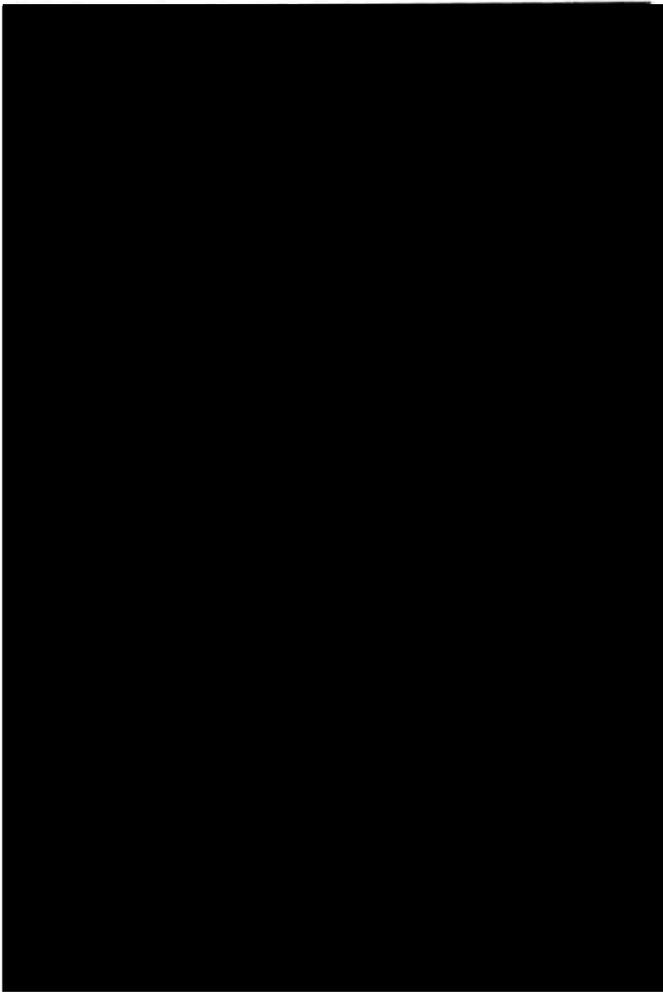


PLUS LUCIS

4/95

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



Lehrpläne

Neue Medien im Unterricht

Zwischen Atom und Kosmos

Infrarot-Weltraumteleskop ISO

Beispiele der 26. Internat. Physikolympiade

New Ways of Teaching Physics – GIREP

Ausstellung Johannes Kepler

Sonnenuhr-Projekt

Freihandexperimente

Bücherecke

Preise der ÖPG:

Roman Ulrich Sexl - Preis

Fachbereichsarbeitsprämierung

50. Fortbildungswoche

26.2. - 1.3.1996

Physik Chemie

Impressum

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

Erscheint viermal 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.

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

Preis des Einzelhefts: S 40,-, für Mitglieder S 20,- (ist im Mitgliedsbeitrag enthalten). Die jährliche Abonnementgebühr für Nichtmitglieder beträgt S 150,-

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: 0222-31367-3415

HOL W. Haslauer, Wienerstr. 21, 3250 Wieselburg

Mag. H. Stadler, Institut für Theoretische Physik der Universität Wien, Strudlhofg. 4, 1090 Wien

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

Inhalt

Vorwort: 50 x Fortbildungswoche, 10 x **PLUS LUCIS**
Gedanken zu zwei Jubiläen..... 1

Neue Medien im Unterricht

CD-ROMs für den Physikunterricht – Teil I..... 2

Lehrplan

Lehrpläne 2. – 4. Klasse HS / AHS, Physik / Chemie 15

Fachdidaktik

Der menschliche Lebensraum zwischen Atom und Kosmos:
eine Reise durch Dimensionen und Disziplinen – Teil I 7

Aktuelles aus der Forschung

Das Infrarot-Weltraumteleskop ISO – ein neues Fenster zum Kosmos .. 11

Aktuelles

Ausstellung Johannes Kepler in Graz 30

Wir sind im Internet! 30

Beispiele der 26. Internationalen Physikolympiade – Teil I 31

Für die Praxis

Projekt: Wir bauen eine Sonnenuhr 13

Keine Chance dem Okkultismus 27

Freihandexperimente

Freihandexperimente 34

Filmdosen-Kaleidoskop 35

Ankündigung

New Ways of Teaching Physics – GIREP-ICPE Conference..... 36

Preise der ÖPG:..... Umschlagseite IV
Roman Ulrich Sexl - Preis
Prämierung von Fachbereichsarbeiten Physik

Bücherecke 37

Register: PLUS LUCIS – Die ersten 10 Hefte 39

Umschlagbild: Unsere Milchstraße im IR und Visuellen - s. Beitrag über ISO

Oben: Im Infraroten leuchtet das Zentrum der Milchstraße hell. Unten: Der Staub in der galaktischen Ebene verhindert im sichtbaren Bereich den Blick auf das galaktische Zentrum.

50 x Fortbildungswoche 10 x PLUS LUCIS

Gedanken zu zwei Jubiläen

Vor drei Jahren sah es noch wie ein Wagnis aus mit ungewissem Ausgang, nach 10 Ausgaben glaubt man, es sei Routine eingekehrt. Doch weit gefehlt. Jede neue Ausgabe von **PLUS LUCIS** erlebt eine spannende Phase. Ist genug Material vorhanden, sind die Beiträge für einen größeren Leserkreis interessant? Wie steht es mit Abbildungen, Buchbesprechungen, Experimentiervorschlägen? Gibt es denn keinen kontroversen Leserbrief? Wo bleiben die Beiträge aus der Praxis? Erfreulicherweise mußte in der letzten Zeit Material zurückgestellt werden, sollte der Umfang von 40 Seiten nicht überschritten und die Kosten eingehalten werden. Und doch - Ihr Beitrag, liebe Leserin, lieber Leser, ist erwünscht! Ihre Unterrichtsidee, Ihre Meinung zu didaktischen und fachlichen Problemen, Ihre Besprechung eines Ihnen nützlich erscheinenden Buches kann anderen helfen.

Zwei Jahre nach Kriegsende sprach man sicher nicht von Sparwelle. Als im Jahr 1947 die erste Fortbildungswoche von Frau Univ.-Prof. Dr. Franziska Seidl veranstaltet wurde, war Sparen eine Selbstverständlichkeit. Und trotzdem wurde Fortbildung nicht als Luxus, sondern als Erfordernis für guten Unterricht angesehen. Sparsamkeit hat bei der Fortbildungswoche Tradition und ein Großteil der Kosten wird aus den Mitgliedsbeiträgen bestritten. Aber auch hier gilt: Ihre Meinung, Ihr Programmvorschlag, Ihr Angebot sollten in die Planung der dann schon 51. Fortbildungswoche einfließen. Helfen Sie mit an der Entwicklung einer Idee, die trotz ihrer 50 Jahre aktuell wie eh und je ist!

Förderung der Naturwissenschaften im Unterricht. Dies war der Titel eines Seminars, das von Frau MR Mag. H. Dobrozemsky und Herrn LSI Dr. H. Heugl in St. Pölten einberufen wurde. Ziel war nicht, nach der Bildungsoffensive und der Sprachoffensive nun zur Naturwissenschaftsoffensive aufzurufen. Und doch ist es notwendig - und darüber wurde intensiv gesprochen, in zwei Richtungen aktiv zu werden. Einerseits nach außen - und dies heißt auch, innerhalb der Schule die Diskussion mit den nichtnaturwissenschaftlichen Kollegen führen - und andererseits im eigenen Bereich die Diskussion über die Ziele des naturwissenschaftlichen Unterrichts und den Erfahrungsaustausch über neue Methoden, neue Inhalte und über Freiräume zu verstärken.

Dazu einige Szenenbilder: "Ich bin ja voll für Allgemeinbildung, aber wozu 3 Stunden Physik, wo ich doch alles wieder vergesse?" (Äußerung einer Schülerin, 6. Klasse AHS). Oder: Bei einem Studieneingangstest für Physikstudenten konnten zwar praktisch alle das Coulombgesetz mit allen Vorfaktoren anschreiben, doch sie konnten in der Mehrzahl nicht beantworten, wie sich ein elektrisches Feld äußert.

Während der Wert einer vielseitigen Sprachbeherrschung unbestritten ist, wird der Wert der naturwissenschaftlichen Ausbildung öffentlich immer geringer geschätzt. Schließlich - so

das Argument - brauchen wir für die Verwendung von Auto und Computer keine Techniker zu sein. Dabei wird völlig übersehen, daß für eine sinnvolle Mitbestimmung als Bürger die Einsicht in sehr komplexe Zusammenhänge notwendig ist.

Welche konkreten Schritte? Als Schulversuch vor 6 Jahren von Prof. Mag. H. Mayr (BRG 15, Wien/Schmelz) ins Leben gerufen, wird *Laborunterricht* als zusätzlicher naturwissenschaftlicher Unterricht nun an weiteren 4 AHS in unterschiedlicher Ausprägung angeboten. Durch eine Schulgesetznovelle ist auch nach dem Auslaufen der Schulversuche diese Schwerpunktsetzung im Rahmen der Schulautonomie möglich. Diese Förderung interessierter und begabter Schüler setzt allerdings ein Team von Lehrern voraus, das bereit ist, nicht nur den erhöhten Arbeitsaufwand zu tragen, sondern auch das Anliegen zu vertreten. Weniger aufwendig zu organisieren sind *unverbindliche naturwissenschaftliche Übungen* - was wird von ihnen bei Sparmaßnahmen übrigbleiben? Zahlenmäßig fällt Laborunterricht bisher nicht ins Gewicht. Wo finden sich weitere Schulen? Und noch wichtiger: Wie läßt sich der dort verwirklichte forschende Ansatz im Normalunterricht umsetzen?

Zur Frage, wie Unterricht gestaltet werden könnte, so daß neben den 10% von vornherein interessierten auch noch die Mehrheit der Schüler Nutzen zieht, hielt Dr. Muckenfuß von der PH Weingarten einen Anschauungsunterricht. Nach einem mit umfangreichem Datenmaterial untermauerten Zustandsbericht der Wirkung naturwissenschaftlichen Unterrichts folgte ein Arbeitsunterricht, an dem Physik-, Chemie- und Biologielehrer gerne teilnahmen. (Mehr dazu im nächsten Heft.)

Zu diesem Heft. Schwerpunkte sind die Unterstufenlehrpläne für Physik und Chemie, übersichtlich dargestellt von unserem Mitglied P. Angerer, eine eingehende Rezension von CD-ROMs für den Physikunterricht, aus TELL&CALL für einen weiteren Leserkreis übernommen, und der erste Teil eines Beitrags von Prof. Pflug mit dem Aufruf, im Unterricht ein vielfach vernetztes Gebiet nicht in der üblichen linearen Form abzuhandeln und dabei die Interessen der Schüler hintanzustellen.

Neben den Mitgliedern der beiden Trägervereine erhalten alle AHS, BHS und HS ein Exemplar dieser Ausgabe - ein schwerer finanzieller Brocken, den wir im Sinne unserer Ziele weiterhin glauben leisten zu müssen. Diesen Heften ist ein Zahlschein beigelegt. Sollten Sie, geschätztes Nicht-Mitglied, das Heft nützlich finden, unterstützen Sie bitte unsere Arbeit durch Ihren Beitritt (persönlich oder Schule) oder durch ein Abonnement, wenn Sie **PLUS LUCIS** auch in Zukunft erhalten wollen und keinem der beiden Vereine beitreten wollen. Aber auch Spenden helfen uns bei der Deckung der Kosten.

Ein erfolgreiches und gesundes Jahr 1996 wünscht Ihnen
Ihr Helmut Kühnelt

CD-ROMs für den Physikunterricht – Teil I

Michael Dobes

Die fast flächendeckende Ausstattung der Physiksäle mit Computern samt Meßinterface und CD-ROM-Laufwerk hat entscheidende Impulse für einen zeitgemäßen und modernen Physikunterricht gesetzt. Um so mehr ist es jetzt notwendig, die technischen Voraussetzungen auch für wirklich pädagogische Innovationen zu benützen. Dies wird sicher eines gesteigerten Aufwandes an Vorbereitung und der Entwicklung von Konzepten sowie des Sammeln von Erfahrungen bedürfen. Dieser Bericht über den Einsatz einiger CD-ROMs im Physikunterricht soll ein Impuls sein, die Technik der multimedialen Aufbereitung von Wissen auch im Schulalltag umzusetzen.

Die Diskussion über die Verwendung des Computers im naturwissenschaftlichen Unterricht dauerte viele Jahre. Vielerlei Konzepte und Demonstrationen von geeigneten Interfaces gab es, beginnend beim legendären C64 (inzwischen 12 Jahre her), bis das Ministerium flächendeckend die Chemie- und Physiksäle mit Computern ausrüstete. Erstmals wurde neben dem hervorragenden Meßinterface auch ein CD-ROM Laufwerk (double speed) in die Ausschreibung mitaufgenommen. Einziges fehlendes Bauelement in der CPU ist die Soundkarte, um den Computer multimediafähig zu machen – diese ist jedoch inzwischen um 1500.- öS leicht zu beschaffen. Die Geräte sind von Geschwindigkeit und Ausstattung mit RAM und Harddisk sicher nicht der letzte Stand der Technik, die Entwicklung im Bereich der Informatik schreitet einfach zu schnell fort, jedoch auch für die nächsten Jahre als multimediafähige Plattform durchwegs ausreichend.

