente mit den cerhältigen Halden führten zur Erfindung des Auermetalls (1903), einer pyrophoren Legierung von 70% Cer mit Eisen, welche allge-

mein als Cereisen, Ferrocerium oder Zündstein bekannt ist und bis zum heutigen Tage als funkenspendender Bestandteil milliardenfach in Feuerzeugen Verwendung findet. Er selbst konstruierte nicht nur die ersten Feuerzeugmodelle, sondern baute diese auch eigenhändig. Cer kann wirtschaftlich nur durch Schmelzflußelektrolyse des wasserfreien Chlorides hergestellt werden, wozu das in Treibach neben Auers Laboratorium errichtete Kraftwerk den dazu nötigen Strom lieferte.

Seit dieser Zeit wird das *Original Auermetall* von der ebenfalls von Carl Auer von Welsbach im Jahre 1898 gegründeten heutigen Treibacher Auermet GesmbH hergestellt, welche aus Althofen-Treibach in Kärnten seit dieser Zeit den Hauptteil des Weltbedarfes an Zündsteinen deckt.

Durch seine Firmengründungen in Österreich, Deutschland, Frankreich, England, USA, Canada und mit seinen Erfindungen und Entdeckungen hat Carl Auer von Welsbach Millionen Arbeitsplätze geschaffen. Das Gebiet um Althofen verdankt ihm nach dem dramatischen Niedergang der hier seit keltischer Zeit bestehenden Eisenindustrie am Ende des 19. Jahrhunderts, bedingt durch die Umstellung der Eisenverhüttung von Holzkohle auf Steinkohlenkoks und damit Verlagerung der Produktion nach Deutschland und England, die Entwicklung hin zu einer nunmehr blühenden Industrie- Handels- und Gewerbe-Region. Dr. Carl Auer von Welsbach, der in sich die Fähigkeiten eines Gelehrten, Erfinders und weltoffenen Unternehmers vereinigte, gilt als der Begründer für folgende Industriezweige, die im hohem Maße dazu beitragen, das Ansehen österreichischer Innovationen im Ausland zu verbreiten:

Seltenerd-Verbindungen

Seltenerd-Metallurgie

Gasglühlicht

Zündstein

Feuerzeug

Metallfadenlampen und damit die Pulvermetallurgie für höchstschmelzende Metalle

Carl Auer von Welsbach erhielt zahlreiche Auszeichnungen und Ehrungen wie den Siemensring, fünf Ehrendoktorate und die Verleihung der Würde des Ehrensensors der Universität Heidelberg. Schließlich wurde er von Kaiser Franz Josef als Freiherr Auer von Welsbach in den erblichen Adelsstand erhoben. Weitere Fachgebiete, in denen sich Carl Auer von Welsbach erfolgreich betätigte, waren die Fotografie, ab 1908 Farbfotografie (Lumiere-Verfahren) und die Botanik durch die ihm gelungene Züchtung des wohlschmeckenden Auerapfels.

Dr. Carl Auer von Welsbach, Vater von vier Kindern, starb vor 70 Jahren am 4. August 1929 kurz vor dem 71. Geburtstag auf seinem geliebten Schloß Welsbach bei Meiselding in Kärnten.

In Zeiten von steigendem Wettbewerb und Arbeitslosigkeit wäre es erstrebenswert, daß vom Erfindergeist beseelte innovative Unternehmer sich vermehrt zu Kreativität und Risikofreude stimulieren lassen. Dazu sollte auch unser Bildungssystem beitragen, welches derzeit diese Werte noch nicht in diesem Maße vermittelt.

Anregung kann das zum Gedenken an den bedeutendsten österreichischen Erfinder und Entdecker, Firmengründer und Wohltäter in Althofen errichtete Auer von Welsbach-Museum gerade auch jungen Menschen bieten, welche hier an einem leuchtenden Vorbild ihre Liebe zu den Naturwissenschaften entdecken können.

Geöffnet ist das in der Altstadt von A-9330-Althofen, Burgstraße 8 gelegene Museum vom 1. Mai bis 26. Oktober täglich außer montags von 10-17 Uhr.

Voranmeldungen für Führungen: Tel/Fax: 04262 4335.

Internet: <http://www.althofen.at/welsbach.htm>

Dieses 1998 eröffnete, didaktisch konzipierte Museum, zeigt dem Besucher neben dem genialen Lebenswerk eines ganz erfolgreichen Wissenschaftlers, berühmten Erfinders und Entdeckers von vier Elementen, weltweit einmalige Feuerzeug-Glühlampen- und Gasglühlampensammlungen und das mit der originalen Einrichtung, wissenschaftshistorischen Geräten und Chemikalien rekonstruierte Laboratorium dieses großen Sohnes Österreichs, auf den wir mit berechtigtem Stolz blicken können.

Den Eingangsbereich ziert das prächtige Wappen mit dem Wappenspruch Dr. Carl Auers von Welsbach:

P L U S L U C I S

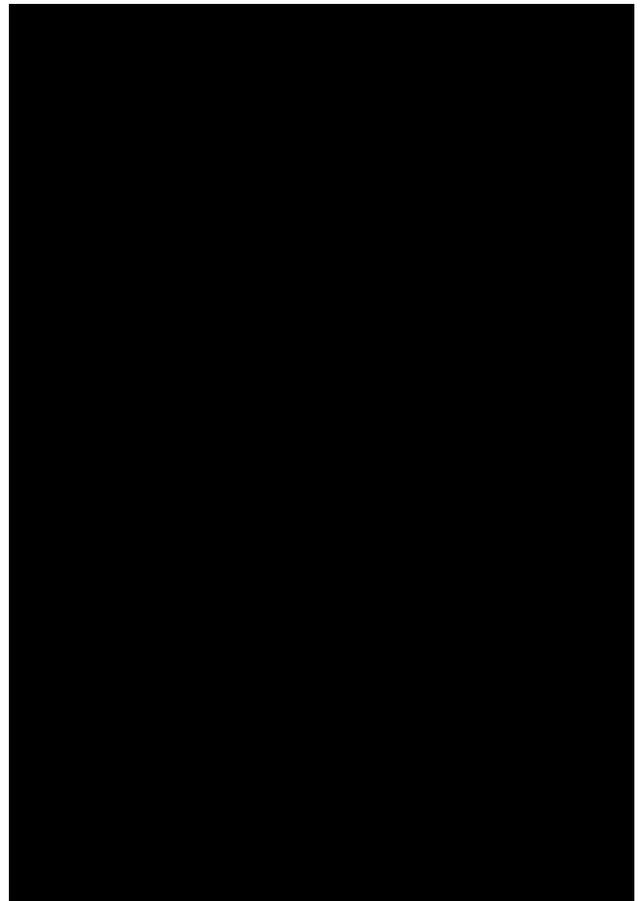
Literatur

Elmayer von Vestenbrugg, *Mehr Licht!*, Paul Zsolnay Verlag Hamburg Wien 1958

Kellermann, Heinrich, *Die Ceritmetalle*, Wilhelm Knapp, Halle a.S. 1912

Peters, Kurt, *Carl Auer von Welsbach*, Blätter für Technikgeschichte 20. Heft, Springer Verlag, Wien 1958

Sedlacek, Franz, *Auer von Welsbach*, Blätter für Geschichte der Technik, Julius Springer, Wien 1934



What's new, Mr. Galileo?



Die 5.a-Klasse des BRG Kepler Graz gewinnt einen ESA-Wettbewerb

Unter obigem Titel schrieb die *ESA* (European Space Agency) einen internationalen Wettbewerb für Schulklassen im Alter von 13-15 Jahren aus. Aufgabe war, einen Aufsatz in englischer Sprache über Weltraum-Astronomie zu schreiben. Aus 14 Teilnehmerstaaten nahmen über hundert Schulklassen teil. In Österreich gewann die 5.a-Klasse des BRG Kepler den ersten Platz. Trotz extrem kurzer Fristen war es dieser Klasse gelungen, innerhalb des Physik- und Englischunterrichts eine fundierte Arbeit über Nutzen und Problematik weltraumgestützter Astronomie zu verfassen.

Als Preis wurde die ganze Klasse (von 15.-20. November) mit drei Lehrern zum europäischen Weltraumzentrum in Kourou (französisch Guyana) eingeladen. Der Aufenthalt war ein einmaliges Erlebnis, insbesondere ist der ESA für die perfekte Betreuung zu danken.

Anlass für diesen Wettbewerb ist der größte Satellit, den die ESA bisher gebaut hat: Das *XMM-Röntgenteleskop*. XMM steht für X-Ray Multi Mirror was soviel heißt wie: Röntgenstrahlen Vielfach-Spiegelteleskop. Im Dezember 1999 wurde es wie geplant in eine Erdumlaufbahn gebracht. Ähnlich dem erfolgreichen Hubble Weltraumteleskop wird das XMM ab Jänner 2000 das Universum erforschen, allerdings nicht im Bereich des sichtbaren Lichts, vielmehr untersucht es die kosmische Röntgenstrahlung. Sehr viele Himmelsobjekte senden Röntgenstrahlung aus, etwa unsere Sonne - insbesondere erwartet man aber neue Ergebnisse über extreme Objekte wie Quasare oder Schwarze Löcher. Röntgenstrahlung kann man nur mit speziellen Spiegeln auffangen - 58 ineinandergeschichtete goldbeschichtete Zylinder ergeben für das XMM 120 m² verspiegelte Fläche! Die Strahlung tritt in die Zwischenräume ein und wird vielfach (unter sehr flachen Winkeln) reflektiert - nur so kann man sie zum Detektor führen.

Gerhard Rath

What's new Mr. Galileo?

"The space the final frontier". That's how the successful series of Star Trek begins. The Enterprise discovers new life forms that are similar to ours. But it could be that they aren't similar to us at all, and there is no way that we could survive on their planet. Because life forms could also live on planets where we think life is impossible. For us the dimensions of the universe are unbelievable. A question that we ask ourselves is: "How big is the universe?" Some people say that the universe is always expanding, but is this true?

We are only at the beginning of research on the universe but we are doing better all the time. A good example for this is the VLT. It enables us to have a better look at the stars that are farther away. With these telescopes you can even see a man on the moon. Of course it is very complicated to produce these telescopes, and especially the mirrors inside. It is hard to believe that it takes about two years to make one of these mirrors, and how precise the work on them is done. For example these mirrors have a difference of 1 mm per 156 km.

The satellites are also very important to us humans on earth. Most of our telephones wouldn't work and there wouldn't be that much communication between the countries on earth. And less communication would mean less understanding. We also would neither have any navigation system like GPS nor would we have this variety of TV channels. We would never be able to forecast the weather this precisely, and hurricanes, earthquakes and volcano eruptions would become an even more serious problem than they are now, because the people couldn't be warned fast enough. Life on earth would change a lot without our satellites.

All this sounds like a ballad of progress. However, at least on second thought, other aspects of space research cross one's mind. For example that the risk that something might happen to one of the astronauts is also high.

There is a lot of competition on earth between the different countries or different organizations. This has a good side but also a bad one. The good thing about it is that everyone wants to be the best and the fastest in this work. Nevertheless if everybody worked together progress could be achieved much faster. But most humans are too egotistical and want to earn all the fame and fortune for themselves. And there is the problem that every spaceship leaves fuel-tanks and other wastes in an orbit around the earth. The lack of communication between different countries, who are supposed to work together, is also perturbing.

Another question that we might ask ourselves is if all of this effort is worth the money? We could as well invest all the money in the future of the developing countries. All in all we think that exploring space is very important because we couldn't imagine life without the discoveries, that we have made in outer space, any more. And we know perfectly well that the problems of our Mother Earth cannot be solved by money, but only by intelligent solutions.

Last but not least exploring the universe might also help us to find our right position in this world and open our senses for our environment, far and near.

Herausforderungen und Chancen für den naturwissenschaftlichen Unterricht an Schulen im Jahr 2000

Physiker und Technologieexperten sind besorgt: Wie sieht es mit dem Bewusstsein für Naturwissenschaft und Forschung in der breiten Öffentlichkeit aus? Wie steht es mit der naturwissenschaftlichen Bildung der europäischen Bürger?

Viele interessante Angebote im Jahr 2000

CERN, ESA und ESO (Europäisches Kernforschungszentrum; European Space Agency, European Southern Observatory) starten eine großangelegte, von der Europäischen Kommission unterstützten Initiative mit attraktiven Möglichkeiten: Physics on Stage (Motto: "Gesucht werden die besten Beiträge zur Vermittlung von Physik"). Ziel dieses Programms ist es, die besten und interessantesten Versuche der Vermittlung von Physik in 22 Ländern herauszufinden und zu verbreiten. Höhepunkt wird im Rahmen der "European Week for Science and Technology" ein Symposium vom 6. - 10. November 2000 in Genf sein, wo sich etwa 400 Physiklehrer und -didaktiker treffen werden, um ihre Erfahrungen auszutauschen und ihre Methoden zu präsentieren.