Angesichts dieser Situation sammelten wir bereits seit einem Jahr Beispiele für die multimediale Aufbereitung physikalischer Inhalte und schlossen ab Herbst 1994 eine ausführliche Test- und Erprobungsphase an. Dieser Bericht soll einige Beispiele gelungener und weniger geeigneter Produkte vorstellen, einerseits um die Entscheidung für schuleigene Physik-CD-ROMs zu erleichtern, andererseits auch um Hilfen zu geben, nach welche Kriterien eine multimedial aufbereitete Wissensdatenbank wie einer CD-ROM ausgewählt werden könnte. Absichtlich verzichte ich darauf, ausführliche didaktische Konzepte für den Einsatz anzubieten, zu unterschiedlich ist der Zugang in der Planung des Unterrichts. Dennoch soll in einigen ausgewählten Beispielen aufgezeigt werden, wie die Aufgaben des Lehrplanes mit Hilfe der neuen Medien besser und effizienter erfüllt werden können.

Nach einer viertägigen Messepräsentation in Wien bin ich davon überzeugt, daß das Medium CD-ROM für den Physikunterricht entscheidende Impulse liefern kann, sei es die Physik für Kinder oder die Simulation und Präsentation bisher nur theoretisch darstellbarer Inhalte. Dabei ist, wie schon die vielfachen Beispiele der Freihand- und Schülerversuche zeigen, das selbständige Handeln und der Unterhaltungswert beim Einsatz der Technik von entscheidender Bedeutung für den Er-

folg im Unterricht und damit für die Steigerung des Unterrichtsertrages. Wenn man erlebt hat, wie Leute unterschiedlichen Vorwissens, angeregt durch die hervorragende und vernetzte Präsentation des Wissens, bereit waren, sich auf Physik und zum Teil komplexe Inhalte dieses Faches einzulassen, so sollte es gerade im Unterricht des oft so schwierigen und unbeliebten Faches gelingen, mit der neuen Technik Multimedia entscheidende Impulse zu einem besseren Verständnis der wesentlichen Inhalte zu setzen.

Technische Voraussetzungen

Sicher haben wir nach dem Umbau und Neuausstattung unserer Schule einen Vorteil zum Durchschnitt der österreichischen Schulen. Bei einigem Willen und Bemühen müßte es jedoch an jeder Schule möglich sein, die folgenden Voraussetzungen zu gewährleisten: Mit dem Physikcomputer der Firma SCHNEID wurde auch ein Videointerface mitgeliefert, das es ermöglicht, den Bildschirminhalt in entsprechender Qualität auf einen Fernseher zu übertragen. Die Qualität ist jedoch nur dann zufriedenstellend, wenn auch das Fernsehgerät neueren Datums mit EURO-AV-Stecker als Input ist. Besonderer Wert ist dabei auf die Qualität der Videoverkabelung zu legen – abgeschirmte und gut verarbeitete Kabelverbindungen, keine Reflexionen und möglichst direkter Anschluß an den Monitor. Gute Dienste leistet dabei ein EURO-AV-Stecker, der für Videokameras entwickelt wurde und den Input mit Chinch-Kabeln ermöglicht. Diese Konfiguration ist jedem Versuch, das Computerbild mittels Overheadprojektion zu übertragen, vorzuziehen, da die Farbtreue, die Lichtstärke besser und die Verzögerung im Bildschirmaufbau geringer sind.

Die optimale Konfiguration stellt der direkte Anschluß des fahrbar installierten Physikcomputers an den Lehrertisch des Physiksaales dar, wobei zwei Monitore mit zentraler Verkabelung vom Lehrertisch notwendig sind, damit auch Klassen mit vielen Schülern in den Genuß der vollen Bildinformation kommen. Ich selbst habe die Situation mit einem großen, auf einem Galgen aufgehängten Fernseher neueren Datums ausgetestet, wobei sogar in einem ebenen Physiksaal die letzte Reihe zwar nicht den Text, aber die Bildinformation leicht erfassen konnte.

Diesem Szenario für den Einsatz der CD-ROMs als Präsentationsmedium – dieser Variante ist nach vorliegenden Erfahrungen immer noch der Vorzug zu geben – steht die Möglichkeit der selbständigen Beschäftigung mit den Inhalten in einer Schulbibliothek oder in Kleingruppen gegen. Dies soll kein Gegensatz, sondern vielmehr Ergänzung und Erweiterung des Nutzens dieser CD-ROMs sein. Gerade in der Vorbereitung von Vorträgen und Referaten sowie von Spezialthemen für die Matura oder bei der Recherche für Fachbereichsarbeiten kommt der Einbeziehung dieser Medien in Zukunft sicher gesteigerte Bedeutung zu. Damit wird durch die multimediale CD-ROM-Technologie nicht nur ein neues Medium in den Unterricht eingeführt, sondern vor allem die Lernumgebung der Schüler in der Schule entscheidend verändert.

Mag. Michael Dobes, Rolandweg 2/2, 1160 Wien, ++43-1-911 13 59
auf Internet: m.dobes@magnet – schon lange auf AppleLink unter AU0011
Nachdruck aus TELL&CALL 2/95

Um rein technisch diesen Anspruch der Mehrfachnutzung dieses Mediums zu gewährleisten, ist es notwendig, daß die allgemein zugängliche Bibliothek für Schüler und Lehrer mit einem Multimedia-PC ausgestattet ist, der jedoch nicht auch der Bibliotheksverwaltung dienen soll. Der Installation eines als fahrbar – in den Klassenunterricht integrierbare – Multimedialestation ausgelegten Computers mit Drucker, Fernseher und Video kommt daher bei der Ausstattung der Schulen erhöhte Priorität zu.

Was heute möglich ist

Nachschlagewerke haben ebenso wie Video und Film den Nachteil der linearen Präsentation von Wissen. Wenn man Schülern ein Medium alter Prägung vorsetzt, so gibt man als Lehrer den Schüler an den Autor des Mediums in gewisser Weise ab und vertraut auf die – selbst überprüfte und verantwortete – lineare Darstellung des Inhaltes. Bei der multimediale CD-ROM ist es dem Lehrer möglich, punktueller und dem Zweck näherkommender Informationseinheiten einzusetzen. Es wäre sicher völlig verfehlt, den unterrichtenden Lehrer durch das neue Medium CD-ROM zu ersetzen – vielmehr soll das Medium den Unterricht beleben und unterstützen.

Gerade in experimentell schwer zugänglichen Materien ist die Simulation und die Animation in der Physik ein unschätzbares Element bei der Visualisierung und Darstellung, auch theoretischer Sachverhalte. Dies kann einerseits zu einem wesentlich lustbetonen Umgang mit dem Thema führen – Lachen ist erlaubt! –, andererseits durch Modelle bis dahin nur mit Kreide und Tafel darstellbare Sachverhalte aufhellen. Es ist zu hoffen, daß die Erfahrungen mit dem neuen Medium eine Fülle von Ideen und neuen Konzepten bewirken und damit dem Physikunterricht in seiner breiten Bedeutung für unser Leben wieder einen neuen Stellenwert zuweisen.

Sei es die Bewegung eines Mondes um einen Planeten oder die Vorgänge in der Sonne, die Darstellung der Bedeutung des Elektromagnetismus für die Informationstechnologie oder die Auswirkungen optischer Prinzipien für die Information-Highways des 21. Jahrhunderts – fast beliebig ließe sich diese Liste fortsetzen. Bildmaterial und Filme, die bis jetzt nur mit großer Anstrengung verfügbar waren, finden sich auf einer kleinen Silberscheibe in Hülle und Fülle – noch dazu punktgenau einsetzbar und jederzeit wieder abrufbar.

Bei aller Euphorie sei an dieser Stelle auch Vorsicht geboten. Video ist mit der heutigen Technik der Multimedia am Computer nur unter Einschränkungen möglich. Die Fenster und die Auflösung sind sicher noch zu verbessern. Es gibt jedoch Anzeichen, daß eine vielgestaltige Mediensammlung in allen Bereichen in Zukunft möglich sein wird. Wir Lehrer sollten bei der Definition des Bedarfes nicht untätig sein, sondern durch Kritik die Entwicklung zukünftiger Multimedia-Plattformen und -Applikationen beeinflussen.

Über den Tatbestand einer riesigen Datenbank und schriftlicher oder hörbarer Informationsquellen ist die CD-ROM – bei ehrlicher Betrachtung – noch nicht hinaus. Es gibt hervorragende Beispiele – auch in diesem Artikel –, wie die derzeitige Technik bereits einen wesentlichen Schub zu greifbarer und unmittelbarer Information geleistet hat, ein allumfassendes Medienspektakel ist die CD-ROM nach heutigem Stand je-

doch noch nicht. Vor allem die Videos lassen in Auflösung und Größe zu wünschen übrig – jedoch ist Besserung in Sicht.

Bevor ich nun zur Beschreibung konkreter Beispiele komme, sei noch festgestellt, daß diese Auswahl in keinem Fall komplett sein kann, da ständig neue Titel erscheinen und auch aus dem Angebot ausgewählt werden mußte. Es werden hervorragende Titel neben bedingt einsetzbaren Beispielen genauso besprochen wie eine fast abzulehnende CD, um auch aufzuzeigen, nach welchen Kriterien eine CD-ROM für den Fachunterricht beurteilt werden sollte, bevor sie angeschafft wird.

The Way Things Work

"A Unique 'Mammoth' Guide to a Magical World of Machines, Inventions, and Technology"

Autor: David Macaulay

Verlag: Dorling Kindersley and
Houghtin Mifflin Company, 1994

Verfügbarkeit: bei jedem besseren CD-ROM Händler
zu haben – Windows + Apple

Sprache: Englisch – ab Ende 1995 auch in
einer deutschen Fassung

Diese Scheibe bietet, wie jedes Produkt von Dorling Kindersley, hervorragende Qualität in Performance und graphischer Gestaltung. Weder ein Absturz noch Probleme mit Installation und Benutzung sind bekannt. Das Produkt ist ein herausragendes Beispiel für die gelungene Verwirklichung der Mischung aus Textinformation, Animation und einladender graphischer Darstellung. Die Benutzerführung, der Unterhaltungswert und die Fülle der Information sind kaum übertreffbar. Das Werk wendet sich vor allem an Kinder, um ihnen einerseits die grundlegenden Prinzipien der Physik und andererseits deren Anwendung in technischen Geräten anschaulich begreiflich zu machen.

Auch ältere Kinder und schließlich Erwachsene sind schon vom Startup-Screen, der animiert den Titel präsentiert, fasziniert. Solcherart eingeladen, gelangt man in den Workshop, in dem jeder Bildschirmteil animiert ist. Am linken Bildschirmrand befindet sich das jederzeit verfügbare Menü mit einer Vielzahl von Optionen, die dem jeweiligen Hauptfenster angepaßt sind. Schon in der Einführung erzählt die Sprecherstimme in Kurzfassung über die Möglichkeiten, die sich bieten. Neben den Maschinen, die untersucht wurden, werden die physikalischen Prinzipien, die diesen Maschinen zugrunde liegen behandelt und darüber hinaus auf die geschichtliche Entwicklung ebenso eingegangen wie auf die Geschichten jener Erfinder, die zur Entdeckung oder Entwicklung dieser Maschinen beigetragen haben. Diese Übersicht allein läßt erahnen, wie reichhaltig das Angebot ist.

Als "running joke" ist das Mammut, das in allen Graphiken und schließlich vor allem in den erklärenden Zeichentrickfilmen als Hauptperson vorkommt, jederzeit präsent.

The Workshop

Zentrale Schaltzentrale, zu der man jederzeit zurückkehren kann – quasi das Hauptmenü, von dem jederzeit wieder neu begonnen werden kann. Nur hier haben die folgenden Tasten des ständigen Menüs die übergeordnete Bedeutung, zu den

einzelnen Hauptteilen zu führen. Die Sonderfunktionen der Verzweigungen werden an entsprechender Stelle beschrieben.

A-Z Machines

Auf einer Drehscheibe kann ein Buchstabe des Alphabets gewählt werden, und mit der etwas versteckten Taste OK steigt man in den alphabetischen Index der beschriebenen Maschinen ein. Dieser Index ist nicht nur eine Liste von Wörtern, sondern – für die Unterstufennutzung von wesentlicher Bedeutung – auch mit Abbildungen der Maschinen versehen. Am unteren Bildschirmrand steht ein Alphabet zur Verfügung, um sich frei in diesem Index bewegen zu können, ohne in das Hauptmenü zurückkehren zu müssen.

Es findet sich der einfache Hebel genauso wie der Videorecorder oder der CD-Player. Die 250 Einträge geben fast eine überkomplette Beschreibung von Maschinen, die in der Erfahrungswelt der Kinder vorkommen. Wählt man eine Maschine aus, so kommt man zu dem für die ganz CD charakteristischen Hauptbildschirm. In lockerer Weise wechseln Informationstexte mit gut gezeichneten Graphiken ab. Offenbar wurde bewußt auf Bild und Videomaterial verzichtet, um das Wesentliche der einzelnen Maschinen entsprechend hervorzuheben. Gleich auf den ersten Blick ist erkennbar, mit welchem Aufwand die Illustrationen hergestellt wurden.

Die Funktionalität des sehr dicht gefüllten Bildschirms erstaunt bei näherer Betrachtung. Sowohl im erklärenden Text als auch bei der Beschriftung der Zeichnungen sind rot gehobene Wörter als "hot-spots" gekennzeichnet. Sie öffnen bei Anklicken ein kleines Zettelchen, auf dem weitere Erklärungen oder Definitionen physikalischer Fachvokabel zu finden sind. Fast immer findet sich eine Animation, die die Funktionsweise der Maschine erklärt. Eine Filmklappe bei den roten Wörtern zeigt an, welche Begriffe mit zum Teil gesprochen kommentierten Animationen erklärt sind.

Die Option "See also" verzweigt zu verwandten Maschinen, die ein ähnliches Prinzip oder eine ähnliche Funktion haben.

Principles of Science

In einer Art Gartenlandschaft sind die Grundbegriffe der Physik mit entsprechenden, auch animierten Geräten ausgestellt und beschriftet. Es geht dabei vom Druck über Elektrizität, Licht, Photographie, schiefe Ebene, Getrieben, Wärme bis zu Computer und Telekommunikation. Schon an dieser Aufzäh-

lung sieht man, daß es dabei nicht nur um die klare Darstellung der physikalischen Größen geht, sondern mehrere Begriffe unter einen Überbegriff zusammengefaßt sind.

Hier tritt auch erstmals das Mammut als der ständige Wegbegleiter in Aktion. Überall tritt dieses Tier in den verschiedensten Situationen auf und fungiert auch als Hot-Spot für versteckte lustige Animationen. Ein kurzer Text – wieder mit roten hot-spot-Wörtern versehen – erklärt das Prinzip, eine Zeichnung veranschaulicht das Geschriebene. Meistens finden sich weitere Begriffe auf zusätzlich einblendbaren Bildschirmen, oft animiert, erklärt. Wesentliche Eigenschaft der CD sind die von hier abrufbaren Mammut-Videos. In einem Zeichentrickfilm erklärt eine kleine Alltagsgeschichte den jeweiligen Begriff. So wird Druck beim Löschen eines Hauses klar, oder das Prinzip der Photographie mit dem unterschiedlichen Wachstum von Gras im Schatten eines Mammut erklärt usw.

Klickt man sich durch alle hot-spots und die Animationen, so hat man mit einem einzigen dieser ca. 20 Prinzipien sicher eine gute Viertelstunde zu tun. Das allein zeigt, wieviel Information in einer CD-ROM stecken kann.

Wiederum kann man eine Liste verwandter Maschinen aufrufen und direkt dorthin verzweigen

History

Der dritte Hauptteil erlaubt den Einstieg in eine Timeline von 5 Epochen der technischen Entwicklung, die einen Zeitraum von 7000 v.Chr. bis in das Silicon Age der Jetztzeit abdeckt. Die einzelnen Erfindungen, Entdeckungen und technischen Geräte sind auf dem Schirm einer zentralen Jahreszahlleiste zugeordnet. Interessant hier ist, einmal durch die Jahrhunderte zu wandern und sich überraschen zu lassen, welche Maschine wann das erste Mal gebaut wurde. Oder umgekehrt kann bei einer Maschine die Zeitlinie abgefragt werden, um zu erfahren, wo die Entwicklung des gerade betrachteten Gerätes im Laufe der Jahrhunderte einzuordnen ist.

Inventors

Dieser vierte Hauptteil ist einfach ein alphabetisches Buch mit Kurzbiographien vieler an den Maschinen beteiligter Erfinder. Auch hier ist die entsprechende Verzweigung zu den Maschinen, der kurze Erklärungstext, wieder mit "hot-spots" versehen, und man kann durch eine Alphabettleiste leicht navigiert. Außerdem kann man von den Maschinen direkt zur Biographie des entsprechenden Erfinders springen.

Didaktischer Einsatz

Sollte dieses Produkt auf Deutsch erscheinen, ist es sicher fast ein Muß, diese CD für die Schulbibliothek und den Physikunterricht zu besorgen. In einer zweiten Klasse setzte ich diese hervorragend gemachte Scheibe zur Erklärung des Begriffes Druck ein. Nicht daß etwa die Experimente zu diesem Thema unterblieben, doch animierten Sequenzen zur Hydraulik, zum Zusammenhang zwischen Kraft, Fläche und Druck, waren nicht nur eine willkommene Ergänzung des Buches und der Experimente, sondern vor allem auch ein riesiger Lacherfolg. Der bleibende Eindruck des Mammut und der guten Graphiken vertiefte in den Schülern das Verständnis des Begriffes Druck.

Die Projektion des Computerbildschirmes auf den Fernseher

ist wegen der inzwischen annehmbaren Bildqualität eine realistische Möglichkeit, CDs auch im Physikunterricht einzusetzen.

Obwohl der Bildschirm immer dicht mit Informationen gefüllt ist und die Kinder sicher nicht die Texte vom Fernseher ablesen sollen, ist allein der Einsatz der Graphiken und Animationen ein entscheidender Schritt zum Verständnis der Physik als praktische Wissenschaft, die vielerlei technische Anwendungen ermöglicht, wie es ja im Lehrplan der Unterstufe als allgemein didaktisches Ziel formuliert ist.

Zusammenfassung

Diese CD-ROM zählt sicher zu den besten Produkten, die für den Bereich Physik derzeit verfügbar sind. Bei gezieltem Einsatz kann sie ein neues Verständnis für die Bedeutung der Physik in der Technik wecken und Grundlagen vertiefen. Es wäre zu wünschen, wenn die hervorragende selbsterklärende Benutzerführung Vorbild für zukünftige Produktionen wäre. Diese CD-ROM ist auch ein Beispiel dafür, daß Multimedia ein wirklich neues Medium ist und nicht nur die elektronische Reproduktion eines Buches mit Ton und Animation.

Redshift

Autor: wird nicht extra aufgeführt, aber offensichtlich ein riesiges Team

Verlag: Maris Multimedia Ltd., 1994

Verfügbarkeit: als neueres Produkt ohne Probleme zu kaufen

Sprache: Englisch

Schlägt man das ausführliche und sehr gut gestaltete Handbuch zu dieser größten derzeit verfügbaren Simulation der Vorgänge in unserem Sonnensystem auf, so findet man eine Widmung dieses Produktes an die russischen Raumfahrer und eine Erklärung des Namens (Rotverschiebung ist die Verlängerung der Wellenlänge des Lichtes von entfernten Galaxien, da sie sich mit unvorstellbar hoher Geschwindigkeit von uns wegbewegen). Dies verwundert im ersten Moment, blättert man jedoch um, so findet man eine lange, sehr klein gedruckte Liste aller Institutionen, die zu diesem Produkt beigetragen haben. Darunter findet sich die NASA ebenso wie die ESO und viele namhafte Institute und Forschungseinrichtungen.

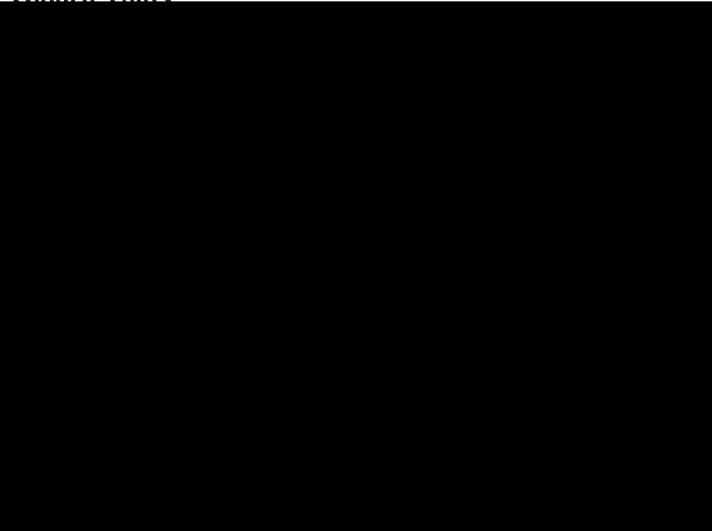
Redshift ist anders als die multimedialen Führer durch das Sonnensystem nicht nur eine Materialsammlung von Bildern, sondern vor allem ein mächtiges Simulationsprogramm für die Planetenbewegungen und die Vorgänge in unserem Universum. Bei genauerer Beschäftigung werden sogar spezialisierte Hobbyastronomen aus dem Vollen schöpfen können. Ganze Sternatlanten sind in das Programm verarbeitet worden. Es läßt sich fast jede beliebige Zeit einstellen, Sternbilder ebenso abrufen, wie Konjunktionen von Planeten oder diverse Finsternisse nachstellen und aus einem fast beliebig wählbaren Blickwinkel beobachten, oder auch die Spektralklasse eines Sternes feststellen, oder Kometen auf ihrem Weg um die Sonne verfolgen oder, oder, oder...

Die Simulationen, die einerseits als "Guided Tours" vorliegen, oder andererseits vom Benutzer selbst erstellt werden können (eine intensive Auseinandersetzung mit den Steuerungen des Programmes ist dann aber dringend anzuraten), können als

Film und fertiges Paket auf die Platte des Computers abgespeichert werden und dann als eigenständige Movies mit dem auf der CD-ROM vorhandenen Quicktime for Windows-Player abgespielt werden. Für den Unterricht bedeutet dies kein langes Herumklicken in der Datenmenge, bis man den gewünschten Ort erreicht hat, sondern einfach den Aufruf einer Datei.

Als Vorbereitung auf diesen Artikel bin ich Stunden vor dem Computer gesessen und habe mich durch die unvorstellbare Fülle an Möglichkeiten dieses Programms bewegt, habe aber sicher noch nicht alles entdeckt, was es da alles gibt. Ich kann daher im folgenden nur einige Beispiele geben, wie diese Simulation benutzt werden kann, und einen ungefähren Überblick über die Fülle an Information geben.

Guided Tours



Es findet sich bereits am Startup-Screen die Verzweigungsmöglichkeit zum "Main Program" – der vollen Simulation – oder zu den "Guided Tours". Als Einstieg ist es sicher anzuraten, diese Guided Tours zu untersuchen und mit diesen voreingestellten Simulationen zu experimentieren, um die Funktionsweise der vielen Kontrollmöglichkeiten zu studieren. Noch dazu kann man über das Informations-Menü jederzeit zum Anfang zurückkehren und die Voreinstellungen so wiederholen, wenn man sich irgendwo im Raum verliert. Es bieten sich insgesamt etwa 20 solcher Touren an, von den Mondphasen, über die Jahreszeiten, dem Vorbeiflug der Venus vor der Sonne, einer Simulation der Monde des Saturn bis zur totalen Sonnenfinsternis vom 24. Oktober 1995. Man bekommt in einem kleinen Erklärungsfenster einen Text eingeblendet, der die Situation beschreibt und auch weitere Hinweise für eine zusätzliche Nutzung der Simulation bietet. So wird z.B. bei der totalen Sonnenfinsternis des heurigen Jahres angeraten, daß man den Zoomfaktor auf "20" einstellen, die Phasen ausblenden soll und dann am Schirm miterleben kann, wie sich der Mond langsam vor die Sonne schiebt (aber bei sichtbarer Mondoberfläche!). Weiters läßt sich genau ablesen, von welchem Punkt der Erde, zu welcher Tageszeit man diese totale Sonnenfinsternis sehen wird! Natürlich ist die Simulation in einzelne Bilder zerlegt und ruckelt.

Um die Leistungsfähigkeit auszuprobieren, schaltete ich den Movierecorder ein und nahm mit 10 Bildern pro Sekunde die simulierte Sonnenfinsternis bei einer Größe von ca. ein Drittel des Bildschirms auf. Es entstand ein 20 Sekunden langes Mo-

vie, das die Sonnenfinsternis in Zeitraffer zeigte Allerdings war dieses Movie über 15MB groß, nicht gerade zum Abspeichern auf Diskette geeignet. Man müßte schon eine große Festplatte besitzen, um einige dieser Simulationen als ansprechende Videos jederzeit von der Platte abrufen zu können. Aber die Qualität und das Abspielverhalten der einmal erarbeiteten Simulation sind einwandfrei!

The Main Program

Es muß gleich zu Anfang gesagt werden: Die Fülle des Programmes mit den vielen Steuerungsmöglichkeiten ist auf einem 15"-Monitor fast nicht zu vertreten. Manchmal ist beim Arbeiten die eigentliche Simulation von den Einstellungspansels fast völlig verdeckt. Es ist daher ratsam, nach erfolgreicher Einstellung einer Simulation diese als "Settings" abzuspeichern und später wieder aufzurufen.