Vom 19. bis 28. Mai 2000 findet in ganz Österreich eine "Science Week" statt. Während dieser Woche präsentieren Universitätsinstitute, Schulen, Forschungseinrichtungen, wissenschaftliche Unternehmen und Vereine ihre Leistungen und Erkenntnisse in allgemein verständlicher Form einer breiten Öffentlichkeit. Diese Präsentationen finden in ganz Österreich statt (für Details siehe <http://www.science-week.at/>).

Die Österreichische Physikalische Gesellschaft hält vom 25. bis 29. September 2000 in Graz ihre 50. Jahrestagung ab. Aus Anlaß dieses Jubiläums ist unter anderen Begleitveranstaltungen eine "Physik-Show" vorgesehen, in der physikalische Sachverhalte möglichst eindrucksvoll erlebbar und begreifbar gemacht werden sollen, wobei neben der wissenschaftlichen Information auch der Unterhaltungswert nicht zu kurz kommen soll. Auf dem Campus der Karl-Franzens-Universität und auf Straßen und Plätzen der Grazer Innenstadt sollen publikumswirksame physikalische Experimente, Computersimulationen, multimediale Präsentationen usw. öffentlich dargeboten werden (für Details siehe <http://physik.kfunigraz.ac.at/OPG/>).

Herausforderungen und Chancen

Sowohl "Physics on Stage" als auch die "Science Week" als auch die "ÖPG Physik-Show" sind geeignet, der qualitativen Aufwertung des naturwissenschaftlichen Unterrichts in Österreich und der Förderung des Verständnisses der Naturwissenschaften in der Bevölkerung dienstbar gemacht zu werden. Dabei ergeben sich für die Mitarbeiter an Projekten folgende Chancen:

- interessante, einschlägige Projekte können dreimal "verwertet" werden
- die Projekte sind Teile europaweiter, öffentlich gemachter Anstrengungen, wodurch sie an Relevanz gewinnen und von Synergieeffekten profitieren
- hervorragende Projekte werden als Preisträger eines nationalen Wettbewerbes prämiert. Neben spezieller finanzieller Förderung der ausgewählten Projekte werden 10 Vertreter aus prämierten Projekten für die Teilnahme am Symposium in Genf nominiert. Die prämierten Projekte sollen im Rahmen der 50. ÖPG-Tagung in Graz (25.9.-29.9.2000) präsentiert werden. Organisiert wird das ganze für Österreich von einer Gruppe mit Universitätslehrern, Vertretern des Unterrichtsministeriums, von ESO, ESA und CERN in Österreich sowie von Physikdidaktikern. Wie weit an

der Veranstaltung auch SchülerInnen teilnehmen können, wird noch erkundet.

Zielstellungen für diese Aktionen

- Das Bewusstsein für Wissenschaft und Forschung in der Öffentlichkeit steigern
- Eine breite Diskussion über naturwissenschaftlichen Unterricht anregen (zwischen Lehrern, Studenten, Wissenschaftlern, der Politik und den Medien)
- Die effektivsten, interessantesten und motivierendsten Methoden für die Vermittlung der Naturwissenschaften finden, dokumentieren und verbreiten

Propagierte Inhalte

Zusammenhang zwischen Naturwissenschaften und Technologie; beeindruckende Handexperimente; Naturwissenschaften und Arbeitsmarkt; Nutzung des WorldWideWeb für den Unterricht; Ressourcen und deren umweltschonende Nutzungsmöglichkeit auf der Erde; Besuch von Forschungszentren; interessante Modelle einer Lehrerfortbildung in den Naturwissenschaften; "Lehren und Kommunikation - gleiches Ziel, unterschiedliche Methoden?"; andere einschlägige Themen, die von ideenreichen Lehrern oder Didaktikern vorgeschlagen werden

Ablaufplan

Interessante Vorschläge und Konzepte, die zu diesen Aktionen passen, sollen möglichst rasch, aber spätestens bis Ende März 2000, einem der beiden Organisatoren von "Physics on Stage" brieflich oder per elektronischer Kommunikation mitgeteilt werden (erste Ideen sollten bereits bis Ende Jänner 2000 übermittelt werden). Es sind dies:

Dr. Christian Gottfried, Höhere Graphische Lehranstalt, 1140 Wien, Leysnerstraße 6; E-Mail: christian.gottfried@cern.ch) und
Mag. Gerhard Rath, BRG-Graz, 8020 Graz, Keplerstraße 1; E-Mail: rath@borg-6.borg-graz.ac.at).

Bis Ende Februar wird dann eine detaillierte Ausschreibung für die Teilnahme am nationalen Wettbewerb erfolgen und über verschiedene Kanäle verbreitet werden. Gesucht werden Unterrichtsaktivitäten, Projekte, Aktivitäten im Rahmen der Lehreraus- und fortbildung, Präsentationen von Naturwissenschaften in den Medien, didaktische Konzepte u.a.m.

Bis zum Ende des Schuljahres werden von der nationalen Organisationsgruppe die zehn besten Beiträge für "Physics on Stage" ausgewählt und von den Teilnehmern im Rahmen der ÖPG-Tagung in Graz vorgestellt.

Aus allen Vorschlägen ist ein "nationaler Aktionsplan" zu erstellen, der Präsentationsmöglichkeiten in Österreich enthält als auch eine Vorauswahl von 3 hervorstechenden Aktivitäten zur Vorlage für das Symposium in Genf im November 2000 treffen muss.

Dem nationalen Aktionskomitee gehören Vertreter von österreichischen Universitäten, von den Bildungsministerien, Arbeitsgemeinschaftsleiter der facheinschlägigen Lehrerschaft und die Vertreter der genannten Großorganisationen (ESA, CERN, ESO) in Österreich an.

Die Landesschulräte werden gebeten, diese wertvolle Veranstaltung allen Oberstufenschulen, eventuell auch facheinschlägigen Mittelstufenformen kundzutun. Die Schuldirektionen werden gebeten, alle genannten Vorhaben, aber besonders die Aktion "Physics on Stage" engagierten facheinschlägigen Lehrenden zu empfehlen und interessierten Schülern und Lehrenden die Teilnahme an den Aktionen und Wettbewerben zu ermöglichen.

Für die Bundesministerin:
C. Dorninger

PFL - Universitätslehrgang Pädagogik und Fachdidaktik für LehrerInnen - Naturwissenschaften

Wenn Sie

- an Ihrer beruflichen Weiterbildung interessiert sind,
- Ihre Kompetenzen in pädagogischer, fachdidaktischer und schulorganisatorischer Hinsicht weiterentwickeln wollen,
- den eigenen Unterricht erforschen und Neues erproben möchten,
- bereit sind, die dabei gemachten Erfahrungen zu dokumentieren und anderen zugänglich zu machen,
- interessiert sind, wie andere KollegInnen Innovationen an Schulen durchführen,
- fachübergreifende Aspekte in Ihrem Unterricht stärker betonen wollen
- mit KollegInnen und Wissenschaftlern über unterrichtliche und schulische Fragen reflektieren wollen und/oder
- sich vom Schulalltag nicht unterkriegen lassen wollen, dann sollten Sie die weiteren Informationen genauer ansehen!

Im Herbst 2000 beginnen zweijährige PFL-Lehrgänge für

- Englisch als Arbeitssprache,
- Deutsch, Geschichte und Sozialkunde, Bildnerische Erziehung und Musikerziehung,
- Naturwissenschaften (Biologie, Chemie, Physik),
- Mathematik.

Sie werden vom Interuniversitären Institut für Interdisziplinäre Forschung und Fortbildung (IFF) durchgeführt und vom Ministerium für Bildung, Unterricht und Kultur unterstützt.

Jeder PFL-Lehrgang dauert 4 Semester und besteht aus einer Abfolge von 3 Seminaren (davon eines in den Sommerferien), 5 Regionalgruppentreffen und aus praktischer Arbeit in der Schule. Pro Semester ist eine Lehrgangsgebühr von S 1400,- zu entrichten. Die Aufenthaltskosten werden großteils bezahlt, um Sonderurlaub und Fahrtkostenzuschuss muß selbst an der eigenen Schule angesucht werden.

PFL-Naturwissenschaften dient der Weiterentwicklung der Qualität naturwissenschaftlichen Unterrichts. Der Lehrgang ist interdisziplinär und stellt eine Verbindung zwischen den naturwissenschaftlichen Disziplinen Biologie, Chemie und Physik, den zugehörigen Fachdidaktiken und den pädagogischen Ansätzen der Aktionsforschung her.

Das Leitungsteam besteht aus:

Univ.-Prof. Dr. Günther Bonn (analyt. Chemiker, Universität Innsbruck), Univ.-Doz. Dr. Walter Hödl (Zoologe, Universität Wien), Univ.-Prof. Dr. Helmut Kühnelt (Physiker, Universität Wien), Mag. Helga Stadler (Physikdidaktikerin, Universität Wien), Dr. Thomas Stern (AHS-Lehrer, IFF Wien, Koordination).

Das individuelle berufliche Selbstverständnis und der persönliche Zugang zu den Naturwissenschaften und ihrer Vermittlung sind Ausgangspunkte des Lehrgangs. Ziel ist die Weiterentwicklung der persönlichen Stärken und die Erweiterung der fachdidaktischen und pädagogischen Kompetenzen. Hauptaktivitäten der Teilnehmer sind: Entwicklung, Durchführung und Untersuchung anspruchsvoller Lernformen; Erarbeitung und Anwendung von Qualitätskriterien für naturwissenschaftli-

chen Unterricht; die Dokumentation dieser Arbeit in Form schriftlicher Studien.

Der Lehrgang beginnt mit Seminar I, das von 15. 10. 2000 (Sonntag Abend) bis 20. 10. 2000 (Freitag Mittag) in Badgastein stattfinden wird.

PFL - in inhaltlicher Sicht

Unterrichtliche und schulische Arbeit ist eine interessante und zugleich höchst komplexe Tätigkeit. Sie erfordert mehr als fachliches Wissen und pädagogisches und didaktisches Repertoire, um Schülerinnen und Schüler bei der Erarbeitung von Fähigkeiten und Wissen zu unterstützen. In den PFL-Lehrgängen wird versucht, dieser Komplexität gerecht zu werden. Dies gelingt oft am besten, wenn man konkrete praktische Situationen zum Ausgangspunkt von Weiterentwicklung nimmt. Vier Dimensionen werden dabei als Merkmal von Professionalität im Lehrberuf angesehen:

Bereitschaft und Kompetenz zu

- experimentierender, konstruktiver und zielgerichteter Arbeit (Aktion)
- (selbst)kritischer, das eigene Tun hinterfragender Arbeit (Reflexion)
- eigeninitiativer und selbst bestimmter Arbeit (Autonomie)
- kommunikativer, kooperativer und öffentlich wirksamer Arbeit (Vernetzung).

Teilnehmeräußerungen zu diesen Punkten

1. Aktion

"Besonders geschätzt habe ich die Fülle inhaltlicher Anregungen, die ich im Gegensatz zu vielen anderen Fortbildungsangeboten nicht (nur) über den Kopf, sondern (auch) über das eigene Erleben erfahren habe."

2. Reflexion

"Durch diese Art der Reflexion des eigenen Unterrichts bin ich selbstbewußter geworden. Ich weiß genauer, was ich will und auch kann, kann gegenüber KollegInnen anders auftreten und habe mehr Spaß am Unterricht, ..."

3. Autonomie

"... war ich früher viel eher ein Konsument bei diversen Seminaren ... Ich habe es vor allem sehr gut gefunden, daß das dritte Seminar jetzt weitgehend von den Teilnehmern selbst gestaltet wurde ..."

4. Vernetzung

"Ich habe gelernt, daß es wichtig ist, Gleichgesinnte zu suchen, sich auszutauschen, und daß sich daraus neue Möglichkeiten ergeben."