Es finden sich sieben volle Menüs, an deren Funktionalität gleich zu sehen ist, was hier alles möglich ist. Das Handbuch beschreibt auf fast 50 Seiten alle Möglichkeiten, ich möchte hier nur ein paar Beispiele herausheben.

Im Folgenden wird eine grobe Übersicht der Menüs geboten, die nicht vollständig sein kann, da allein der Umgang mit einer so komplexen Simulation ein eigenes Seminar rechtfertigen würde.

File: Laden und Speicher von Movies und Settings, Einstellung einer Unzahl von Preferences (z.B. mit welcher Genauigkeit die Bilder berechnet werden sollen, ob die Sterne auch ihren Spektralklassen nach angezeigt werden sollen, ...).

Display: Hier wird es möglich, für verschiedene Objekte alle möglichen Einstellungen vorzunehmen, so zum Beispiel, ob die Phasen (die Beleuchtung der Objekte) unterdrückt, dargestellt oder diffus angezeigt werden sollen. Ähnliches gilt für Asteroiden, Kometen, Sterne, den Himmel sowie das Anzeigen eines Gradnetztes, das Setzen von Markierung, Namen oder die Auswahl der jeweiligen Projektion (Horizont, äquatorial, polar usw.)

Controls: Alle möglichen Einstellungen für die Durchführung von Simulationen: Kameraposition an der Erde oder am Mond, die Start-Zeit, das Finden eines Objektes, ...

Information

Hier befindet sich die eigentliche Schaltzentrale zu den einzelnen Teilen der CD-ROM. Es können detaillierte Karten von Mond, Mars und Erde abgerufen werden. Ebenso kann zu den "Guided Tours" verzweigt werden, die Bildergalerie (700 Bilder!) oder die Videoliste abgefragt werden. Die Bildergalerie enthält z.B. 7 Photos des Marsmondes Phobos oder acht Bilder von Supernova-Explosionen, alle mit einem Herkunftsnachweis und manchmal mit einer ausführlichen Beschreibung der Aufnahme. Der letzte Punkt, der hier zu erwähnen ist, ist die volle Integration des "Penguin Dictionary of Astronomy" – ein umfassendes Lexikon zu allen Begriffen der Astronomie.

Events

Das Auffinden von Konjunktion zwischen Planeten oder Finsternissen wird hier zur Verfügung gestellt. So ruft man binnen einer Minute alle Sonnenfinsternisse zwischen 1990 und 2000

ab, erhält eine Liste mit den genauen Daten (ob volle oder teilweise Finsternis und wo das Zentrum sein wird).

Ich suchte die Sonnenfinsternis vom 11. August 1999 heraus, die man in der Nähe von Salzburg gut sehen wird können. Danach stellte ich die Sicht aus Salzburg auf einem Controlpanel ein und konnte nach ein paar weiteren Einstellungen mitverfolgen, wie die Sonnenfinsternis im Jahr 1999 im Sommer aus Salzburger Sicht ablaufen wird.

Panels

Hier ist eine die Schaltzentrale für alle möglichen Einstellungen. So wird die Zeit ebenso eingestellt wie etwa der Blickwinkel auf den Planeten oder den Sternenhimmel. Das Handbuch bietet auf 15 Seiten ausführliche bebilderte Anleitungen dazu. Hat man einmal die Funktionalität erkundet, ist es nicht schwer, mit allen Möglichkeiten umzugehen. Allerdings ist ein Lernprozeß sicher vonnöten, um auch zum gewünschten visuellen Ergebnis zu kommen.

Didaktischer Einsatz

Das Programm ist so umfangreich, daß sich mit seiner Hilfe bereits ein Leistungskurs in Astronomie abhalten ließe. Man muß sicher ein Fan der Astronomie sein, um sich mit allen Details dieser riesigen Simulation auseinanderzusetzen. Allerdings gibt es nichts Vergleichbares auf dem Markt. Auch einer Unterstufenklasse lassen sich mit einigen voreingestellten Simulationen leicht Begriffe wie Ekliptik, Phasen des Mondes u.ä. demonstrieren.

In der Oberstufe sind beim Kapitel Astronomie sicher die vielen Bilder von großem Interesse. Eine umfangreichere Diasammlung zur Astronomie wird sich kaum finden lassen – neben den computersimulierten Filmen eines Fluges über die Marsoberfläche usw. ist das Feld der Nutzung dieser CD-ROM sicher noch nicht wirklich erforscht.

Zusammenfassung

Diese Simulation zählt zu den besten Produkten auf dem Markt, wenn man sich intensiv mit dem Sonnensystem und Sternbeobachtung auseinandersetzen will. Sie bietet zwar keine bis wenig Information über die physikalischen Vorgänge in den Sternen, zur Kosmologie oder zu den Meßmethoden der Astronomie, ist aber eine der besten Bildersammlungen, die am Markt verfügbar sind.

Diese CD-ROM ist nur dann zu empfehlen, wenn auch ein entsprechendes Interesse an Astronomie besteht, denn wer will schon in Trickfilmen den Vorbeiflug am Planeten Saturn simulieren? Dennoch größtes Lob für die Autoren und Produzenten; wenn man Zeit hat, lassen sich viele interessante Details entdecken und sogar ein neues Interesse an Astronomie schaffen.

Der menschliche Lebensraum zwischen Atom und Kosmos:

eine Reise durch Dimensionen und Disziplinen

Teil I

Alfred Pflug

Ausgehend vom Prinzip des Random Access Teaching, dessen Idee der komplexen Strukturbildung aus einer linear geordneten Sequenz dem Vorgang der biologischen Enzymsynthese nachgebildet ist, wird eine Standortbestimmung der konventionellen und neu angestrebten physikalischen Inhalte (Quantentheorie und Relativitätstheorie, die in fünf Jahren Disziplinen des vergangenen Jahrhunderts sein werden) im Rahmen des fundamentalen zweidimensionalen Weltbildes aus Geschwindigkeits- und Drehimpulsgröße vollzogen. Dabei löst das quantenmechanische Atomkonzept (Elektronenflüssigkeit mit Formgedächtnis) die paradoxe Annahme von euklidisch invarianten und dabei relativistisch nicht starren Längennormalen (Maßstabshypothese) überraschenderweise in der Analogie zum beliebigen, aber überraschenden Spielzeug des Slimeballs optisch und haptisch auf. Seidentücher entschlüsseln die Wellennatur des Lichtes, während die elektrische Leitfähigkeit einer Kochsalzlösung die atomare Ladungsstruktur und damit die Sprödigkeit der Ionenkristalle erhellt – im Gegensatz zur Verformbarkeit der Metalle, welche in ihrem atomaren Aufbau einer streichfähigen Elektronenmarmelade mit eingelagerten (Frucht)kernen gleichen. Die modellmäßige Elektrifizierung des naiven geometrischen Atommodells der Antike erklärt die anziehende Natur der chemischen Bindung sowie die thermisch-diffusive Spannungsentstehung an einer Nervenzellmembran auf Grund ihrer grobmechanistisch zu verstehenden selektiven Durchlässigkeit für verschieden große Ionen mit wäßrigem Taucheranzug. Die schillernde Welt der Seifenblasen gibt einen Hinweis auf die Größe der Atome und die Wellenlänge des Lichtes, gleichzeitig säubert und klärt sie die Struktur molekularer elektrischer Kentauren: letztere verbinden, in einschwänziger Bauart, die ansonst unverträglichen elektrischen Prinzipien von Kohlenwasserstoff und Wasser, während sie mit zwei Schwänzen zur Ausbildung von flexiblen biologischen Perlenschnurvorhängen, vulgo Membranen führen – also gewissermaßen an den Ursprung jenes Random Walk durch die moderne Physik, den wir in Form einer Parforçetour vorexerzieren und auf dessen Beispielcharakter wir trotz aller Schwierigkeiten und Mängel hoffen, um den Physikunterricht im kommenden Jahrhundert aus seinem Dornröschenschlaf zu reißen.

1. Sequentielles Lehren versus Random Access Teaching

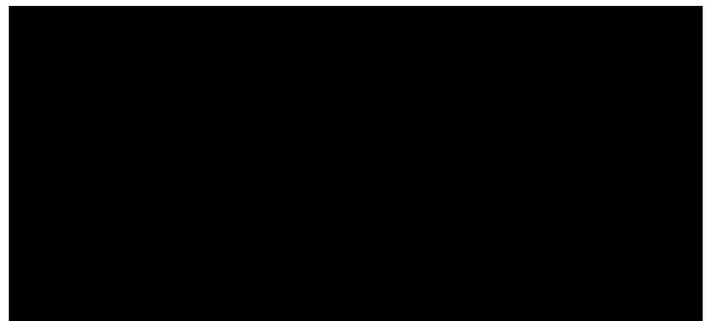
In wenigen Jahren werden Quantenmechanik und Relativitätstheorie, die heute noch als heiliger Gral der mathematischen Abstraktion und gedanklichen Kompliziertheit innerhalb der Physik gelten, Theorien aus dem ersten Viertel des vergangenen Jahrhunderts sein, also ein Stück *Geschichte* dieser Wissenschaft darstellen. Damit erfüllen sie ähnlich den kreativen Menschen, denen frühestens nach ihrem Tode ein für mehrere Generationen bleibendes Denkmal gesetzt wird, die notwendige, aber noch nicht hinreichende Voraussetzung für eine Aufnahme in den Kanon des Physiklehrplans an unseren Schulen.

Univ. Prof. Dr. Alfred Pflug, Lehrstuhl für Physikdidaktik, Fachbereich Physik, Universität Dortmund, Otto-Hahnstr. 4, D-44227 Dortmund.
Nachdruck aus *Physik und Didaktik* 2/94 mit freundlicher Genehmigung

Obwohl die beiden genannten Disziplinen das physikalische Denken des zwanzigsten Jahrhunderts in entscheidender Weise beeinflusst und verändert haben und als Eltern beziehungsweise Großeltern der gegenwärtigen physikalischen Forschung anzusehen sind, steckt die Kunst ihrer gemeinverständlichen Darstellung gegenwärtig noch gänzlich in den Kinderschuhen, so daß selbst eine pubertäre Phase derselben noch Zukunftsmusik ist.

Um den sich abzeichnenden didaktischen Generationenkonflikt in der Vermittlung von Physik abzufangen, soll in der Folge eine Strategie des Zugangs zu aktuellen Fragestellungen dieser Disziplin vorgestellt werden, welche nicht durch den historischen Ballast des systematischen Erkletterns einer Wissenspyramide mit extrem breiter Basis und schwindelnd hoher Spitze belastet ist. Natürlich führt auch zur Physik, ebenso wie zur Mathematik, kein Königsweg, aber vielleicht läßt sich die historische Wendeltreppe, auf der so viele interessierte Laien schon umgekehrt sind, weil das obere Ende beim Aufstieg nicht näher gerückt war, durch einen Panoramalift ersetzen, der schneller und bequemer in höhere Regionen führt und dennoch die wesentlichsten Punkte des Aufstiegs erkennen läßt.

Die Grundidee dieser Entrümpelung der historischen Trassenführung durch die Physiklandschaft folgt einer Strategie, welche die Evolution des Lebens bereits vor vielen hundert Millionen Jahren eingeschlagen hat: der Idee des Enzyms, welches aus einer linearen, eindimensionalen Sequenz von Nukleotiden in streng deterministischer Weise dreidimensional-räumliche Proteinstrukturen hervorzaubern kann. Das uralte, im Laufe der Zeit von hundert auf ein(ig)e Milliarde(n) Buchstaben, also von zwei Zeilen auf viele hunderttausend Seiten angewachsene Lehrbuch der Natur, welches von jeder Zelle immer wieder auszugsweise, aber dabei strikt wortgetreu kopiert wird, ist in diesem Fall der lineare Strang der DNS.



Nach ihrer Vorlage ordnet die Transfer-RNS die entsprechenden Aminosäuren anfänglich zu einer Perlenkette mit unterschiedlichen, langgestreckten und querliegenden Perlen an, die sich nach ihrer linearen Polymerisation zum eindimensionalen Polypeptid auf Grund ihrer spezifischen Form mit ganz

bestimmten, im Strang oft relativ weit entfernten Partnern verbinden und die Kette dadurch zu einer dreidimensional-räumlichen Struktur auffalten. Ein ähnliches Modell des Lehrens und Lernens, bei dem sich Bausteine, in unsystematischer zeitlicher Ordnung präsentiert, durch wechselweise inhaltliche Beziehungen im Idealfall quasi wie von selbst zu einem höherdimensionalen Gerüst physikalisch-naturwissenschaftlicher Bildung auffächern, könnte unter Umständen helfen, den Widerspruch zwischen der Neugier nach dem Aktuellen und der Notwendigkeit, die Grundlagen ausreichend zu beherrschen, ein wenig zu mildern oder vielleicht sogar teilweise zu beseitigen.