Weitere Auskünfte und Anmeldung (bis 18. 5. 2000) bei:
Frau Waltraud Rohrer, IFF, Sterneckerstr. 15, 9020 Klagenfurt,
Tel.: 0463/2700-737 (Fax -759).
e-mail: waltraud.rohrer@uni-klu.ac.at

DPG-Fortbildungskurse für Physiklehrer 2000

Im Physikzentrum der Deutschen Physikalischen Gesellschaft (DPG) finden auch im kommenden Sommer wieder Fortbildungsveranstaltungen für Physiklehrer statt. Die Veranstaltungen, finanziell unterstützt durch die DPG und unter Mitwirkung des Fördervereins für den mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterricht (MNU), sollen die Lehrerfortbildungsprogramme der Länder fachlich ergänzen und dazu beitragen, den Informationsfluß zwischen Schule, Forschung und Arbeitswelt zu verbessern. Wie in den Vorjahren werden die Vorträge ergänzt durch Diskussionsveranstaltungen mit dem Ziel, die wissenschaftlichen Kenntnisse im Schulunterricht umzusetzen. In diesem Zusammenhang werden die Teilnehmer eine Reihe von Materialien zur Verwendung im Unterricht erhalten. Für diesen Sommer sind die beiden folgenden Veranstaltungen geplant:

Kurs 1: Physik und Musik

26. bis 30. Juni 2000

Direktoren: Prof. Dr. Michael Vollmer, Fachhochschule Brandenburg, und Prof. Dr. Hans-Joachim Schlichting, Universität Münster

Der Fortbildungskurs Physik und Musik möchte auf exemplarische Weise die vielfältigen Beziehungen zwischen Naturwissenschaft und Tonkunst darstellen, um einerseits die physikalische Dimension der Musik theoretisch und experimentell zu demonstrieren sowie andererseits den musischen Aspekt der ästhetischen Dimension der Physik zum Klingen zu bringen.

Themenliste mit Arbeitstiteln:

Musikalische Harmonie: Physik, Physiologie, Psychologie
Die Physik und Musik der Holzblasinstrumente
Blechblasinstrumente
Physik der Schlaginstrumente
Theorie und Praxis der Streichinstrumente
Zahlentheorie in Physik und Musik
Neuronale Mechanismen der Tonhöhenwahrnehmung
Akustik der Orgel
Antischall: physikalische Prinzipien und technische Anwendungen
Physik der Singstimme
Selbstorganisation und akustische Wahrnehmung
Die Physik des Klaviers
Computer im Akustikunterricht
Wie chaotisch ist die Musik?
Die Welt ist Klang : Physik, Musik und Kultur
Demonstrationsversuche
Glasmusik

Kurs 2: 100 Jahre Quantenphysik

21. bis 25. August 2000

Direktoren: Prof. Dr. Helmut Fischler, Freie Universität Berlin und Prof. Dr. Dieter Meschede, Universität Bonn

Die hundertjährige Erfolgsgeschichte der Quantenphysik bildet den Anlaß, den heutigen experimentellen und theoretischen Stand in exemplarischen Darstellungen wiederzugeben und Perspektiven der weiteren Entwicklung vorzustellen.

Es wird über die wichtigsten didaktischen Konzepte zur Behandlung der Quantenphysik in der Schule berichtet. Dabei werden sowohl konkrete Materialien für den Unterricht vorgelegt als auch Erfahrungen aus Erprobungen mitgeteilt.

Quantenkommunikation

Quantenpunkte: vom Wachstum zur Anwendung

Fachdidaktische Ansätze zur Quantenphysik im Unterricht - ein Überblick: Die Berliner Konzeption - eine Einführung in die Quantenphysik

Lichtquanten

Materiewellen

Tierversuche in der Schule? Schrödingers Katze und anderes Hintergrundwissen für den Unterricht

Mößbauer - Effekt

Das Münchener Unterrichtskonzept zur Quantenmechanik

Supraleitung

Atomphysik mit Schrödinger-Gleichung und Computer

Ionenfallen

Quantencomputer: Das Wirkungsquantum und die Informationsverarbeitung

Zeigerformalismus: Von der Optik bis zum Einstieg in die Quantenphysik

Bildung einer Quantentheorie: Erfahrungen im Physikunterricht der Oberstufe

Die jährlich stattfindenden Kurse dieser Physikscheule für Lehrer werden vom Wissenschaftlichen Beirat des Physikzentrums Bad Honnef initiiert und finanziell von die DPG gefördert.

Die beiden Kurse finden im Physikzentrum Bad Honnef für jeweils etwa 60 Teilnehmer statt. Die Kursgebühren betragen DM 400.00 pro Kurs. Sie beinhalten die Kosten für Unterkunft und volle Verpflegung im Physikzentrum, jeweils von Montag Mittag bis einschließlich Freitag Mittag. Zusätzlich entstehen den Teilnehmern Nebenkosten für Kursmaterialien, Kopien etc. in Höhe von DM 50.00.

Die Unterbringung der Kursteilnehmer erfolgt im Physikzentrum Bad Honnef, zum Teil in Doppelzimmern. Es besteht die Möglichkeit, am Sonntag Abend vor dem jeweiligen Kurs anzureisen.

Für Physiklehrer, die DPG- oder MNU-Mitglied sind und die zu diesen Kursen keinen Zuschuß aus öffentlichen Mitteln von Schulämtern, Landesministerien o.ä. erhalten, steht ein begrenzter DPG-Fond zur Förderung der Lehrerfortbildung zur Verfügung. Aus diesen Mitteln kann ein Zuschuß zu den Aufenthalts- und Fahrtkosten (DB II. Klasse unter Ausnutzung von Tarifiermäßigungen) gezahlt werden. Die Höhe der einzelnen Zuschüsse richtet sich nach dem Volumen der Antragstellung, beträgt aber maximal 50% der o. g. Kosten. Die bewilligten Zuschüsse werden während des jeweiligen Kurses im Physikzentrum ausgezahlt. Die Anträge auf Förderung sollten mit der Bewerbung zur Teilnahme gestellt werden.

Bewerbung zur Teilnahme (eventuell mit Antrag auf Förderung) formlos bis zum 30. April 2000 an:

Dr. Joachim Debrus

Physikzentrum Bad Honnef, Hauptstraße 5, D-53604 Bad Honnef

Fax: 02224/9232-50, e-mail: debrus@pbh.de

Bei mehr als 60 Bewerbern wählt das Organisationskomitee (wissenschaftliche und örtliche Tagungsleitung) die Teilnehmer aus. Die Teilnehmer erhalten ihre Teilnahmebestätigung Mitte Mai 2000.

Aktuelles Programm: <http://www.dpg-physik.de/pbh/pbh.htm>

Geschichte der Naturwissenschaften für AHS

Geschichte von Radioaktivität und Kernphysik (1897-1938)

Die vor 100 Jahren entdeckte Strahlung radioaktiver Substanzen führte zur intensiven Erforschung der Radioaktivität und 1938 zur Entdeckung der Kernspaltung.

Radioaktivität und Kernphysik haben das Leben der Menschen im 20. Jahrhundert geprägt.

Positive Auswirkungen sind die Anwendung der radioaktiven Strahlung zur Krebsbekämpfung und in der Nuklearmedizin; eine katastrophale Konsequenz sind Konstruktion und Einsatz von Kernwaffen.

Anhand eines Bildarchivs werden folgende Schwerpunkte behandelt:

- Die Entdeckungen von Röntgen, Becquerel, Pierre und Marie Curie
- Das erste Radiuminstitut der Welt 1910 in Wien eröffnet
- Radioaktivitätsforschung in Österreich
- Meßmethoden aus der Frühzeit der Radioaktivität
- Rutherford - dominierend in Radioaktivitätsforschung und Kernphysik
- Die bedeutenden Zentren der radioaktiven Forschung, Paris, Wien, Cambridge, Berlin
- Radioaktive Präparate in der Medizin
- Einsatz der Wissenschaft im ersten Weltkrieg
- Entdeckung der Kernspaltung 1938 - Briefwechsel Hahn-Meitner
- Radioaktivität in der internationalen Presse 1897-1938
- Bearbeitung von Originaldokumenten aus der Frühzeit der Radioaktivität
- Forschungsbedingungen und Biografien von Becquerel, Marie und Pierre Curie, Debiere, Irene und Frederic Joliot-Curie, Rutherford, Soddy, Chadwick, Giesel, Elster, Geitel, Hahn, Meixner, Strassmann, Meyer, Schweidler, Hess, Hevesy, Fermi, u.a.

Im Archiv Radiumforschung der Österreichischen Akademie der Wissenschaften befinden sich mehr als 3000 Dokumente aus der Frühzeit der Radioaktivität. Diese Dokumente stammen aus dem Nachlaß des ersten Leiters des Wiener Radiuminstituts Stefan Meyer. Ein Teil dieser Dokumente wird in diesem Projekt verwendet.

Das Entstehen eines naturwissenschaftlich orientierten Weltbildes im 17. und 18. Jahrhundert: Der Mensch zwischen Sternen und Mikroben

Das Weltbild des Menschen hat sich im 17. Jahrhundert grundlegend verändert. Wichtige Voraussetzungen waren einerseits Entwicklung und Einsatz von Fernrohr und Mikroskop und andererseits Newtons rational mathematisch-begründetes Weltbild.

Anhand eines Bildarchivs werden folgende Schwerpunkte behandelt:

- Ablösung vom mittelalterlichen (aristotelischen Weltbild)

- "Technik" wird zur Erforschung der Natur eingesetzt - Entwicklung und Anwendung von Fernrohr und Mikroskop
- Newtons Principia - EINE Physik für Himmel und Erde - die Stellung des Menschen im Kosmos
- Auswirkungen der Aufklärung in den Naturwissenschaften - ein Dialog zwischen Frankreich und England
- Naturwissenschaften werden Teil der Allgemeinbildung
- Die Enzyklopädien
- "Amateure" in den Naturwissenschaften: Friedrich der Große, Voltaire, Goethe, Swift
- Der Mensch in der Mitte zwischen Makrokosmos und Mikrokosmos - Erweiterung des für den Menschen zugänglichen "Raumes"
- Fernrohr und Mikroskop - Auswirkungen in der Literatur (Swift, Voltaire, Casanova u.a.)
- Newtons Weltbild in der Architektur (Wren, Boullée, Ledoux u.a.) und in der Malerei (Tiepolo, Klee u.a.)
- Leben und Umfeld von Descartes, Galilei, Hooke, Huygens, Kepler, Leibniz, Newton, u.a.

MMag. Dr. Hannelore Sexl hat diese Studieneinheiten entwickelt. Auskünfte bei Dr. Hannelore Sexl, Weimarer Str. 97, 1190 Wien

Astronomie bei ScienceWeek@Austria 2000

In zahlreichen Ländern - z.B. Australien, Großbritannien, Irland, Kanada, Niederlande, Thailand, USA - wird auf verschiedene Weise jährlich eine "(National) Science Week" abgehalten. Die ScienceWeek@Austria ist eine Woche der Öffentlichkeitsarbeit für die Wissenschaften. Universitäten, Fachhochschulen, wissenschaftliche Vereine und einschlägige Unternehmen präsentieren sich, Ihre Leistungen und wissenschaftliche Erkenntnisse und Methoden in einer allgemein verständlichen Weise.

Im Rahmen der ScienceWeek vom 19. bis 28. Mai 2000 werden über 300 Veranstaltungen in ganz Österreich angeboten. Eine Übersicht gibt die Webseite: www.scienceweek.at

Auch das Institut für Astronomie der Universität Wien beteiligt sich an der ScienceWeek. Folgende Veranstaltungen werden angeboten:

19. - 28. 5. 2000, 11 - 18 Uhr: Sonnendach und Sternenzelt im Sigmund Freud Park, Wien (bei der Votivkirche). Astronomieausstellung mit praktischen Demonstrationen und Erläuterungen durch Wissenschaftler des Instituts.

19. - 28. 5. 2000, 21 - 24 Uhr: Nächte der offenen Tür am Institut für Astronomie, Türkenschanzstr. 17, 1180 Wien. Beobachtung am großen Refraktor des Instituts und Astronomievorträge.

25. - 28. 5. 2000, 12 -16 Uhr: Tage der offenen Tür am Leopold Figl Observatorium im Wienerwald mit Besichtigung des größten Spiegelteleskops Österreichs (liebe sich z.B. vorzüglich mit einem Wandertag verbinden!)

19. - 28. 5. 2000, ganztägig: Per Straßenbahn durchs Sonnensystem. Ein Planetenlehrpfad entlang der Wiener Straßenbahnlinien 40 und 41.

Institut für Astronomie, Türkenschanzstr. 17, 1180 Wien

Tel: 01 4277 51801, Fax: 01 4277 9518

Email: admin@astro.univie.ac.at

Homepage: www.astro.univie.ac.at

Projekt der Kommission für Geschichte der Naturwissenschaften, Mathematik und Medizin der Österreichischen Akademie der Wissenschaften

Youth Solar Award 2000

Kreative Jugend - sensationelle Sonnen-Projekte für mehr Lebensqualität

Der Youth Solar Award ist die Auszeichnung für kreative und professionelle Projektideen Jugendlicher im Bereich Solarstromerzeugung mit Photovoltaik und Hybridanlagen. Als Initiator des Youth Solar Award lädt der Österreichische Bundesverband Photovoltaik der Bundeswirtschaftskammer Österreich auch dieses Jahr alle Schüler, Studenten und Lehrlinge ein, mit ihren Projekten an diesem Wettbewerb teilzunehmen. Egal ob Visionen, Modelle, Zeichnungen oder detaillierte Projektausarbeitungen zum Thema Sonnenenergie, wichtig ist nur, dass sie innovativ, kreativ und realisierbar sind. Einsendeschluss der Projekte ist der 27. Mai 2000.

"Wir wollen alle Jugendlichen dazu motivieren, kreativ zu werden, sich Gedanken über alternative und vor allem umweltfreundliche Stromerzeugung zu machen und Lösungsvorschläge auszuklügeln. Gerade unsere Jugend verfügt über ein enorm kreatives Schöpferpotential und entwickelt eine große Freude an der Arbeit, wenn man sie lässt - und dabei unterstützt", weiß Gernot Becker, Vorstandsmitglied des Bundesverbandes Photovoltaik Österreich. "Als aktive Befürworter der Umwelttechniken insgesamt und der Photovoltaik im speziellen wollen wir die Jugend für eine Trendwende hin zu einer lebenswerteren Welt sensibilisieren. Dabei sollen die Energiequellen, die uns von der Natur selbst gegeben werden, ins Zentrum rücken; um die Natur zu entlasten und ihre Regeneration zu ermöglichen."

Ein Wettbewerb für mehr Bewusstsein im Umgang mit natürlichen Ressourcen

Der Youth Solar Award ist ein Wettbewerb mit dem Ziel, bei den Jugendlichen ein Verständnis für die Natur zu entwickeln und ein Bewusstsein zu schaffen, dass jeder einen erheblichen Beitrag zur Verbesserung der Lebensumstände leisten kann. Ob es sich bei den Projekten um Ideen, Visionen, Modelle, Zeichnungen oder bereits detaillierte Ausarbeitungen handelt, ist nebensächlich. Die Projekte sollen realistisch, kreativ, innovativ und professionell sein. Die Jury wird die Projekte nach verschiedenen Kriterien wie Kreativität, Professionalität, Innovationsgehalt, Umsetzungsmöglichkeit, usw. prüfen.

Zur Jury zählen namhafte Persönlichkeiten aus dem Bundesministerium für Umwelt, Bundesverband Photovoltaik Österreich, Klimabündnis Österreich, aus Universitäten, Fachhochschulen, Prüfanstalten und wissenschaftlichen Instituten.

Für jede Themenkategorie des Wettbewerbs (u.a. innovative Gesamtsysteme zur Solarstromerzeugung, intelligente und energiesparende Komponenten für Photovoltaikanlagen, Solarstromversorgung für soziale Einrichtungen) wird es drei Anerkennungen geben. Als Belohnung für die besten Projekte winken eine repräsentative Kristallkugel von Swarovsky und verschiedene Preise. Eventuell besteht die Chance, das eine oder andere Projekt zu verwirklichen und damit einen großartigen Beitrag zur Verbesserung von Lebensumständen und Umwelt zu leisten.

Wer kann mitmachen?

Alle Schüler, Studenten und Lehrlinge (egal ob Einzelpersonen oder Gruppen), die einen Verbesserungsvorschlag oder eine Projektidee im Umgang mit "Sonne" haben, können mitmachen und eine kurze Zusammenfassung ihres Projektes einreichen. Darin sollen die Ziele, Aktivitäten, Stadien der Umsetzung, Auswirkungen, Ergebnisse und Innovationen sowie Fotos, Abbildungen, Skizzen etc. und einige Informationen zur Person bzw. Gruppe enthalten sein.

Die Projekte können auf dem Postweg oder via E-Mail in deutscher oder englischer Sprache beim Bundesverband Photovoltaik Österreich eingereicht werden. Einsendeschluss ist der 27. Mai 2000.

Für Anmeldungen, Fragen und nähere Informationen steht der Bundesverband Photovoltaik Österreich, 1045 Wien, Wiedner Hauptstraße 63, Tel.: (01) 501 05 - 35 19, Fax: (01) 505 09 28, E-Mail: bvp@fmwi.at selbstverständlich gern zur Verfügung.

Die Kreativität und Einsatzbereitschaft unserer Jugend muss gefördert werden

Unterstützt wird der Youth Solar Award 2000 nicht nur vom Bundesministerium für Umwelt, Jugend, Familie, sondern u.a. auch von der Landesinnung Wien der Elektrotechniker mit eigenen Preisen für Wiener Teilnehmer. Die Preisverleihung wird Bundesminister Mag. Wilhelm Molterer am 21. Juni 2000, am Tag der Sonne, im Bundesministerium vornehmen.

Bundesverband Photovoltaik Österreich

Der Bundesverband Photovoltaik Österreich ist die Interessensvertretung der Photovoltaik-Branche Österreichs. Als Informationsplattform und Vertreter der Mitgliederinteressen auf überbetrieblicher und überparteilicher Ebene ist die Sensibilisierung der Öffentlichkeit für die Erzeugung erneuerbarer Energie mittels Photovoltaik sein Ziel.

Photovoltaik ist seit über 15 Jahren einer der am stärksten wachsenden Märkte der Welt. Diese Technik ermöglicht auf umweltfreundliche Art Energie zu erzeugen. Die Energie der Sonnenstrahlen wird lautlos, ohne bewegte Teile und ohne Emission von Schadstoffen direkt in hochwertige Elektrizität umgewandelt, die man sofort verbrauchen, in Batterien speichern oder ans öffentliche Stromnetz transportieren kann. Schon mit 20 m² Solarzellenfläche deckt man etwa den halben Jahresverbrauch eines vierköpfigen Haushalts.

Für weitere Informationen und Bildmaterial (als JPEG oder Foto) wenden Sie sich bitte an den *Bundesverband Photovoltaik*, Wirtschaftskammer Österreich, Wiedner Hauptstraße 63, A-1045 Wien, Tel.: (01) 501 05 - 35 19, E-Mail: etl@fmwi.at, Ing. Bernd Rumlmayr, Ing. Gernot Becker oder an Dr. Widmann PR & PROMOTION, Felbigergasse 41, A-1140 Wien, Tel./Fax.: (01) 911 24 56, Mobil: 0664 / 210 43 28 oder 0664/532 94 90, E-Mail: widmann-pr@teleweb.at

Strukturentstehung und Chaos im Unterricht

Johann Ganzberger

"Management by chaos", "Synergieeffekte", "Fraktale", "Schmetterlingseffekt" ... Begriffe und Schlagworte, die man immer öfter hört und die aus verschiedenen mathematischen und physikalischen Theorien seit den 60-er Jahren stammen.

In der klassischen Physik und auch im Unterricht betrachten wir meistens abgeschlossene Systeme. Hier gelten schöne Erhaltungssätze und der weniger angenehme zweite Hauptsatz der Wärmelehre, wonach die Entropie nicht kleiner werden kann. Damit bleibt aber unverständlich, wieso dennoch ständig Strukturen (Sterne, Galaxien, Leben,...) entstehen. Erst vor etwa dreißig Jahren haben Ilya Prigogine - ausgehend von der Chemie und von der Thermodynamik - und Hermann Haken - von der Laser-Physik her - begonnen, offene Systeme zu untersuchen. Seither versteht man solche dissipativen Strukturen und die Bedingungen, unter denen sie entstehen, allmählich immer besser. "Dissipativ" bedeutet, daß hochwertige Energie als "Abwärme" verlorengeht, und das geschieht meistens durch Reibungsmechanismen (Reibungskräfte, Konkurrenz, Personalvertretung,...) in Form von Rückkopplung. In konservativen, energetisch abgeschlossenen Systemen können diese Strukturen nicht entstehen und konservative Systeme sind nicht asymptotisch stabil. Das heißt, sie finden nach einer Störung nicht wieder zum Gleichgewicht zurück.

Die erwähnten Rückkopplungsmechanismen führen allerdings zu nichtlinearen Termen in der Beschreibung, und gerade solche nichtlinearen Systeme können sehr leicht chaotisch werden, falls sie mindestens drei Freiheitsgrade haben und genügend Energie zugeführt wird. Gemeint ist ein "deterministisches Chaos", und das bedeutet folgendes: Man geht davon aus, daß die zeitliche Entwicklung des Systems eindeutig feststeht, wenn das Kraftgesetz und die Anfangsbedingungen genau bekannt sind. Das ist klassische Physik und die Grundlage jeder seriösen Vorhersage (Kometenbahnen, Sonnenfinsternisse ...). Nun wissen wir zwar seit W. Heisenberg, daß die Anfangsbedingungen eben nicht beliebig genau gemessen werden können, aber das ist nicht der Grund dafür, daß Vorhersagen oft schwierig und langfristig sogar unmöglich sein können (Wetterprognose, Aktienkurs, Lawinenabgang ...). Dafür ist vielmehr die "sensitive Abhängigkeit von den Anfangsbedingungen", wie sie bei nichtlinearen Systemen auftritt, verantwortlich. Sie ist in gewisser Weise viel unangenehmer als die Unschärferelationen. Wenn nämlich der Startwert auch nur geringfügig geändert wird, kann sich das System nach einer genügend langen Zeit vollkommen anders als vorhergesagt entwickeln, auch wenn der neue Anfangswert beliebig nahe beim ursprünglichen liegt. (In der Sprache der Mathematik: "Und sei Epsilon auch noch so klein ..."). Für reale Systeme wird sich das wegen der Unschärferelationen de facto nicht nachweisen lassen, aber es gibt viele Beispiele aus der Mathematik, nämlich gewisse Folgen, die dieses Verhalten zeigen (z.B. die Bernoulliabbildung) und wir das auch in der Schule, mit oder ohne Computer, sofort beweisen können.

H. Poincaré hat das schon vor hundert Jahren gewußt, und R. Feynman hat es im Quantenmechanikband seines berühmten Physiklehrbuches betont. 1963 wurde von dem Meteorologen E. Lorenz anhand eines Modells der Atmosphäre chaotisches Verhalten nachgewiesen. Die eigentliche "Chaostheorie" sollte sich nun mit diesem Bereich ("chaotisches Regime") befassen, und das ist auch sehr reizvoll und lehrreich. Um sich hier zurechtzufinden, begibt man sich in den "Phasenraum" und macht - falls dieser mehr als dreidimensional ist - einen sogenannten "Poincaréschnitt". Wir haben das mit Schülern schon öfters gemacht ("Tropfender Wasserhahn", "Fedependel"...). Die Professoren Oskar Wagner und Peter Eichberger haben die Computerprogramme dazu geschrieben. Das aufregende daran ist, daß man in diesem abstrakten Raum - und hier werden die populärwissenschaftlichen Darstellungen oft ungenau oder falsch - trotz des chaotischen Verhaltens plötzlich wieder Strukturen erkennen kann, während eine Darstellung des Signals als Funktion der Zeit (vgl. EKG) absolut keine Regelmäßigkeit mehr zeigt. Will man die Chaotizität sogar messen, so hat man mehrere Hilfsmittel zur Verfügung. Etwa den Ljapunovexponenten oder die fraktale Dimension. Beide Konzepte sind im Regelunterricht leicht und sinnvoll unterzubringen.

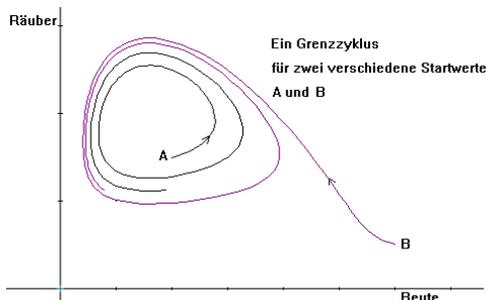
Ich glaube aber, daß die eigentliche Bedeutung einer Theorie der komplexen Systeme eher in jenem schmalen Bereich unterhalb der Schwelle zum Chaos liegt, der in der Literatur gelegentlich auch als "Antichaos" bezeichnet wurde. Um anzudeuten, wie man in der Schule diese Begriffe sauber erarbeiten und auch experimentell begreifbar machen kann, möchte ich einige Beispiele und die Literatur dazu anführen.