Jugendliche beiderlei Geschlechts sind im allgemeinen grundsätzlich an den Fragestellungen der Physik sehr interessiert, wenn dieselben sich entweder auf eine altersgemäße Alltagserfahrung (Sport, Verkehr, Musik usw.) beziehen oder einen abenteuerlich-spekulativen Charakter besitzen, der gerade nichtalltägliche Sensationen (Urknall, Supernova, Schwarzes Loch usw.) vermittelt. Dabei steht und fällt der Erfolg des Lehrens mit einem möglichst schnellen, unsystematischen Zugang zu den relevanten Kernproblemen ohne den Ballast weithergewohnter und nicht erwarteter oder erwünschter Grundlagen. Statt des bisher üblichen sequentiellen Durchlaufens aller im Vorfeld liegenden Voraussetzungen muß also ein direkter Zugriff auf beliebige Einzelinhalte, also ein *Random Access* zu den Kernbereichen moderner Physik schnell und ohne erheblichen Aufwand möglich sein.

Leider wird dieser Wunschtraum einer höherdimensionalen Struktur naturwissenschaftlicher Einsicht, gepaart mit der Möglichkeit, alle lokalen Inhalte rasch und bequem zu erreichen, durch eine grundlegende physikalische Zwangsbedingung ernsthaft behindert, wenn nicht unmöglich gemacht: der Prozeß des Lehrens muß ja notwendigerweise eine lineare zeitliche Ordnung aufweisen – selbst in den modernen Theorien von Superstrings, welche die Dimension des Raumes ohne größere Hemmungen beliebig aufblähen, bleibt die Zeit eindimensional, weil sich sonst die Kausalstruktur der Raumzeit völlig verändern würde.

Eindimensionale, berandete Mannigfaltigkeiten weisen aber leider stets eine dem Verständnis von komplexen Zusammenhängen hinderliche sequentielle Totalordnung auf, so daß ein entsprechend vernetztes System gegenseitiger Abhängigkeiten und Beeinflussungen darin topologisch nicht eingebettet werden kann. Nicht einmal Buchseite, Overheadfolie oder Wandtafel reichen als flächenhafte Objekte in jedem Fall aus, um beliebig komplizierte Graphen aus Liniennetzen ohne zusätzliche und daher unerwünschte Überkreuzung wiederzugeben – erst in drei Raumdimensionen kann jeder Raumpunkt mit jedem anderen durch eine Linie verbunden werden, die keine andere gegebene Linie schneidet.

Nur wenn die eindimensionalen Mannigfaltigkeiten zufälligerweise geschlossen und daher randlos sind wie der Umfang eines Kreises, gibt es keine behindernde globale Totalordnung; im Falle der Erstreckung in Zeitrichtung aber dann auch keinen "Pfeil der Zeit", dem wir in der makroskopischen Welt – im Gegensatz zur reversiblen mikroskopischen Szenario der Quantenfeldtheorie, wo Teilchen in ihre Vergangenheit zurücklaufen und geschlossene Weltlinienschleifen im Vakuum bilden können – überall begegnen oder zumindest zu begegnen glauben.

Zeitartige Linien sollten daher in der realen makroskopischen Raumzeit diese Eigenschaft der Geschlossenheit sicherheitshalber nicht aufweisen, weil sonst die globale Kausalität durch die Möglichkeit einer Reise in die eigene Vergangenheit in Frage gestellt wird: Kurt

Gödels Lösung der Einsteinschen Feldgleichungen, welche bei einer einigermaßen realistischen, rotierenden staubförmigen Materieverteilung im Kosmos solche geschlossenen zeitartigen Weltlinien – allerdings nicht als geodätische Linien des freien Falls, sondern mit nicht-gravitativen Beschleunigungen und beträchtlichem Energieaufwand – zuläßt, hat im wahrsten Sinne des Wortes universalen Staub aufgewirbelt. Sie würde nämlich im Prinzip zu denselben existentiellen Verwicklungen führen wie sie im Science-Fiction-Film „Back to the Future“ so unterhaltsam dargestellt werden. Offenbar gibt es also Strukturen, von denen unsere physikalische Schulweisheit träumt, die aber – hoffentlich oder bedauerlicherweise? – weder im Himmel noch auf der Erde existieren!

Sollten sich jedoch geschlossene zeitartige Weltlinien aus der makroskopischen Raumzeit partout nicht entfernen lassen, gibt es einen geometrischen Taschenspielertrick, der die globale Kausalstruktur wieder ins rechte Lot bringt: man splittet die Mannigfaltigkeit längs einer geeignet gewählten chirurgischen Einschnittslinie ähnlich einem ausgezogenen Apfelstrudel in unendlich viele Einzelblätter auf, die wie eine Wendeltreppe Schicht für Schicht hintereinander durchlaufen werden.

Die Mathematiker nennen so etwas *Riemannschen Schnitt* oder *universelle Überlagerung*, in der Physikdidaktik heißt das entsprechende Vorgehen *Spiralcurriculum*. Dabei kehren gewissen Inhalte zwar immer wieder, doch liegen sie in Ebenen unterschiedlicher begrifflicher Abstraktion, so daß der zunehmende intellektuelle Anspruch des dargebotenen Stoffes durch das Bühlersche "Aha"-Erlebnis des "dèja vu" beziehungsweise durch die Einsicht "es ist alles schon einmal dagewesen" wesentlich entschärft wird.

2. Die didaktische Landkarte der modernen Physik und ihre weißen Flecken: große Geschwindigkeiten oder kleine Drehimpulse

Das Weltbild der Physik unseres Jahrhunderts läßt sich, wie alle Malereien in der Geschichte der Menschheit bis zur dreidimensionalen Objektkunst der Gegenwart, in einen flächenhaften Koordinatenrahmen bringen. Dieser Rahmen ist allerdings nur in einer Richtung von beschränkter, endlicher Breite, in der anderen Dimension ragt er einseitig bis zu sehr großen Erstreckungen, für die sich nicht ohne weiteres eine klare Grenze angeben läßt, hinaus.

Fundamentale Naturkonstanten

Lichtgeschwindigkeit..... c
 Plancksches Wirkungsquantum... h ,
 bzw. $\hbar/2 = h/4\pi$... Einheit des Drehimpulses
 elektrische Elementarladung..... e

Zwei reelle, nichtnegative Zahlen charakterisieren dabei die Lokalisierung jedes physikalischen Phänomens im Bereich von zwei physikalischen Größen, für welche ein absoluter Vergleichswert in Form zweier fundamentaler Naturkonstanten existiert. Diese Größen sind der Betrag der Geschwindigkeit und die Drehimpulskomponente in vorgegebener Richtung; die entsprechenden Konstanten, von denen die eine eine grundsätzliche obere, die andere eine ebensolche untere Grenze darstellt, werden durch die Geschwindigkeit des Lichtes im Vakuum – die zugleich auch die Fortpflanzungsgeschwindigkeit aller Änderungen makroskopischer Felder im

leeren Raum bedeutet – sowie das Elementarquantum des Drehimpulses, die sogenannte (reduzierte) Plancksche Konstante \hbar repräsentiert. Während aber die Bahndrehimpuls-komponenten aller Teilchen der Natur stets nur ein ganzzahliges Vielfaches dieser Größe betragen können, wobei die Null eingeschlossen ist, beträgt der Eigendrehimpuls aller Materieteilchen bezüglich jeder festen Richtung in ihrem jeweiligen Ruhesystem stets die Hälfte dieses Fundamentalwertes, also $\hbar/2$. Die Tatsache, daß – außer dem Wert Null – keine kleineren Drehimpulse in der Natur vorkommen können, hängt mit der Dreidimensionalität der Welt zusammen, welche auch, wie bereits erwähnt, die Existenz beliebig komplizierter Verschaltungen von Nervenzellen möglich macht.

Die beiden Verhältniszahlen $x = v/c = \text{Geschwindigkeitsbetrag/Lichtgeschwindigkeit}$ sowie $y = L/(\hbar/2) = \text{Drehimpuls-komponente}/(\hbar/2)$, für welche die Relationen $0 \leq x \leq 1$ ($0 \leq x < 1$ für materielle Objekte) sowie $1 \leq y < \infty$ (mit Ausnahme des Spezialfalles $L = 0$) gelten, bestimmen die Position eines physikalischen Phänomens im weiten Land der grundsätzlichen Möglichkeiten: die *nichtrelativistischen*, makroskopischen Erscheinungen des materiellen Alltags sind durch $x \ll 1$ (= Geschwindigkeit klein gegenüber Lichtgeschwindigkeit) und den "klassischen" Grenzfall $y \approx 10^{34} \gg 1$ (Drehimpuls groß gegenüber der Planckschen Konstanten \hbar) gekennzeichnet.

Die "astronomisch" große Zahl 10^{34} ergibt sich dabei aus dem Umstand, daß \hbar im SI-Einheitensystem, welches an den menschlichen Dimensionen orientiert ist, die Größenordnung 10^{-34} besitzt: der typische Drehimpuls eines Menschen – etwa auf dem Wiener Opernball, wo er allerdings ein anderes Vorzeichen als sonst üblich besitzt, nämlich eine Orientierung nach links, die ansonsten in diesem Umfeld höchst selten vorkommt – liegt in diesem anthropomorphen Maßsystem eben gerade in der Nähe der Größe 1.

Da die SI – Masseneinheit 1 kg aber nicht der menschlichen Masse m von annähernd 100 kg, sondern seiner täglichen Nahrungs- und Flüssigkeitsaufnahme angepaßt ist, muß man obigen Umstand auf die Tatsache zurückführen, daß der typische mittlere Trägheitsradius r seines Körpers nur etwa ein Zehntel der Längeneinheit 1 m entspricht, die ihrerseits etwa durch die Länge des ausgestreckten Armes bis zur gegenüberliegenden Schulter gegeben ist. Da die Winkelgeschwindigkeit ω beim Walzertanzen etwas größer als 1 ist, liegt der gesamte Drehimpuls $L = mr^2\omega$ daher in der Nähe des SI- Wertes von 1.

Üblicherweise wird im Physikunterricht an Schulen wie auch während der Eingangssemester der Hochschulausbildung nur der Bereich der klassischen, makroskopischen nichtrelativistischen Physik, also die linke obere Ecke $0 \leq x \ll 1, y \gg 1$ des physikalischen Weltbildes näher unter die Lupe genommen. Von der Erwartung der SchülerInnen und Studierenden aus erscheint dieser Bereich, in dem sich die Welt des Alltags abspielt, vielleicht nicht so aufregend wie die mehr abenteuerlichen Gebiete der relativistischen Astrophysik und Kosmologie ($x \approx 1, y \gg 1$) sowie der Atom- und Molekülphysik ($x \ll 1, y \approx 1$). Sollten unsere Jugendlichen über diese Disziplinen der aktuellen physikalischen Forschung wirklich nur aus populärwissenschaftlichen Magazinen wie PM oder Projekt X – Abenteuer in der Wissenschaft erfahren? Wäre es nicht viel eher die Aufgabe der Physikdidaktik im ausgehenden 20. Jahrhundert, hier endlich Alternativen anzubieten – vielleicht sogar mit Hilfe des vorerst noch etwas utopischen Konzepts des

Random Access Teaching? Wie heißt es doch so schön in einem alten Sprichwort: kommt Zeit, kommt RAT!

3. Atomismus versus Geometrie – eine Jahrtausende alte didaktische Herausforderung wird zum relativistischen Maßstabs-Paradoxon

Obwohl im Grunde genommen bereits eine äußerst fruchtbare Idee der Antike, hat der Nobelpreisträger Richard Feynman, eloquenter Anwalt für eine neue Art des Physiklehrens, den Atomismus als die wichtigste Erkenntnis der Physik unseres Jahrhunderts bezeichnet. Atome sind in ständiger thermischer Bewegung um ihre Gleichgewichtslage, an der die Kräfte zwischen ihnen verschwinden: kommen sie einander zu nahe, werden sie gegenseitig abgestoßen, sind sie zu weit auseinander, zieht sie eine Kraft wieder aufeinander zu.

Während in der Physik des Platon die Eigenschaften der Atome einzelner Elemente durch deren geometrische Struktur als platonische Festkörper mit kontinuierlicher Raumerfüllung festgelegt waren, kann der dreidimensionale Aspekt sowie die Frage nach den mechanischen Eigenschaften als Folge des inneren Aufbaus der Atome erst von der neueren Quantenmechanik in vernünftiger und einigermaßen zufriedenstellender Weise beantwortet werden. Dennoch vermittelt der Physikunterricht – gewollt oder ungewollt – an vielen Stellen vage Vorstellungen über Form, Bauplan und Verhalten der Atome und Moleküle, welche auf Grund der fehlenden Möglichkeiten zur eigenständigen Überprüfung leicht in Mißkonzepte seitens der Lernenden münden können. Für die griechischen Naturphilosophen war die euklidische Geometrie – vom Atom bis zur Gestalt der Himmelsphären – das erste und einzige theoretische Rüstzeug zum Verständnis der Welt. Nachdem es Descartes gelungen war, diese euklidische Geometrie zu algebraisieren und auf die reelle Analysis von Koordinatenwerten zurückzuführen, war der Siegeszug der analytischen Mechanik nicht mehr aufzuhalten. Sie verzichtete auf eine mikroskopisch-geometrische Deutung der Wirkungsausbreitung, wie sie noch Descartes in seiner Theorie der Materiewirbel so anschaulich – für die bildverarbeitende, ganzheitlich organisierte rechte Gehirnhälfte – formuliert hatte, und suchte das Ideal der Naturbeschreibung in der eleganten und möglichst abstrakt-verallgemeinerten mathematischen Formulierung, am liebsten über Wirkungsprinzipien wie etwa jene von d'Alembert, Lagrange oder Maupertuis.