Laut Mathematiklehrplan werden in der siebten Klasse Funktionen unter anderem auf Unstetigkeitsstellen hin untersucht. Nach der Behandlung der bekannten drei Typen (Lücken, Sprungstellen, senkrechte Asymptoten) hat mich einmal ein Schüler gefragt: "Wann kommen endlich die interessanten Beispiele?" Ich war verblüfft. Er wollte aber nur wissen, ob man auch ausrechnen kann, wann eine Brücke einstürzt, warum Aktienkurse plötzlich ins Bodenlose fallen und wie sie sich Zellen teilen, ob die Alte Donau wieder umkippen wird und wie man sich für ein Studium entscheiden soll, wenn zwei völlig verschiedenen Gebiete genau gleich interessant sind. Mit solchen sprunghaften Phänomenen, Diskontinuitäten, Verzweigungen (Bifurkationen) befasst sich die Katastrophentheorie, die R. Thom in den 70-er Jahren entwickelt und von Anfang an hauptsächlich auf biologische Probleme angewendet hat. Für eine elementare Darstellung [1] braucht man nicht mehr als ein bißchen Differentialrechnung, denn es wird die Stabilität mit Hilfe von Potentialen untersucht, und das sind hier einfache Polynomfunktionen. Schöne Beispiele gibt es zur Gestaltpsychologie (Bistabilität in der Wahrnehmung) oder etwa zum Aggressionsverhalten. (Ein Hund "weiß" bis zuletzt selber nicht, ob er angreifen wird oder flüchten, ob also der "Ordnungsparameter" Aggression steigt oder fällt, wenn seine Wut und seine Angst - die beiden Kontrollparameter - zugleich steigen.) Einerseits wird hier sprunghaftes Verhalten klassifiziert und beschrieben. Andererseits wird klar, wieso

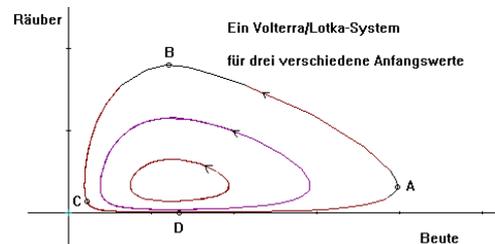
verschiedene Individuen (etwa zwei Menschen) dieselbe "Form" haben, obwohl während der Embryonalentwicklung sehr störungsanfällige Verzweigungen (z.B. die Differenzierung der Zelltypen) stattfinden ("Generizität"). Man bekommt einen ersten Eindruck, daß jede Verzweigung zwar eine gewisse Unsicherheit mit sich bringt, warum man sich aber unbedingt auf dieses "Abenteuer" einlassen muß, wenn etwas Neues entstehen soll. Eine anstehende Entscheidung muß man treffen, sonst "gräbt sie sich ein" und Innovation wird unmöglich. Das Konzept der Ordnungsparameter gewinnt später bei Hermann Hakens Synergetik eine grundlegende Bedeutung, während sich die Katastrophentheorie "nur" mit solchen Systemen befaßt, die ein Potential haben (genauer gesagt genügt eine sog. Ljapunovfunktion), also im wesentlichen mit konservativen Systemen. Übrigens versucht die Katastrophentheorie nicht, die Psychologie oder andere Anwendungsgebiete zu mathematisieren. R. Thom hat sein Konzept selbst "eine Einschränkung der Willkür in der Beschreibung" genannt.

Was jetzt noch fehlt, sind Stabilitätsbegriffe, die auch so etwas wie ein "ökologisches Gleichgewicht" beschreiben. Der Hinweis, es handle sich um ein dynamisches Gleichgewicht, dürfte heute auch im Schulunterricht kaum genügen. Was verlangt man von einem derartigen System? Stellen wir uns die Zahl der Individuen der verschiedenen Pflanzen und Tierarten eines bestimmten Lebensraumes in einem Koordinatensystem aufgetragen vor - für jede Art eine eigene Achse. Die einfachste Form des Gleichgewichtes wäre ein Gleichgewichtspunkt, auf den alle Trajektorien aus einer gewissen Umgebung zulaufen. Solche Lösungen sind zwar möglich, aber sie widersprechen der Erfahrung. Viele empirische Daten, z.B. über die Zahl der Luchse und Hasen in Kanada oder über das regelmäßige Auftreten von Schädlingen in Forstbeständen, sprechen für eine andere Dynamik, nämlich für eine periodische Lösung. Es soll etwas grundsätzlich Neues, eine Art zirkulärer Mechanismus entstehen, und Störungen in Form von Reibung (Konkurrenz, Krankheiten...) dürfen das nicht verhindern. Und wenn der Endzustand erreicht ist, dann muß das System auf Störungen (falls sie nicht zu groß sind) so reagieren, daß es wieder zum Gleichgewicht zurückfindet. Ein sogenannter Grenzzyklus leistet das Gewünschte [2],[3]. Wie ein solcher Grenzzyklus über eine "Hopfbifurkation" überhaupt entsteht, kann man zunächst an Beispielen aus der Mechanik studieren. Wenn ein Geigenbogen über die Saite gleitet und die Reibung nicht zu groß und nicht zu klein ist, wird das an sich stark gedämpfte System zu schwingen beginnen, ohne daß es periodisch erregt wird. Vielmehr nimmt sich die Saite gewissermaßen selbst nach jeder Schwingung die verlorene Energie, indem sie im richtigen Augenblick, nämlich wenn die Geschwindigkeiten übereinstimmen, kurz am Bogen haftet.

In der Biologie kennt man das am besten von den Räuber/Beute-Modellen [3]. Die eben erwähnten Eigenschaften haben natürlich nur Modelle mit innerspezifischer Konkurrenz.



Konservative Beispiele (z.B. das bekannte Volterra/Lotka-System) zeigen zwar periodisches Verhalten und auch eine schwächere Art von Stabilität (sie sind stabil im Sinne von Ljapunov [2]), aber sie sind nicht robust (man sagt auch "nicht strukturell stabil"). Das heißt, jeder noch so kleine Reibungsterm führt langfristig zu einem ganz anderen Verhalten - meistens zum Aussterben einer Spezies. Und sie sind eben nicht asymptotisch stabil.



Zum Volterra/Lotka-System:

- A: Viele Beutetiere, wenig Räuber...
- B: ...Die Räuber haben sich stark vermehrt aber wenig Beute übriggelassen,...
- C: ...deshalb sind jetzt auch die Räuber fast ausgestorben...
- D: ...und die Beutetiere können sich ungehindert vermehren.

Die Differentialgleichungen, die man hier verwendet, können ohne weiteres auch in der Schule diskutiert werden. Eine qualitative Analyse des Lösungsverhaltens ("Lineare Stabilitätsanalyse") verlangt zumindest Grundkenntnisse aus der Linearen Algebra (Eigenwertprobleme). In einem Wahlpflichtfach Mathematik wäre auch das keine Hexerei [4]. Was wir aber mit Hilfe des Computers ganz leicht machen können, ist die näherungsweise Lösung mit Hilfe des Runge/Kutta-Verfahrens.

Ist es überhaupt sinnvoll, sich mit solchen zweidimensionalen Modellen herumzuschlagen, wo doch in der Natur bestimmt sehr viel mehr Parameter zu einer vollständigen Beschreibung notwendig sind? Man kann fast immer die Dimension des Systems erniedrigen (mit Hilfe der "Zentralen Mannigfaltigkeiten") oder das System vereinfachen (womöglich linearisieren) [5].

Chaotisch können nur (autonome) Systeme werden, die mindestens dreidimensional sind (Satz von Poincaré/Bendixson [6]), und das schönste und bekannteste Beispiel dafür ist folgendes: Eine dünne Flüssigkeitsschicht - wir nehmen dafür Speiseöl - wird vorsichtig und gleichmäßig von unten erwärmt. Die Zähigkeit der Flüssigkeit und die Wärmeleitung verhindern, daß sofort Konvektion einsetzt. Erst wenn der Temperaturunterschied einen kritischen Wert überschreitet, beginnt - angeregt durch eine zufällige Störung - an irgendeiner Stelle Flüssigkeit nach oben zu steigen. Diesen kritischen Wert konnte schon Lord Rayleigh 1916 angeben. Seiner Theorie zufolge müßte nun die Geschwindigkeit der Strömung exponentiell steigen und sofort Turbulenz herrschen. Es geschieht aber etwas ganz anderes: Unmittelbar neben dem aufsteigenden warmen Flüssigkeitsvolumen beginnt kalte Flüssigkeit abzusinken, und die Schicht teilt sich spontan in charakteristische Konvektionszellen. Sie bilden ein Muster aus meist hexagonalen Zellen. Jede Zelle ist eine eigener Kreislauf mit konstanter Strömungsgeschwindigkeit. (Die Strömung macht man mit Aluminiumpulver sichtbar.)

Von außen kann man das System höchstens anregen, aber das Muster ist ganz unempfindlich gegen kleine Störungen. Innere

Faktoren bestimmen die Struktur. Die Symmetrie ist gebrochen, und ausgehend von einer Stelle ist eine langreichweitige Korrelation zwischen den Teilchen entstanden. Die Bedingungen sind: Gleichgewichtsferne, Energiezufuhr (offenes System), Entropieexport (Ordnung oder Information entsteht) und Nichtlinearität (Reibung) [7]. Die genaue Ursache für dieses Verhalten ist folgende: Durch die beginnende Konvektion wird die Temperatur im unteren Teil der Rollen kleiner und oben größer als bei einem linearen Temperaturgefälle - wie es sich einstellt, wenn die Wärme allein durch Wärmeleitung nach oben transportiert wird. Das bremst aber die Konvektion. Durch die nunmehr langsamere Änderung der Geschwindigkeit fällt diese Temperaturabweichung schnell auf einen Gleichgewichtswert, der durch die Größe der Geschwindigkeit festgelegt wird. Allgemeiner: Eine oberhalb eines kritischen Wertes rasch anwachsende Größe "bedient" sich gewissermaßen einer stabil bleibenden Größe, um einerseits nicht schrankenlos zu wachsen und andererseits nicht zu verschwinden. Vielmehr setzt sie sich durch ihr nunmehr langsames Wachstum in die Lage, die Stärke der an sich rasch relaxierenden stabilen Größe selbst zu regeln ("Versklavungsprinzip", besser: Prinzip von Hermann Haken). Diese zirkuläre Form der Regelung ist mehr als nur Rückkopplung, sonst müßte ja jedes einzelne Teilchen ständig seinen Bewegungszustand und seine Temperatur an das Gesamtsystem melden und dieses anschließend jedes Teilchen "zurechtweisen". Sie ist auch robuster und anpassungsfähiger als ein Schrittmachermechanismus, der den Nachteil hätte, daß Fehler bei der "Befehlsausgabe" mangels Rückkopplung nicht kompensiert würden. Das ist Selbstorganisation. Das ist das Geheimnis der Synergieeffekte [8],[9]. In dem schönen Buch "Aus dem Nichts - Über die Kreativität von Natur und Mensch" hat der Nobelpreisträger Gerd Binnig gezeigt, wie das auch in sozialen Systemen funktioniert [10]!

Konvektionszellen in der freien Atmosphäre sind auch der Ausgangspunkt für Lorenz' Arbeit aus 1963, denn oberhalb einer weiteren Schwelle wird die Strömung chaotisch, und Lorenz hat dafür ein ein stark vereinfachtes Modell gefunden [11], [12]. Es lohnt sich, die Originalarbeit [11] zu lesen!

Das besprochene Experiment machen die Schüler selbständig etwa im Wahlpflichtfach Physik und anschließend bewundern sie den schönen "Lorenzattraktor" am Bildschirm des Computers [13].

Woher weiß man übrigens, daß die Rechnungen am PC auch nur irgend etwas mit dem realen Experiment zu tun haben, wo doch der Rechner rundet und daher wegen der sensitiven Abhängigkeit eine ganz andere Entwicklung des Systems als die beobachtete zu befürchten wäre? Seit einigen Jahren kennt man auch hier die Antwort: Das "Beschattungslemma" stellt sicher, daß in jeder beliebig nahen Umgebung einer berechneten Bahn auch eine exakte Bahn startet und beliebig nahe bleibt [14].

Ohne Computer wären diese Ergebnisse in den letzten Jahrzehnten nicht erzielt worden und auch im Unterricht nicht sinnvoll zu besprechen. Aber im Vordergrund stehen für uns immer noch das Experiment und in der Mathematik nach wie vor konkrete Beispiele mit analytischen Ergebnissen [14]. Dafür braucht man nur Bleistift und Papier! Dasselbe gilt für die Fraktale, die deshalb so wichtig sind, weil sie wirklich vorkommen (nicht nur im Phasenraum) [15].