Physik war eine französische Domäne und ein Teilgebiet der Mathematik geworden, ihre Adresse seit der Revolution von 1789 die linke Hemisphäre des Gehirns, ihr Gegenstand der sinnlich erfahrbare Lebensraum des Menschen vor der Bakterienzelle bis zu fremden Galaxien. Der naive und dabei spekulativ-abenteuerliche Atomismus schien als anschauliche geometrische Modellvorstellung gänzlich aus der Mode gekommen zu sein.

Nur der Gigant Isaac Newton besaß den didaktischen Mut, seine speziell zum Zweck des Studiums der Neuen Himmelsmechanik ersonnene Fluxionsrechnung wiederum in der Schublade seines Schreibtisches verschwinden zu lassen, weil er diese neue mathematische Technik dem Leserkreis seiner *Principia* nicht ohne weiteres zumuten wollte. Er formulierte den ganzen Inhalt dieses bahnbrechenden Werkes der Theoretischen Physik in die geometrische Sprache von Sätzen über

Kegelschnitte um, wobei ihm dabei wohl das Glück des Genies hold war: die innere Symmetrie des Keplerschen Problems, welche auf mühevolem, historischem Weg über Lenz, Runge und Wolfgang Pauli erst in unserem Jahrhundert von Vladimir Fock als jene der vierdimensionalen reellen Drehgruppe erkannt wurde, läßt eine solche Geometrisierung in der Tat zu.

In unserem Jahrhundert hat die Spezielle und Allgemeine Relativitätstheorie – allerdings erst in der Formulierung von Hermann Minkowski, von der Einstein sagte, er verstehe in dieser neuen Sprache nun seine eigene Theorie nicht mehr – zu einer Wiedergeburt geometrischer Konzepte innerhalb der Physik geführt. Damit die abstrakten Konstruktionen Punkt, Gerade und Ebene aber überhaupt eine Beziehung zur physikalischen Wirklichkeit bekommen können, muß man zunächst die prinzipielle Existenzmöglichkeit von starren materiellen Koordinatengerüsten und invarianten Maßstäben, welche ihre Länge bei Verschiebungen im Raum beibehalten, annehmen.

Genau diese Forderung nach idealisierten, unveränderlichen Strecken, Winkeln und geometrischen Formen steht aber im Widerspruch zu dem relativistischen Postulat nach Endlichkeit, Universalität und raumzeitlicher Konstanz der Ausbreitungsgeschwindigkeit einer jeglichen Art von Wirkung, insbesondere der Änderungen von Feldern und somit auch der Fortpflanzung des Lichtes im materiefreien Raum.

Geometrie und Feldbegriff scheinen deshalb im Grunde genommen unvereinbare physikalische Konzepte zu sein: ideale relativistische Maßstäbe müssen einerseits die Eigenschaft der Starrheit besitzen, wenn man damit die geometrischen Eigenschaften des Raumes physikalisch bestimmen und quantitativ vermessen können soll; gleichzeitig dürfen sie aber gerade wiederum nicht starr sein, weil andernfalls damit eine unendlich große Signalgeschwindigkeit ermöglicht würde, welche in einer relativistischen Theorie von allem Anfang her in fundamentaler Weise ausgeschlossen ist!

Damit dieses aus der Art der widerspruchsfreien Denkweise geschlagene Kind auch einen Namen hat, wollen wir es *Maßstabsparadoxon* taufen, fragen uns aber dabei aufrichtig: Kann man eine solche, anscheinend in sich selbst widersprüchliche abstrakte Gedankenspielerei unvoreingenommenen Menschen mit gesundem Urteilsvermögen überhaupt näher bringen, geschweige denn plausibel machen?

4. Das Atomkonzept der modernen Quantentheorie als didaktischer Deus ex Machina des Maßstabsparadoxons: Erdapfel oder Slime-Ball?

An dieser Stelle bietet sich dem leidgeprüften Physiklehrer, den die bisherige Argumentation vermutlich an den Rand der Verzweiflung gebracht hat, eine gänzlich unübliche, überraschende und dabei dennoch sehr hilfreiche didaktische Dramaturgie zur Auflösung des Maßstabsparadoxons an: ein qualitativer Atombegriff, der das flache und deshalb trügerische Bohrsche Karikaturbild von elektronischen Planetenbahnen durch eine dreidimensionale Kontinuumstruktur im platonischen Sinne, aber mit gekrümmten Oberflächen (Kugeln, Linsen, Zigarren usw.) und definiertem elastischem Verhalten (E-Modul $\approx 10^{12}$ Pa, kritische Energieschwelle für temporär-plastische Verformung einige Elektronvolt pro Atom, bei $> 10^{11}$ Pa zu elektrisch leitendem Plasmafluid zerquetscht) ersetzt, er-

scheint als relativistischer Deus ex Machina, vom Himmel der eloquenten Überredung fallend, auf der bislang unzureichend ausgeleuchteten didaktischen Bühne.

Im Gegensatz zur üblichen Folklore, daß Quantenmechanik und Relativitätstheorie nur schwer unter den Hut einer übergeordneten (Quantenfeld-)Theorie zu bringen sind, hilft dem Lehrenden wie auch dem Lernenden hier ein anschaulich-modellmäßiges Bild weiter, welches zur Gänze auf den Erkenntnissen der Physik des zweiten Viertels unseres Jahrhunderts beruht: Atome haben nicht nur – wie es das Rastertunnelmikroskop (STM = Scanning Tunneling Microscope) gemäß seinem Entdecker, dem Nobelpreisträger der Physik Gerd Binnig, verrät – die Form von Erdäpfeln, sind also dreidimensionale Strukturen mit – zumindest bei der Beobachtung im STM oder AFM (Atomic Force Microscope = Atomkraftmikroskop) – einigermaßen scharf definiertem Rand, sondern sie gleichen in ihren mechanischen Eigenschaften dem beliebten Kinderspielzeug des *Slime-Balls* (englisch Slime-Ball).

Dieses – haptisch ein wenig ungestüme – Objekt besitzt im Grundzustand, also ohne äußeren Störungseinfluß, eine definierte (Kugel-)Form, läßt sich aber dank seiner schwabbeligen Weichheit, etwa durch einen schwungvollen Wurf an eine (glatte!) senkrechte Wand extrem flach quetschen, so daß es – wie ein hochangeregtes Rydbergatom von Bakteriengröße, das nicht mehr durch die Maschen eines ultrafeinen Siebes paßt – zu einer dünnen Scheibe wird und kurz an der Wand kleben bleibt. Nachdem es einige Sekunden in diesem Zustand erhöhter innerer Spannungsenergie verharrt ist – für ein wirkliches Atom beträgt diese Zeit höchstens 10^{-8} Sekunden -, zieht es sich wieder innerhalb einer ähnlichen Zeitdauer vollständig auf seine ursprüngliche Kugelgestalt zusammen und beginnt dann, an der Wand haftend, dieselbe hinunter zu rollen.

Mit dieser phänomenalen Gedächtnisleistung des kontinuierlichen atomaren Schleims läßt sich nun auch ohne weiteres das relativistische Maßstabsparadoxon auflösen: Atome werden, genau so wie materielle makroskopische Maßstäbe, von äußeren Kräften, wie sie etwa bei im Rahmen von Transportprozessen unvermeidbaren – Beschleunigungen auftreten, deformiert; diese Störung des Ruhezustandes (= Grundzustandes) pflanzt sich natürlich mit Unterlichtgeschwindigkeit quer durch den weichen, schwabbeligen Slime-Ball (der die kontinuierliche Ladungsdichte der Elektronenhülle modellmäßig verkörpern soll) fort. Da aber nach einer gewissen Zeit die überschüssige Energie der Deformation wieder an die Umgebung abgegeben wird, nehmen die Atome und daher auch die aus ihnen aufgebauten makroskopischen Maßstäbe nach einer gewissen Ausheilungsphase ihre exakte ursprüngliche Gestalt und Größe wieder an.

Durch dieses "Zurückfedern" in den Ausgangszustand wird daher eine effektive Invarianz des Atoms oder Maßstabs nach Beendigung der Deformationen gewährleistet, ohne daß dabei eine mit Überlichtgeschwindigkeit verbundene "Starrheit" erforderlich ist. Das Slime-Ball-Modell des Atoms erfüllt damit die scheinbar widersprüchlichen Forderungen der sogenannten relativistischen Maßstabsparadoxon, die im Unterricht kaum je explizit genannt wird, obwohl sie im Grunde genommen eines der wesentlichen begrifflichen Fundamente sowohl der Speziellen wie auch der Allgemeinen Relativitätstheorie darstellt.

Das Infrarot-Weltraumteleskop ISO – ein neues Fenster zum Kosmos

Franz Kerschbaum

Am 17. 11. 1995 um 2:20 MEZ wurde vom europäischen Raumfahrtzentrum Kourou, Französisch-Guyana, das Infrarot-Weltraumteleskop ISO (Infrared Space Observatory) der ESA gestartet. Dieses europäische Forschungsprojekt der ESA öffnet ein neues Fenster zum Kosmos. Zum ersten Mal ist Strahlung im fernsten Infrarot einer von der Erdatmosphäre ungestörten Beobachtung zugänglich. Das junge ESA-Mitgliedsland Österreich kann bei ISO erstmals gleichberechtigt an einem Weltraumprojekt partizipieren. Österreichische Astronomen waren bei der Vergabe von Beobachtungszeit für diese Sternwarte im All besonders erfolgreich. Die Astronomen Dr. Josef Hron, der Autor Dr. Franz Kerschbaum, Univ.-Prof. Dr. Ronald Weinberger und Univ.-Prof. Dr. Werner W. Weiss von den astronomischen Instituten der Universitäten Wien bzw. Innsbruck sind für fünf Projekte hauptverantwortlich und an weiteren zwei beteiligt. Finanziell gefördert werden diese Arbeiten durch das Bundesministerium für Wissenschaft und Forschung über den Fonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung. Auch die österreichische Industrie war am Bau des Satelliten entscheidend beteiligt. Der Sonnenschild und die Trägerstruktur der Sonnenblende wurden von der Österreichischen Raumfahrt- und Systemtechnik Ges. (ORS), Wien, und der ACT Hochleistungskunststofftechnik, Ternitz, entwickelt.

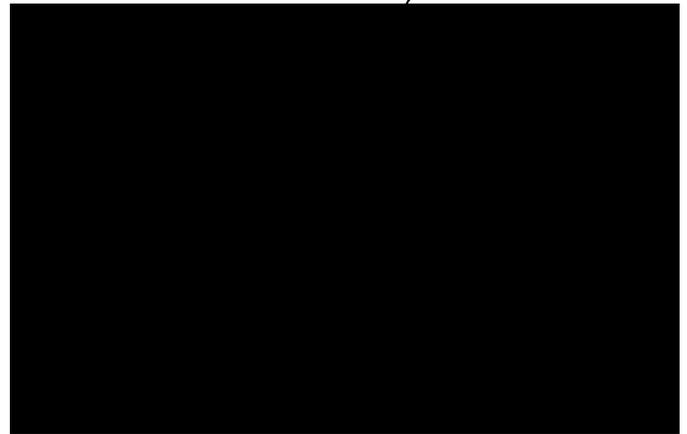
Warum Beobachtungen im Infrarotbereich?

Was macht diesen Wellenlängenbereich, der umgangssprachlich Wärmestrahlung genannt wird, so interessant? Die spannenden Phasen im Sternenleben, Geburt und Tod sind im Infrarot (IR) gut zu beobachten. Die kühlen Körper unseres Sonnensystems, wie etwa Kleinplaneten oder Kometen, aber auch fernste Galaxien, wie die rätselhaften Quasare, machen sich durch Strahlung im Infraroten bemerkbar. Selbst die kosmologisch so wichtigen "Braunen Zwerge", zu klein geratene, verminderte Sonnen, strahlen vor allem im IR.

Warum Beobachtungen vom Weltall aus?

Wie jedem klar ist, sind Weltraumbeobachtungen um Größenordnungen teurer als erdgebundene. Auch ist Reparatur und Modernisierung entweder unmöglich oder mit extremem Aufwand verbunden ("Trouble with Hubble"). Also muß es schon besondere Gründe geben, damit sich eine Mission wie ISO rechtfertigt. Für erdgebundene Beobachtungen des Himmels bei infraroten Wellenlängen ergeben sich für den Astronomen zwei grundsätzliche Probleme. Zum einen ist unsere Erdatmosphäre für den größten Teil dieser Strahlung nicht oder nur sehr eingeschränkt durchlässig. Also bleiben nur Flugzeug-, Ballon-, Raketen- oder eben Satelliten-Experimente. Zum anderen ist die Erdatmosphäre warm und strahlt daher selbst sehr stark im Infraroten. Damit überdeckt sie die schwachen astronomischen Beobachtungsobjekte. Für den Infrarotastronomen

ist der Himmel auch in der Nacht taghell, ja selbst das Fernrohr und alle Instrumente leuchten ungekühlt im Infraroten tausende Male heller als die zu untersuchenden Objekte. Eine Kühlung des gesamten Teleskops auf Temperaturen nahe des absoluten Nullpunkts ist aber nur unter Weltraumbedingungen (Vakuum) möglich.



Die Mission

Das Infrared Space Observatory (ISO), auf deutsch "Infrarot Weltraum Observatorium", bietet die für lange Zeit einmalige Gelegenheit, diesen interessanten Wellenlängenbereich zu untersuchen. Um diese Strahlung erfolgreich messen zu können, müssen hochspezielle Instrumente entwickelt werden, wobei ein wichtiges Charakteristikum ist, daß das gesamte Teleskop mit den empfindlichen Detektoren gekühlt werden muß. Diese aufwendige Kühlung auf -270°C macht das Innere des Satelliten zu einem der kältesten Plätze im Universum und beschränkt die Lebensdauer der fliegenden Thermosflasche auf nur eineinhalb Jahre. Nach dieser Zeit wird das verwendete Kühlmittel, rund 100 Liter superflüssiges Helium, verbraucht sein!

ISO wird in einer hochelliptischen Bahn die Erde in Abständen von 1000 bis 70000 km einmal pro Tag umrunden, davon ist er 16 Stunden außerhalb der störenden Strahlungsgürtel der Erde. Der rund sieben Milliarden Schilling teure Satellit mit dem vergoldeten Hauptspiegel von 60 cm Durchmesser ist eine komplett ausgestattete Sternwarte mit Kamera, Photometer und 2 Spektrographen. Es werden damit Wellenlängenbereiche von 4 bis $240\ \mu\text{m}$ zugänglich. Der in den frühen 80er-Jahren fliegende Vorgängersatellit IRAS hat zwar den Himmel zwischen 12 und $100\ \mu\text{m}$ durchmustert, ISO übertrifft ihn aber sowohl in Empfindlichkeit, als auch in Auflösung und Wellenlängenabdeckung. Um nun die kostbare Beobachtungszeit – eine Sekunde kostet etwa 400 Schilling – möglichst efficient auszunützen, werden einerseits nur ausgesuchte, besonders wichtige Forschungsvorhaben damit durchgeführt und andererseits die einzelnen Messungen mehrere Wochen im vorhinein fix programmiert und von ISO dann automatisch abgearbeitet. Eine kurzfristige Einflußnahme der Astronomen ist damit ausgeschlossen.

Mag. Dr. Franz Kerschbaum, Institut für Astronomie der Universität Wien.
Nachdruck aus *Der Sternbote* 11/95 mit freundl. Genehmigung

Nach dem Beitritt Österreichs zur ESA im Jahre 1987 stellt ISO das erste weltraumastronomische Projekt dar, an dem die österreichische Industrie und Forschung in vollem Umfang beteiligt sind. Somit stellt der Start von ISO auch für Österreich einen wichtigen Schritt in neue Bereiche von Technologie und Wissenschaft dar.

Sonnenschutz für einen Satelliten

Der Sonnenschild und die Trägerstruktur der Sonnenblende von ISO sind österreichische Entwicklungen. Im Unterauftrag von Aerospatiale, Frankreich, hat die ORS, Wien, den Sonnenschutzschild (Sun Shield) sowie das Stützgerüst für die Sonnenblende (Sun Shade Support Structure) geliefert. Diese Baugruppen repräsentieren etwa 1/3 der gesamten "Satellitenmechanik" und stellen einen Meilenstein in der Reihe industrieller Weltraumprojekte Österreichs dar. Der dachförmige Sonnenschutzschild schützt den ISO-Thermosbehälter und das Teleskop vor der Sonnenstrahlung und trägt gleichzeitig die Solarzellen für die Versorgung des Satelliten mit elektrischer Energie. Die große Herausforderung dabei waren die hohen Festigkeitsansprüche bei gleichzeitig geforderter Leichtigkeit der Gesamtstruktur.

Für das Stützgerüst der Sonnenblende kamen neuartige "metallfittinglose" Glasfaserverbundstreben zum Einsatz. Diese Strebenkonstruktion wurde erstmals in Österreich angewendet. Ihre Fertigung wurde im Unterauftrag an die Fima ACT Hochleistungskunststofftechnik, Ternitz, vergeben. Die Aufgabe der ACT war die Entwicklungsunterstützung und die Materialeigenschaftsprüfung als Basis für die bei ORS durchgeführten Berechnungen, sowie nach erfolgreicher Detailkonstruktion die Entwicklung des Formenkonzepts, Qualifikation des Fertigungsprozesses und Fertigung der aus glasfaserverstärktem Kunststoff hergestellten Streben.

Schnappschüsse aus dem Leben der Sterne

Doch nun zur geplanten Astronomie, insbesondere den österreichischen Projekten. Ganz gleich, ob ein Stern geboren wird oder stirbt, Wärmestrahlung bietet oft die einzige Möglichkeit, Genaueres über die interessantesten Entwicklungsphasen von Sternen zu erfahren. Nur Wärmestrahlung vermag z.B. dichte Staubwolken zu durchdringen – und solch Staub spielt am Anfang und Ende von Sternen eine wichtige Rolle. Österreichische Wissenschaftler konnten die für Jahrzehnte einmalige Chance nutzen und sich bei der Vergabe der Beobachtungszeit gegen internationale Konkurrenz erfolgreich durchsetzen. Sie werden dabei vor allem die verschiedenen Entwicklungsstadien der Sterne untersuchen.

Dr. Josef Hron will in seinem Projekt die Endphase eines massereichen Sterns ähnlich unserer Sonne erforschen. Solche stark pulsierenden und zu sogenannten "Roten Riesen" aufgeblähten Sterne verlieren in dieser Phase einen großen Teil ihrer Masse. Die Masse wird in Form eines Sternwindes aus komplexen Molekülen und kosmischem Staub in den interstellaren Raum geblasen. Dr. Hron will nun das zeitliche Wechselspiel zwischen den Sternschwingungen und der Entstehung des Staubes und der Moleküle untersuchen.

Dr. Franz Kerschbaum will einen anderen Aspekt der Struktur "Roter Riesen" analysieren. Er will Aufschluß über die Bedeutung der Sternschwingungen für den Aufbau des Sternes und die Stärke des Sternwindes gewinnen. Hron und Kerschbaum

sind zudem noch gemeinsam mit ausländischen Kollegen an zwei weiteren ISO-Projekten beteiligt, bei denen ebenfalls die Spätstadien sonnenähnlicher Sterne im Mittelpunkt stehen. Dabei werden unter anderem Sterne unserer Milchstraße mit solchen in der uns nächstgelegenen Galaxie, der "Großen Magellanschen Wolke" verglichen.

Univ. Prof. Dr. Ronald Weinberger untersucht in seinen zwei Projekten die Hüllen aus Gas und Staub rund um Weiße Zwerge, jenes Endstadium der Sternentwicklung, das unserer Sonne in 4 Milliarden Jahren bevorsteht. Einen Schwerpunkt bilden offenkundig "reanimierte" Sterne. Sie schwellen nochmals auf Riesensterngröße an, erwachen gleichsam aus dem Sternenkoma, um dann den Sterbeprozess erneut zu beginnen. Sein zweites Projekt beschäftigt sich mit Sternen, bei denen die abgestoßenen Gas- und Staubschichten nicht kugelförmig, sondern scheiben- oder ringartig angeordnet sind. Mit Glück kann man derartige Nebel von der Seite, also im "Profil" betrachten und damit genaue Einsichten in die Verteilung und die Eigenschaften des abgeschleuderten Materials gewinnen.

Univ.-Prof. Dr. Werner W. Weiss erforscht sogenannte " λ -Boottis-Systeme", die sich durch extreme Metallarmut auf ihrer Oberfläche auszeichnen. Diese Metallarmut gibt den Astronomen beträchtliche Rätsel auf. Denn je nachdem, ob sie sich durch Aufsammeln des bei der Sternentstehung übrig gebliebenen Gases bildet oder durch Freilegen tieferer Schichten des Sterns durch Abblasen eines Sternwindes, müßten diese Sterne entweder sehr jung oder eher alt sein. Bei den Messungen mit ISO wird die Wechselwirkung dieser Sterne mit Gas und Staub aus ihrer himmlischen Nachbarschaft im Mittelpunkt stehen.

ISO – Chance und Aufgabe zugleich

Mit der Teilnahme am Infrared Space Observatory haben österreichische Forscher die Möglichkeit zu demonstrieren, daß sie im internationalen Wettbewerb Wesentliches zum astronomischen Erkenntnisfortschritt beitragen können. Zugleich aber müssen die österreichischen geldgebenden Stellen die Institute sowohl personell als auch instrumentell in einer Weise dotieren, die internationalen Standards gerecht wird. Noch immer hat Österreich im westeuropäischen Vergleich um etwa einen Faktor zwei weniger Astronomenstellen. Auch verfügt Österreich über keinen geregelten Zugang zu Sternwarten mit ausgezeichnetem "Astroklima". Gerade aber in der Infrarotastronomie wäre die Ergänzung von Satellitendaten durch erdgebundene Beobachtungen von großer Bedeutung. Viele dieser Beobachtungen für die angesprochenen ISO-Projekte wurden und werden an der Europäischen Südsternwarte (ESO) gewonnen. Über eine ESO-Mitgliedschaft Österreichs ist aber leider noch immer nicht positiv entschieden!

Dieser Artikel beruht überwiegend auf Material, das bei einer am 31. Oktober 1995 im Café Landtmann vom Bundesministerium für Wissenschaft, Forschung und Kunst und der Austrian Space Agency veranstalteten Pressekonferenz präsentiert wurde. Dort standen Sektionschef Dr. R. Kneucker, BMFWFK, Ministerialrat Dipl. Ing. O. Zellhofer, BMFWFK, Prof. Dr. J. Ortner, ASA, Dr. M. Breitfellner, ISO Projekt, Satellitenstation Madrid, Dr. J. Hron, Dr. F. Kerschbaum, Univ.-Prof. Dr. W. W. Weiss, alle Institut für Astronomie der Universität Wien, Univ. Prof. Dr. R. Weinberger, Institut für Astronomie der Universität Innsbruck, Dr. G. Serentschy, ORS, und Ing. A. Fenz, ACT, den Medienvertretern für Auskünfte zur Verfügung.

Projekt: Wir bauen eine Sonnenuhr

Ilse Fabian, Roswitha Helmberg, Gabriele Holzmann

"Zeit schauen" war an der Höheren Internatsschule des Bundes, 1030 Wien, Boerhaavegasse 15 angesagt, als Ende Juni im Rahmen des Schulschlußfestes die Schülerinnen und Schüler der 6SV Klasse ihre drei selbstgebauten Sonnenuhren den interessierten Besuchern präsentieren konnten. Vorgegangen waren Vorbereitungen innerhalb des Unterrichts in den Gegenständen M, Ph (Dr. Ilse Fabian), BE (OStR Prof. Roswitha Helmberg) und BUK (Mag. Gabriele Holzmann) und einige Projektnachmittage voll intensiver gemeinsamer Arbeit. Dabei konnten alle vier Grundtypen von Sonnenuhren, eine äquatoriale, eine polare und eine Kombination einer vertikalen mit einer horizontalen Sonnenuhr realisiert werden.