"Chaostheorie" ist keine Modeerscheinung, und ich wollte zeigen, daß wir auch in diesem Zusammenhang mit Schülerinnen und Schülern mehr unternehmen als nur mit dem Computer spielen und "Apfelmännchen" zeichnen. Wenn sich diese Grundgedanken auch unter Lehrern herumsprechen, was bereits geschieht, dann lohnt es sich, noch mehr als bisher auf die Fragen der Schüler einzugehen, statt den Unterricht auf die Minute genau zu planen, den Stoff "durchzuziehen" und den Schülern einzureden, sie dürften keine Fehler machen. Nicht jeder Inhalt wird sich dafür eignen, aber hin und wieder darf auch der Ertrag einer Unterrichtseinheit unvorhersagbar sein. Zu viele Verzweigungen und Rückkopplungen finden statt.

Literatur

- [1] P.T. Saunders, *Katastrophentheorie, Eine Einführung f. Naturwiss.*, Vieweg 1986
- [2] G. Nicolis, I. Prigogine, *Die Erforschung des Komplexen*, Piper 1987
- [3] J. Hofbauer, K. Sigmund, *Evolutionstheorie und dyn. Systeme*, Math. Aspekte der Selektion, Paul Paray V. 1984 (bes. schöne Einf. in die qualit. Theorie der Diff.gl.)
- [4] E. Boyce, R. C. DiPrima, *Gewöhnliche Differentialgleichungen*, Spektrum Akademischer Verlag 1995
- [5] H. Troger, A. Steindl, *Nonlinear Stability and Bifurcation Theory*, Springer 1991
- [6] P. G. Drazin, *Nonlinear Systems*, Cambridge University Press 1992
- [7] W. Ebeling, R. Feistel, *Chaos und Kosmos*, Prinzipien der Evolution, Spektrum Akademischer Verlag 1994
- [8] H. Haken, Arne Wunderlin, *Die Selbststrukturierung der Materie - Synergetik in der unbelebten Welt*, Vieweg 1991
- [9] H. Haken, *Synergetik*, Springer 1990
- [10] G. Binnig, *Aus dem Nichts*, Über die Kreativität von Natur und Mensch, Piper 1989
- [11] Edward N. Lorenz, *Deterministic Nonperiodic Flow* in Journal of the Atmospheric Sciences Volume 20 p. 130, March 1963
- [12] H.G. Schuster, *Deterministic Chaos*, VCH 1988
- [13] *Pelmo*, Dynamische Systeme. Ein Programmpaket von Dir. Kurt Wagner, Klagenfurt
- [14] H.O. Peitgen u.a., *Chaos*, Bausteine der Ordnung, Klett-Cotta/Springer-Verlag 1994
- [15] B. Mandelbrot, *Die Fraktale Geometrie der Natur*, Birkhäuser 1987 und viele andere schöne Bücher...

Chemieexperimente in der Volksschule

Helga Voglhuber

Die chemiedidaktische Literatur und Informationen über bereits bestehende Institutionen bezüglich des naturwissenschaftlichen Unterrichtes für Grundschulen haben mich inspiriert, selbst einmal einfache chemische Experimente im Rahmen des Sachunterrichtes den Volksschulen anzubieten. So weist z.B. E. Rossa in "Provinzialismus und seine Folgen im Chemieunterricht" auf die Bedeutung einer möglichst frühen Kontaktaufnahme der Kinder mit den Naturwissenschaften hin und sieht darin einen der Gründe für die unbefriedigenden Ergebnisse der TIMSS-Studie, weil eben "der Chemieunterricht zu spät einsetzt!" [1]

An der 16. Fortbildungstagung der Fachgruppe Chemieunterricht der GDCh in Heidelberg im September 1999 wurden für den naturwissenschaftlichen Unterricht in Grundschulen einige bereits bestehende Einrichtungen vorgestellt, sowie auch ein Preis für "Wegweisende Arbeiten zur Heranführung von Kindern im Vor- und Grundschulalter an naturwissenschaftlichen Phänomenen" verliehen:

- Das BASF-Mitmachlabor H₂O&Co für die Grundschüler von Ludwigshafen und Umgebung
- CIPSI-AG der Universität Hohenheim unter der Leitung von Univ.-Prof. P. Menzel:
"Fun with Chemistry"; Chemie im Primar- und SI-Bereich; Chemie für Kinder und Jugendliche;
Die Erstkontakte unserer Jugend mit naturwissenschaftlichen Phänomenen in Vorschule und Kindergarten, im Sachunterricht der Grundschule und in den anschließenden Schuljahren sind für die Akzeptanz der Chemie sehr wichtig. Die CIPSI-AG will den gesamten Bereich der Anfangskontakte mit naturwissenschaftlichen Aspekten und Phänomenen erfassen: "Wir bieten ein Forum für neue Entwicklungen und Projekte, fördern den Erfahrungsaustausch zwischen den verschiedenen Institutionen und vieles mehr". Mehr dazu unter "Über uns"
<http://www.inf.uni-hohenheim.de/CIPSI-AG>
- Verleihung des Johann-Friedrich Gmelin Preises an Frau Dr. Gisela Lück, Universität Kiel.

Im November 1999 startete ich mein Programm, mit Volksschulkindern der 4. Klasse einfache chemische Experimente durchzuführen. Der Empfang durch die VolksschülerInnen und Lehrerinnen war herzlich. Im Zustand hoher Begeisterung für das experimentelle Arbeiten erwiesen sich die SchülerInnen recht geschickt. Für die unten angeführten Versuchsbeispiele wurde durchschnittlich ein Zeitrahmen von 2-3 Unterrichtsstunden benötigt. Die Materialien dafür stellte ich zur Verfügung, jedoch Marmeladegläser, Teelichter, Backpulver und Luftballons brachten die Schüler mit.

Themenbereich I: "Unsere Welt ist bunt"

Versuch 1: "Wir blicken durch ein optisches Gitter (oder Kristallustersteinchen) und erkennen Regenbogenfarben"

Versuch 2: "Wir zerlegen unsere Filzstiftfarben Grün und Schwarz"

Versuch 3: "Wir verändern die Farbe von Rotkrautsaft mit Speiseessig, Speisenaatron und Waschpulver"

Themenbereich II: "Viele Stoffe sind unsichtbar"

Versuch 4: "Wir stülpen ein Becherglas bzw. Marmeladeglas über ein schwimmendes Teelicht"

Versuch 5: "Wir erzeugen ein Gas, das Kerzenflammen ersticken lässt"

Versuch 6: "Wir blasen mit Kohlendioxid einen Luftballon auf"

Schülerbeobachtungen und Kommentare

Die Schüler waren erstaunt, dass auch bei trübem Novemberwetter optische Gitter oder geschliffenes Kristallglas die Welt plötzlich bunt erscheinen lassen. An den Versuchen V2 zur Möglichkeit einer Farbstoffzerlegung und V3 zu Farbstoffveränderungen haben sich auch die Lehrerinnen eifrig beteiligt. Das Erlöschen der Kerze (V4) beim Überstülpen des Glases war den meisten SchülerInnen bereits bekannt (Angaben der Schüler: aus dem Fernsehen, aus einem Experimentebuch, aus einer Kinderzeitschrift, von Geschwistern). Doch die Überprüfung dieser Tatsache faszinierte sie so sehr, dass sie erst bei mehrmaligen Wiederholungen von V4 auch feststellten, dass Wasser in das Becherglas hochstieg. "Wasser kann über den Schnabel des umgestülpten Becherglases in dieses hochsteigen", so lautete meistens die Antwort der VolksschülerInnen. Doch warum ist plötzlich Platz für das Wasser? Die Volksschulkinder kennen die Zusammensetzung der Luft und wissen auch aus dem Sachunterricht, dass die Kerze zum Brennen Sauerstoff benötigt. Jedoch was mit dem Sauerstoff und der Kerze beim "Brennen" passiert und warum plötzlich auch Wasser eindringen kann, ist ihnen nicht klar. Dazu eine Schüleräußerung "Der Sauerstoff knabbert an der Kerze, wird dann träge und lässt deshalb das Wasser einfließen". Eine häufige Schülerfrage "Was geschieht aber, wenn man statt des Becherglases mit Schnabel ein Marmeladeglas über das Teelicht stülpt?" ließ unter den SchülerInnen Forschergeist aufkommen. Sie zeigten sich über das Ergebnis, dass auch ohne Schnabel Wasser eindringen kann, äußerst überrascht.

Sehr beeindruckt hat mich bei den VolksschülerInnen das unermüdliche Wiederholen der Experimente, wie auch die Möglichkeit, Gedankenmodelle der Volksschulkinder kennen zu lernen. Diesbezügliche Erfahrungswerte aus der Arbeit mit Zehnjährigen kommen dem Unterricht mit den älteren eigenen Schülern zugute.

Ist es nun durch den frühen Kontakt der Kinder mit den Naturwissenschaften möglich, ihnen für den weiteren Schulweg einen besseren fachlichen Zugang zur Chemie zu ermöglichen und erreichen wir dadurch auch eine höhere Akzeptanz des Unterrichtsfaches Chemie? Wenn ja, nützen wir diese Chance!

Literatur

- [1] Rossa, E.: *Provinzialismus und seine Folgen im Chemieunterricht*. In: Chemie in der Schule; Berlin 46/4 (1999), S 234 ff.

Dr. Helga Voglhuber, BG/BRG - Lerchenfeld, Lerchenfeldstr. 22, A - 9020 Klagenfurt, e-mail: hvogl@carinthia.com

Freihandexperimente

Werner Rentzsch

Die folgenden Experimente stammen aus einer privaten Experimentesammlung von Univ. Prof. Dr. Heinz Schmidkunz (Universität Dortmund).

Die Versuche wurden von mir leicht abgeändert bzw. gekürzt und teilweise im Text verändert sowie mit Zeichnungen versehen. Im Rahmen der 54. Fortbildungswoche des Vereins zur Förderung des physikalischen und chemischen Unterrichts wurden die Experimente von Prof. H. Schmidkunz und von W. Rentzsch gezeigt.

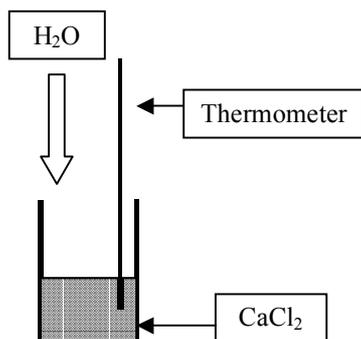
Energiespeicherung in chemischer Form und Freisetzung der Energie als Wärme

Prinzip des Versuchs: Calciumchlorid-Hexahydrat wird erwärmt. Durch Zufügen von Wasser wird Energie in Form von Wärme frei.

Geräte und Chemikalien: 1 Becherglas (100 ml), 1 Abdampfschale, Dreifuß, Brenner, Drahtnetz, Waage, Meßpipette, Thermometer, Calciumchlorid-Hexahydrat ($\text{CaCl}_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$)

Arbeitsanweisung: Calciumchlorid-Hexahydrat muß zunächst entwässert werden. Eine Portion davon wird über Nacht bei 260°C in den Trockenschrank gestellt oder in einer Abdampfschale mit dem Brenner erhitzt, bis keine Wasserdampf mehr entweicht. Nach dem Abkühlen des Salzes auf Zimmertemperatur überführt man es in das Becherglas, fügt etwas Wasser dazu, rührt mit dem Thermometer um und mißt die Temperatur.

Besonders gut verläuft der Vorgang, wenn man nur wenig Wasser zugibt und dabei den Temperaturanstieg genau beobachtet.



Beobachtung beim Versuchsablauf: Nach Zugabe des Wassers steigt die Temperatur deutlich an. Ausgehend von ca. 20°C erreicht man Temperaturen von bis zu 70°C und mehr.

Theoretische Grundlagen: Bei der Entwässerung des Salzes wird Energie in Form von chemischer Energie (Hydratationsenergie) gespeichert.



Bei Wasserzugabe zum entwässerten Salz wird die Energie als Wärme frei.

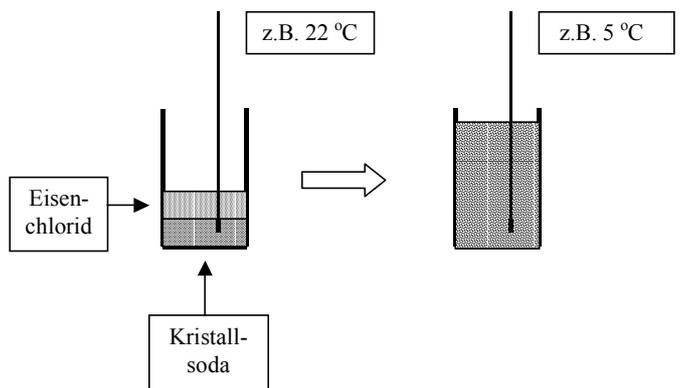


Spontane endotherme Reaktion von Kristallsoda mit Eisen(III)-chlorid

Prinzip des Versuchs: Kristallsoda ($\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$) reagiert spontan mit festem Eisen(III)-chlorid, wobei eine schnelle und deutliche Temperaturerniedrigung im Reaktionsgemisch eintritt. Kohlenstoffdioxid wird bei dieser Reaktion frei.

Geräte und Chemikalien: 1 Becherglas (100 ml, hohe Form), Thermometer (es sollte auch Temperaturen unter null Grad Celsius anzeigen), Spatel, feste Kristallsoda ($\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$), festes Eisen(III)-chlorid ($\text{FeCl}_3 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$)

Arbeitsanweisung: In ein kleines Becherglas gibt man ca. 1,5 cm hoch Kristallsoda und schichtet etwa die gleiche Menge Eisen(III)-chlorid darüber. Anschließend wird mit dem Thermometer umgerührt, damit sich die beiden festen Substanzen innig miteinander vermischen. Beim stetigen Umrühren wird die Temperatur abgelesen.



Beobachtung beim Versuchsablauf: Beim Überschichten der Soda mit dem Eisenchlorid läßt sich an der Grenzfläche eine zunehmende braune Färbung beobachten. Beim Umrühren tritt allmählich eine Braunfärbung im gesamten Gemisch ein. Außerdem ist in zunehmendem Maße ein Knistern zu hören, das vom entweichenden Kohlenstoffdioxid herrührt. Im Verlauf der Reaktion wird das Gemisch immer flüssiger und die Temperatur sinkt deutlich ab.

Verwendet man 8,6 g Soda und 5,5 g Eisenchlorid, so kann man eine Temperaturerniedrigung um fast 20°C beobachten, wenn man von Zimmertemperatur ausgeht.

Theoretische Grundlagen: Diese Reaktion fester, kristalliner Substanzen zeigt eine enorme Triebkraft. Da die Reaktion endotherm verläuft, muß eine deutliche Entropiezunahme für diesen Sachverhalt verantwortlich sein, die qualitativ durch die zunehmende Verflüssigung des Reaktionsgemisches und durch die Freisetzung eines Gases (CO_2) verdeutlicht wird.

In der Hauptsache läuft folgende Reaktion ab:



Hinweise:

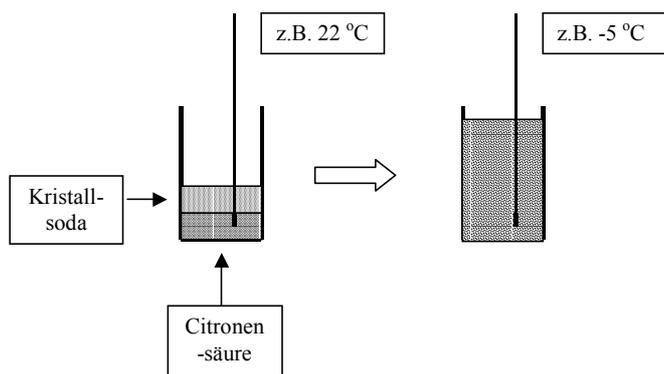
- Für diesen Versuch kann auch ein Digitalthermometer verwendet werden.
- Vor Versuchsbeginn sollten beide Substanzen in einer Reibschale gut pulverisiert werden.
- Da es bei der Reaktion zu einem Überschäumen der Reaktionsprodukte kommen kann, ist es günstig, das Becherglas zusätzlich in eine Kristallisierschale zu stellen, oder ein Stück Papier unterzulegen.

Spontane endotherme Reaktion von Kristallsoda mit Citronensäure

Prinzip des Versuchs: Kristallsoda ($\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$) reagiert spontan mit fester Citronensäure, wobei eine deutliche Temperaturenniedrigung im Reaktionsgemisch gemessen werden kann. Kohlenstoffdioxid wird frei.

Geräte und Chemikalien: 1 Becherglas (150 ml, hohe Form), Thermometer (es sollte auch Temperaturen unter null Grad Celsius anzeigen), Spatel, feste Kristallsoda ($\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$), Citronensäure

Arbeitsanweisung: In das Becherglas gibt man ca. 2 cm hoch Citronensäure und schichtet etwa die gleiche Menge Kristallsoda darüber. Mit dem Thermometer rührt man stetig um und beobachtet dabei die Temperatur.



Beobachtungen beim Versuchsablauf: Die Reaktion setzt spontan ein, wobei eine deutliche Temperaturenniedrigung in Abhängigkeit vom Zerteilungsgrad der Reaktionspartner, der Ausgangstemperatur und der Isolierung des Reaktionsgefäßes bis unter null Grad Celsius (z.B. bis $-5 \text{ }^\circ\text{C}$) beobachtet werden kann.

Die Reaktion ist auch akustisch durch das entweichende Kohlenstoffdioxid wahrzunehmen. Das Reaktionsgemisch wird im Laufe der Zeit immer flüssiger.

Theoretische Grundlagen: Diese Reaktion im festen Zustand hat eine enorm hohe Triebkraft. Da die Umsetzung deutlich endotherm erfolgt, muß sie entropisch gesteuert sein, d.h. es muß eine deutliche Entropiezunahme im Verlauf der Reaktion eintreten. Diese Entropiezunahme wird qualitativ durch die Entstehung des gasförmigen Kohlenstoffdioxids und der zunehmenden "Verflüssigung" des Reaktionsgemisches erkennbar. Die "Verflüssigung" kommt durch das Freiwerden des Kristallwassers und durch chemisch entstandenes Wasser zustande.

Hinweise:

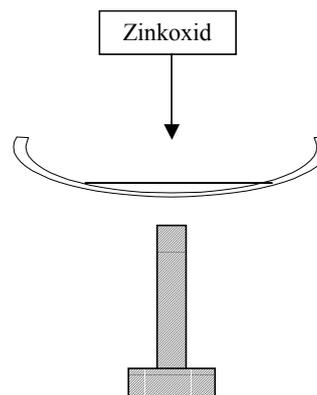
- Für diesen Versuch kann auch ein Digitalthermometer verwendet werden.
- Anstelle von Citronensäure können auch Weinsäure, Äpfelsäure, Malonsäure und Oxalsäure verwendet werden.

Thermochromie - ein einfaches Modellexperiment

Prinzip des Versuch: Zinkoxid wird erhitzt. Die weiße Farbe der Substanz verschiebt sich mit zunehmender Temperatur deutlich nach gelb hin.

Geräte und Chemikalien: Porzellanabdampfschale, Brenner, Tiegelzange, feuerfeste Unterlage, Spatel, Zinkoxid (ZnO)

Arbeitsanweisung: Man gibt eine Spatelportion Zinkoxid in einen Abdampfschale. Mit der Tiegelzange wird die Schale direkt in die rauschende Brennerflamme gehalten. Man beobachtet die Farbveränderungen des Zinkoxids.



Beobachtung beim Versuchsablauf: Mit zunehmender Erwärmung geht die Farbe des Zinkoxids von weiß nach gelb über. Der Vorgang ist reversibel. Beim Abkühlen wird das Zinkoxid wieder weiß.

Theoretische Grundlagen: Zinkoxid ist bei Zimmertemperatur ein weißes Pulver, das eine Schmelztemperatur von $1260 \text{ }^\circ\text{C}$ besitzt. Mit dem Brenner kann man es also nicht zum Schmelzen bringen. Die Verbindung absorbiert nur UV-Strahlen aber kein sichtbares Licht. Beim Erwärmen wird die Absorption vom UV zum sichtbaren Blau verschoben. Reflektiert wird dann gelbes Licht (Komplementärfarbe zu Blau). Ursache für diesen Sachverhalt ist die Lockerung der Kristallstruktur bei Energiezufuhr, so dass die Elektronen "beweglicher" werden und bereits mit niedrigerer Energie angeregt werden. Unter Thermochromie versteht man das Phänomen, dass eine Substanz bei Erwärmung (oder Abkühlung) eine andere Farbe annimmt.

Hinweise:

- Zum Abstellen der heißen Schale eine feuerfeste Unterlage verwenden.
- Das Zinkoxid kann für den gleichen Versuch immer wieder verwendet werden.

Die Thermochromie von Bismutoxid

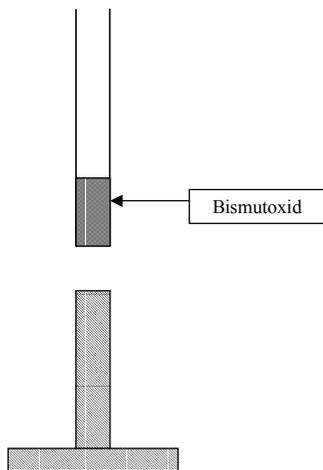
Prinzip des Versuchs: Bismutoxid (hellgelb) verändert beim Erhitzen sein Aussehen. Es wird orangefarben. Der Vorgang ist reversibel.

Geräte und Chemikalien: Reagenzglas, Reagenzglasständer, Reagenzglashalter, Brenner, Spatel, Bismutoxid (Bi_2O_3)

Arbeitsanweisung: Man gibt eine Spatelportion Bismutoxid in ein Reagenzglas und erhitzt es in der rauschenden Brennerflamme. Nachdem eine deutliche Farbänderung eingetreten ist, stellt man das Reagenzglas in den Reagenzglasständer und beobachtet den Abkühlungsvorgang.

Beobachtung beim Versuchsablauf: Bismutoxid ist ein hellgelbes Pulver. Beim Erhitzen tritt eine deutliche Farbänderung von hellgelb über dunkelgelb und orange nach orangebraun ein. Beim Abkühlen verläuft die Farbabstufung zurück.

Theoretische Grundlagen: Die Farbänderung entsteht dadurch, dass beim Erhitzen eine Modifikationsänderung eintritt



und dadurch bedingt die Elektronenanregungsenergie erniedrigt wird. Der Vorgang ist reversibel. Geringe Elektronenanregungsenergie bedeutet, dass bereits Quanten aus dem sichtbaren Licht absorbiert werden können.

Hinweis:

- Das Bismutoxid kann für den gleichen Versuch wiederverwendet werden.

Die volle Windel

Material: Waage, Becherglas (500 ml), "Puppe", Windeln, Schere, Spatel, Kristallisierschale, Lebensmittelfarbe (z.B. gelb), Spritze 100 ml, Heißklebepistole, Silikonschlauch, scharfes Messer, Stativ und Stativmaterial

Vorbereitung: Mit einem scharfen Bastelmesser macht man der Puppe im Rückenbereich und im Schritt einen "Kreuzschnitt". Von unten her schiebt man den Silikonschlauch so durch die Puppe, dass im Rückenbereich ein ca. 20 cm langes Stück herausragt. Der Schlauch wird auf beiden Seiten mit Heißkleber festgeklebt.

Die Puppe wird derart im Stativ fixiert, dass sich die "Ausflußöffnung" ca. 20 cm über der Kristallisierschale befindet.

Eine Windel wird aufgeschnitten und das weiße Pulver mit einer Spatel herausgeschabt. Nach der Abwaage kommt das Pulver in die Kristallisierschale.

Im Becherglas färbt man 500 ml Wasser mit Lebensmittelfarbe.

Durchführung und Beobachtung: Man saugt 100 ml gelb gefärbtes Wasser in die Spritze und steckt sie an den Silikonschlauch. Jetzt drückt man das Wasser in den Schlauch. Die Flüssigkeit rinnt durch die Puppe und fließt auf den Adsorber. Man füllt die Spritze erneut und wiederholt den Vorgang. Bei einer handelsüblichen Windel endet das Saugvermögen bei ca. 350 ml.

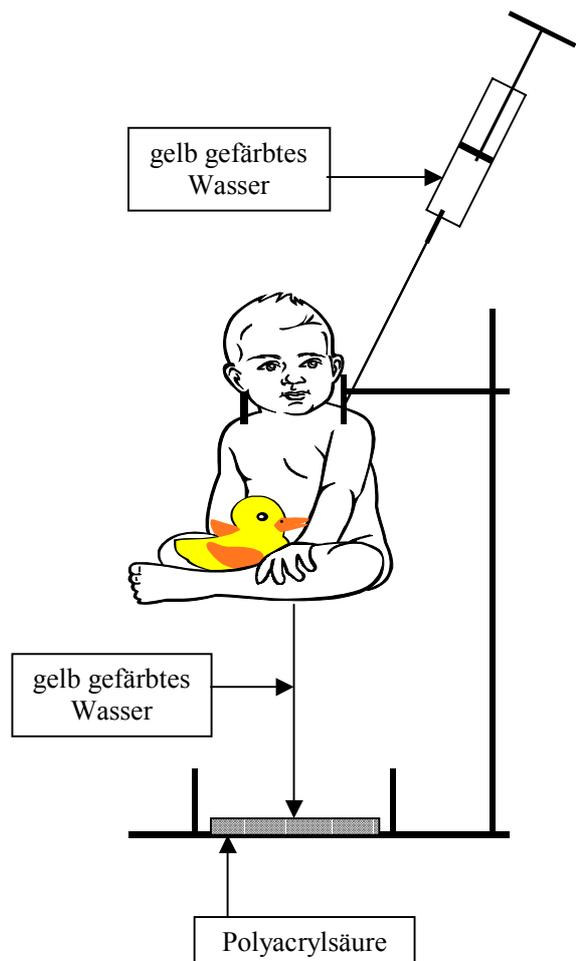
Vergleicht man die Masse des Pulvers und die verbrauchte Flüssigkeitsmenge, kann durch Division errechnet werden, wieviel ml Wasser 1 g Super-Adsorber binden kann.

Ergebnis: Zu Beginn bildet sich ein Zustand, der noch als "fest" bezeichnet werden kann. Später bildet sich ein relativ festes Gel aus, das bei weiterer Wasserzunahme zu einem hochviskosen, langsam fließenden Gel wird.

Hochdisperse, also oberflächenreiche Polyacrylsäure ist in der Lage, Wasser einzulagern. Dazu ist ein besonderes technisches Verfahren zur Polymerisation der Acrylsäure erforderlich. Dieses Produkt wird als Super-Adsorber bezeichnet. Die Wassermoleküle werden an der hydrophilen Carboxygruppe der Säure gebunden und in das polymere Gerüst eingelagert. Mit dem Wasser können auch Begleitstoffe adsorbiert werden. Hydrophobe Anteile können vom organischen Restmolekül gebunden werden. Die Polyacrylsäure liegt in leicht vernetzter und anionischer (neutralisierter) Form vor.

Hinweise:

- Für diesen Versuch kann auch eine ganze Windel verwendet werden, wenn man vorher die Masse des Adsorbers bestimmt. Schön ist es auch, den Versuch nebeneinander mit Windel und Pulver zu zeigen.
- Der Versuch kann auch mit einer sogenannten "Bubble-Baby-Puppe" durchgeführt werden. Diese Puppen kann man mit einem kleinen "Flascherl" selber füttern. Die Flüssigkeit kommt dann unten wieder heraus. Allerdings dauert es sehr lange, bis 350 ml durch die Puppe fließen.
- Logo der Einwegwindeln: "Selbst wenn sie naß sind (die Babys), sind sie trocken".



Bücher

Der Griff nach den Sternen. Eine Geschichte der Raumfahrt

Michael Esser

200 S. mit 103 Farb- und 80 sw-Abb. Birkhäuser Verlag 1999. öS 497,-. ISBN 3-7643-5940-4

In einem schön gestalteten und reichlich mit qualitativ hochwertigen Bildern ausgestatteten Band wird die Geschichte der unbemannten und bemannten Raumfahrt in leicht verständlicher Form dargestellt. Es fehlen nicht eine kurze Geschichte der Astronomie und der Raketen. Schwerpunkt sind die bemannte Raumfahrt, die auch die menschliche Seite und die Schicksale der Astronauten beleuchtet, sowie die wissenschaftlichen Missionen. Letztere sind bis 1998 erfaßt.

Als Geschenkband für Weltraumbegeisterte und als Quelle für Bilder im Unterricht gut geeignet.

Phänomene. Aspekte der Realität in Physikaufgaben

H. P. Dreyer u.a.

280 S., zahlreiche sw. Abb. Sabe Verlag, Zürich, 1999. ISBN 3-252-07208-4

Physik im Alltag, Physik in der Anwendung, in teilweise offenen Fragestellungen, meist zum Knobeln, das bieten die ersten 160 Seiten dieser Aufgabensammlung für den Grundkurs der gymnasialen Oberstufe. Weitere 120 Seiten bringen Lösungswege und Ergebnisse. Doch nicht jedes Problem hat eine eindeutige Antwort, nicht bei jedem sind alle notwendigen Größen angegeben. So soll einerseits das Abschätzen, das Erinnern an - auch in anderen Fächern - Gelerntes, das Nachschlagen und Suchen von Daten (auch im Internet) und die Einsicht, daß nicht jede Fragestellung eine Antwort in der Physik finden kann, gefördert werden. Abgedeckt wird dabei fast der ganze Kanon physikalischer Teilgebiete von der Mechanik bis zur Kernphysik, wobei einige speziellere Gebiete allerdings wie ein- und mehrphasiger Wechselstrom auf eine noch nicht erschienene CD-ROM ausgelagert wurden. Unterschieden werden durch Symbole in der Randspalte Aufgaben, die zur Festigung von elementaren Fähigkeiten dienen - etwa in dem Stile: "Sie haben gelesen, die Geschwindigkeit der Erde auf ihrer Bahn um die Sonne sei 30 km/s. Kann das stimmen?" - und "Küchentischexperimente" sowie fremdsprachliche Aufgaben besonders gekennzeichnet. Doch nicht nur Abschätzen, Beobachten und Messen, sowie Rechnen sind gefordert, gelegentlich ist auch Stellung zu beziehen wie etwa bei der Frage, ob in Wohnstraßen eine Geschwindigkeitsbeschränkung dem Schutz von Kindern dient.

Diese Aufgabensammlung sollte auch östlich des Bodensees Verbreitung finden. Die aus dem Alltag entnommenen Problemstellungen sollten das Interesse vieler Schülerinnen und Schüler finden. Damit könnte einerseits für sie die Bedeutung der Physik deutlicher werden, aber gleichzeitig auch durch die Anwendung im Zusammenhang das Wissen gefestigt.

Hans Peter Dreyer ist Lehrer an einem Schweizer Gymnasium und Lehrbeauftragter für Physikdidaktik an der ETH Zürich, die sieben Koautoren unterrichten ebenfalls. Ermöglicht wurde diese umfangreiche Aufgabensammlung durch finanzielle Unterstützung durch die ETH Zürich wie auch die Schweizerische Akademie der Technischen Wissenschaften, so daß eine Unterrichtsentlastung möglich war.

H.K.

Materialien-Handbuch Physik Bd. 5 - Optik

Karl Jorch und Ulrich Oberlack (Hrsg.)

397 S, zahlr. Abb. und 4 Farbfolien. Aulis Verlag Deubner & Co KG Köln, 1999. DB 98,-. ISBN 3-7614-2089-7

Von den 8 geplanten Bänden des Materialien-Handbuchs sind nun 6 erschienen. Sie sollen den Oberstufenunterricht unterstützen. Der Band Optik enthält insgesamt 71 Themen der geometrischen Optik und der Wellenoptik. Der Aufbau jedes einzelnen Themas folgt dem Schema: Schülerseiten mit Arbeitsmaterial (der Lesestoff mit der notwendigen Hintergrundinformation) und Aufgaben, Lehrerseiten mit Hinweis auf notwendige Vorkenntnisse, weitere Literatur und "Leistungserwartungen", den Lösungen der Aufgaben.

Themen und Materialien des vorliegenden Bandes sind nicht nur zur gelegentlichen Vertiefung im Normalunterricht, sondern besonders für Wahlpflichtfach und Naturwissenschaftliches Labor geeignet. Besonders erscheinen die Aufgaben zur Festigung des Verständnisses im Studium geeignet.

Bei Abnahme aller 8 Bände wird ein Nachlaß von 15% gewährt.

H.K.

Ökoeffizienz - Management der Zukunft

E. U. von Weizsäcker, J.-D. Seiler-Hausmann (Hrsg.)

282 S.. Birkhäuser Verlag Berlin, 1999. ISBN 3-7643-6069-0

Im Buch Faktor Vier vertreten Ernst Ulrich von Weizsäcker, Lovins und Lovins die These, daß doppelter Wohlstand bei halbiertem Naturverbrauch möglich sei und dies bei positiver Auswirkung auf den Arbeitsmarkt. Das vorliegende Buch dokumentiert Vortragsreihen, die 1998 im Rahmen der Umweltmesse ENVITEC in Düsseldorf und der Faktor 4+ Messe in Klagenfurt gehalten wurden. Nun haben es leider Vorträge dieser Art an sich, daß sie eher politisch sind, d.h. relativ allgemein gehalten sind und die konkreten Beispiele spärlich sind. Interessant ist an diesem Band die Selbstdarstellung einiger im World Business Council for Sustainable Development zusammengeschlossener Unternehmen, unter ihnen SONY und XEROX, die erkannt haben, daß umweltgerechte Produktion nicht nur oft durch gesetzliche Auflagen erzwungen werden soll, sondern sich auch rechnet.

H.K.

Astronomie geht in die Schule

Das Institut für Astronomie der Universität Wien ist die größte astronomische Lehr- und Forschungseinrichtung in Österreich und ist seit vielen Jahren in der Lehrerfortbildung engagiert. Die heurige Fortbildungswoche nahmen wir als Startschub für eine Initiative, Astronomie in die Klassenzimmer zu tragen. Die Wissenschaft von den Sternen, Planeten und Galaxien erfreut sich gerade heute eines großen Interesses in der Öffentlichkeit. Im Rahmen des Fortbildungsnachmittags haben wir unsere Ideen mit Lehrern diskutiert.

Unser erstes Angebot sind Vorträge von Wissenschaftlern des Institutes in den Schulen zu astronomischen Themen. Unsere Vortragsmannschaft setzt sich aus Universitätsprofessoren, Universitätsassistenten, wissenschaftlichen Mitarbeitern und Doktoranden zusammen. Damit gewährleisten wir eine hohe fachliche Kompetenz der Referenten.

Wir haben die Themen in fünf Bereiche unterteilt:

1. Astronomische Beobachtung
2. Sonnensystem
3. Sterne
4. Milchstraße, Kosmologie und Extragalaktik
5. Sonstiges (z.B. Geschichte, kosmische Katastrophen, Zeitmessung, etc.)

Innerhalb jedes Themenbereichs gibt es verschiedene Vortragsangebote.

Das Honorar für einen einstündigen Schulvortrag beträgt öS 500,-- zuzüglich Anfahrtskosten für Schulen außerhalb Wiens (Bahnticket 2. Klasse). Solche Vorträge lassen sich aber auch

sehr gut mit einer Exkursion ins Institut für Astronomie verbinden (inklusive kostenloser Führung durch das Gebäude). In diesem Fall entfallen natürlich für unsere Vortragenden die Reisespesen. Diese Möglichkeit ist allerdings von der aktuellen Verfügbarkeit unseres Hörsaals abhängig.

Besuchen Sie unsere Webseite und suchen Sie ein Vortragsthema aus unserer Liste aus. Senden Sie uns dann ein Email oder ein Fax, oder rufen Sie uns an, und geben uns folgende Informationen bekannt: Gewünschtes Thema, Termin und Alternativtermin (Datum, Uhrzeit), Zielgruppe, Ansprechperson mit Adresse, Telefonnummer (und Email-Adresse)

Wir werden dann einen Vortragenden aussuchen, der sich danach umgehend mit Ihnen in Verbindung setzen wird. Bitte kontaktieren Sie uns mindestens zwei Wochen vor dem geplanten Termin.

Für Anfragen steht das Institut jederzeit zur Verfügung. Über die Aktivitäten des Institutes im Rahmen der Science Week Austria im Mai 2000 wird in diesem Heft berichtet.

Infos

Webpage mit Themenliste: www.astro.univie.ac.at

Anmeldung für Vorträge:

Tel: 01 4277 51801, Fax: 01 4277 9518,

Email: admin@astro.univie.ac.at

Schriftlich:

Institut für Astronomie, Türkenschanzstraße 17, 1180 Wien

Weitere Auskünfte:

Dr. T. Lebzelter, Univ.Prof. Dr. H.M. Maitzen,

Tel: 01 4277 518-56 bzw. -60,

Email: lebzelter@astro.univie.ac.at, maitzen@astro.univie.ac.at

P.b.b.

Erscheinungsort Wien

Verlagspostamt 3400 Klosterneuburg

DVR 0558567

315116W93U