Fachliche Vorbereitung

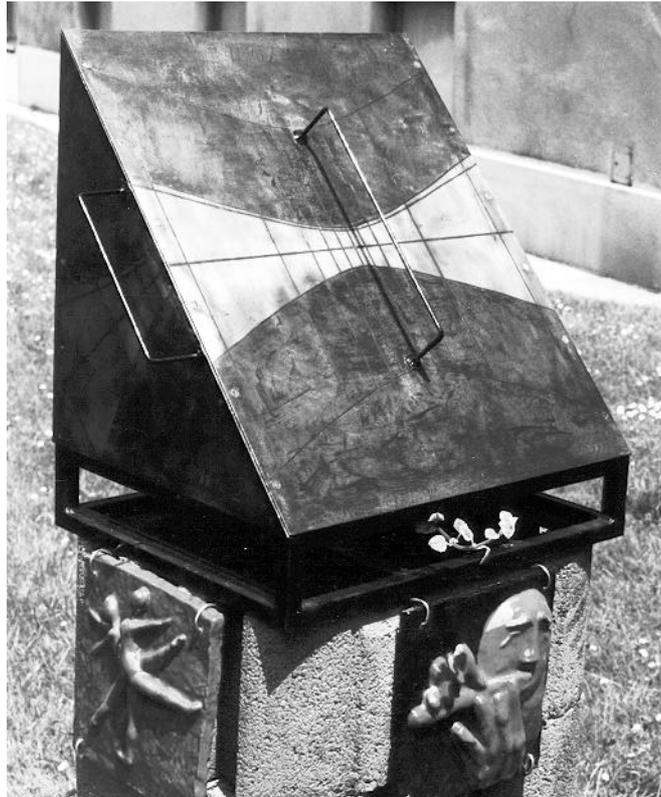
Die Schülerinnen und Schüler der 6SV besuchen einen besonderen Zweig der Schule. Sie sind sowohl Schüler der Ballettschule der Österreichischen Bundestheater als auch Schüler der Höheren Internatsschule des Bundes Wien (Gymnasium). Das bedeutet, daß sie am Vormittag ihr Training in der Staatsoper absolvieren und am Nachmittag den Unterricht an der AHS besuchen. Dazu kommt noch die Mitwirkung an Opern- und Theateraufführungen am Abend. Sie sind also zeitlich stark belastet. Trotzdem wollten wir gemeinsam dieses Projekt wagen. Mit der zur Verfügung stehenden Zeit mußte so ökonomisch wie möglich umgegangen werden. Wir hatten uns daher entschlossen, die fachlichen Grundlagen durch Akzentuierung der entsprechenden Gebiete des Lehrstoffes innerhalb der Unterrichtsstunden zu vermitteln bzw. zu erwerben und bei der praktischen Ausführung mit teilweise vorgefertigten Materialien zu arbeiten.

Standortwahl

Aus Gründen des Denkmalschutzes war die Verzierung einer Hausmauer der Schule mit einer Sonnenuhr und damit der Bau einer vertikalen Sonnenuhr auszuschließen. Es mußte also ein anderer Standort gefunden werden. Die schlechten Besonnungsverhältnisse auf dem Schulareal hatten uns dabei einiges

Kopfzerbrechen bereitet. Schließlich wurden zwei Standorte im Schulhof und einer vor der Schule ausgewählt, für welchen auch eine Horizontaufnahme gemacht wurde.

In ganz Österreich gibt es über 2000 historische und neuere Sonnenuhren, wovon 97% vertikale Sonnenuhren an Hauswänden, Kirchen, Schlössern, Burgen und Wohnhäusern sind. Die von uns gebauten nicht vertikalen Sonnenuhren stellen somit eine Rarität dar.



*Polare Süduhr, links polare Westuhr
Technik: Metallbearbeitung, Säule Keramik*

Konstruktion

Die Grundlagen für die Konstruktion der Ziffernblätter – Trigonometrie- und Projektionsaufgaben – konnten im Mathematikunterricht vermittelt werden. Abschnitte im Physik-lehrstoff der 6. Klasse erlaubten bei der Erarbeitung der Begriffe wie "wahre Ortszeit", "mittlere Ortszeit", "Datumslinien" und "Zeitgleichung" das nähere Eingehen auf diese Thematik am Beispiel der Sonnenuhren. Daneben wurde auch bei der genauen Bestimmung der Nord-Süd-Richtung das Problem der magnetischen Abweichung und die Nützlichkeit der genauen Kenntnis über den "Lauf der Sonne" hautnah erlebt.

Künstlerische Gestaltung

Nachdem der Standort fixiert war, konnte mit dem Entwurf begonnen werden. Hierbei war insbesondere was die Dimensionierung betraf – zu überlegen, wie sich die Sonnenuhren harmonisch in das Gesamtkonzept des Schulgartens einfügen lassen und welche Themen bei der Gestaltung der Ausschmückung gewählt werden können. Ausgewählt wurden die Themen

• Die vier verschiedenen Zweige unserer Schule (neusprachlicher, bildnerischer, musikalischer und tänzerischer Zweig),
• die vier Elemente,
• die vier Jahreszeiten.

- Die vier verschiedenen Zweige unserer Schule (neusprachlicher, bildnerischer, musikalischer und tänzerischer Zweig),
- die vier Elemente,
- die vier Jahreszeiten.

Dann kam es zur praktischen Ausführung. Hier war es möglich, eine ganze Palette von Techniken (Glasmosaikarbeit, Metallbearbeitung durch Ätzen und Patinieren und Arbeiten mit Ton und Farbe) kennen zu lernen und zweckentsprechend zum Einsatz zu bringen. Was die Basiselemente betraf, die die Sonnenuhren tragen sollten, hatte sich die Beschränkung auf vor-

Dr. Ilse Fabian, OStR Prof. Roswitha Helmberg, Mag. Gabriele Holzmann und die 6SV der Höheren Internatsschule des Bundes, Boerhaavegasse 15, 1030 Wien

gefertigte Materialien im Nachhinein als Gewinn herausgestellt. Bewirkte sie doch, daß die "Sonnenuhrbauer" recht erfinderisch wurden und bald einen Blick für alles Verwendbare bekamen.

Welche Form der Begrünung der Sonnenuhren am günstigsten wäre, wurde im BUK-Unterricht erörtert, diskutiert und entschieden.

Schlußbemerkung

Der Bogen der Projektarbeit spannte sich vom "Beobachten und Vermessen" über das "Erfassen von Gesetzmäßigkeiten" bis zum Versuch diesen Gesetzmäßigkeiten "künstlerischen Ausdruck" zu verleihen. Die Lust am Gestalten und die jugendliche Kreativität konnten sich frei entfalten und waren

doch stets in Rückkoppelung mit der Herausforderung, den physikalischen Gegebenheiten Rechnung zu tragen. Diese Herausforderung lag in der Sache selbst und war nicht eine von außen (sprich Lehrer) gestellte Aufgabe. Ebenso war das Resultat der Bemühungen keiner Beurteilung von außen entworfen, sondern nur eine Angelegenheit des ästhetischen Empfindens der "Erbauer" und des richtigen Funktionierens. Darüber hinaus hat die Arbeit den Blick für bereits bestehende Sonnenuhren freigemacht und die Freude am Entdecken solcher Uhren geweckt, wobei automatisch auch die jeweiligen Kulturschätze "mitgesehen" werden. Mitzuerleben, wie die Schüler sich nicht nur mit "ihrer Sonnenuhr" identifizierten sondern auch, wenn Not am Mann war, bei der Fertigung der Sonnenuhren der jeweils anderen Gruppen helfend einsprangen, war einer der positiven Aspekte dieser Projektarbeit.



*Vertikale und horizontale Süduhr
Technik: Malerei*



*Äquatoriale Sonnenuhr
Technik: Glasmosaik*

Lehrplan Physik und Chemie: 2. - 4. Klasse AHS und HS

A Bildungs- und Lehraufgabe:

Der Unterricht in Physik und Chemie soll den Schülerinnen und Schülern helfen, sich in ihrer Umwelt zu orientieren und entsprechend verantwortungsbewußt zu handeln. Dazu ist es notwendig, ihnen das Verständnis für Zusammenhänge sowohl innerhalb des Naturgeschehens als auch zwischen Natur, Technik und Leben in Alltag, Beruf, Freizeit und Öffentlichkeit zu vermitteln. Dieses Verständnis setzt den Erwerb von Kenntnissen und Einsichten, Fähigkeiten und Fertigkeiten, Einstellungen und Werthaltungen voraus, wobei Querverbindungen zu Biologie und Umweltkunde sowie zu den anderen Naturwissenschaften und Wissensbereichen herzustellen sind.

Ausgehend von einfachen, praxisbezogenen Beispielen sollen die Schülerinnen und Schüler Kenntnisse über physikalische und chemische Gesetzmäßigkeiten erwerben, Modellvorstellungen entwickeln und durch weitere Beispiele deren Bedeutung erkennen. Dabei sind sie zu eigenständigem Denken anzuregen und zu selbständigem Bildungserwerb anzuleiten.

Die Schülerinnen und Schüler sollen einfache Arbeitsweisen der Physik und Chemie kennen und anwenden können, wie etwa: Beobachten, Beschreiben, Messen; Formulieren von Problemfragen, einfachen Hypothesen und Ergebnissen; Planen, Durchführen und Auswerten von Versuchen. Sie sollen befähigt werden, in zunehmendem Maß die Fachsprache richtig zu verwenden.

Die Gültigkeitsgrenzen von Gesetzen sollen den Schülerinnen und Schülern bewußtgemacht werden.

Der Physik- und Chemieunterricht soll in den Schülerinnen und Schülern das Bewußtsein für Umweltfragen wecken und verantwortungsvolles Verhalten fördern. Dazu gehört das Verständnis für die Vielschichtigkeit des Umweltbegriffes. Sie sollen die Zusammenhänge zwischen Ökonomie und

Ökologie erkennen, um Einsicht in Ursachen und Folgen von Umweltschäden zu erhalten. Der Chemieunterricht soll im besonderen Kenntnisse über wichtige Schad- und Abfallstoffe, deren Quellen und Gefahren vermitteln und in den Schülerinnen und Schülern die Bereitschaft wecken, als Konsumentinnen und Konsumenten umweltbewußt zu handeln.

Der Unterricht in Physik und Chemie soll neben der Vermittlung von Wissen über Energie und Rohstoffe und ihre Bereitstellung auch die Bereitschaft zu ihrem sinnvollen und sparsamen Gebrauch fördern.

Die ständige Erweiterung des Verständnisses, der Fähigkeiten und des Erkennens von Zusammenhängen soll die Schülerinnen und Schüler immer mehr zu einer möglichst eigenständigen Meinungsbildung hinführen, die sie zu einer bewußten, selbstkritischen, der jeweiligen Altersstufe entsprechenden Handlungsweise befähigt.

Die Schülerinnen und Schüler sollen Kenntnisse erwerben über mögliche Gefahren bei Eingriffen in die Natur durch Anwendung naturwissenschaftlicher Erkenntnisse, im Umgang mit technischen Geräten und Einrichtungen im Alltag sowie über Maßnahmen zur Vermeidung dieser Gefahren (Unfallverhütung, Verkehrserziehung, Strahlenschutz, Zivilschutz, Friedenserziehung). Dabei sollen sie zur Eigenverantwortung hingeführt werden.

Die Schülerinnen und Schüler sollen einen Einblick in die Bedingungen der Berufs- und Arbeitswelt gewinnen sowie die Bedeutung neuer Technologien erkennen.

Auf die österreichischen Beiträge zu Wissenschaft, Forschung, Technik, auf österreichische Entdeckungen und Erfindungen ist besonders einzugehen.

B Lehrstoff:

Die Themenbereiche des Lehrstoffes orientieren sich an den Erfahrungsbereichen der Schüler und Schülerinnen. In jedem Themenbereich sind Lernziele und Lerninhalte angegeben, wobei die Lernziele den Lerninhalten übergeordnet sind. Für die Unterrichtsarbeit ist eine Gewichtung der Lernziele und Lerninhalte erforderlich. Die Auswahl der Lerninhalte soll so geschehen, daß dadurch die

Erreichung der den Themenbereichen zugeordneten Lernziele gewährleistet bleibt. Gleichzeitig soll aber der pädagogische Freiraum für einen auf die Schüler und Schülerinnen zentrierten und handlungsorientierten exemplarischen Unterricht gewahrt werden.

2. Klasse:

Lernziele

Lerninhalte

1 Begegnungen mit Physik im Alltag - physikalische Grunderfahrungen.

Erkennen und Zuordnen von Vorgängen aus der Umwelt. Kritische Auseinandersetzung mit von Schülerinnen und Schülern eingebrachten Erklärungsversuchen: gegebenenfalls Überprüfung durch einfache Experimente.

Von Schülerinnen und Schülern eingebrachte Problemstellungen. Phänomene elektrischer Stromkreise, von Permanent- und Elektromagneten. Gefahren und einfache Sicherheitsvorkehrungen bei Stromkreisen.

2 Alle Stoffe bestehen aus Teilchen - Erfahrungsbereich Wärme

Lernziele

Lerninhalte

Erarbeiten von objektiven Temperaturmessungen aus den subjektiven Empfindungen "warm - kalt". Erkennen der Bedeutung verschiedener Temperaturbereiche für wichtige biologische und technische Vorgänge. Modellartiges Erklären von thermischen Erscheinungen und Grundbegriffen des Aufbaus von Körpern.

Erarbeiten von objektiven Temperaturmessungen aus den subjektiven Empfindungen "warm - kalt". Erkennen der Bedeutung verschiedener Temperaturbereiche für wichtige biologische und technische Vorgänge. Modellartiges Erklären von thermischen Erscheinungen und Grundbegriffen des Aufbaus von Körpern.

Wärmedehnung. Temperaturmessung. Phänomene, wie Schmelzen, Verdampfen, Verdunsten als Änderung des Volumens und der Teilchendichte. Einführung des Teilchenmodells: Größenordnung und Bewegung von Teilchen. Kräfte zwischen den Teilchen. Einfluß der Teilchenkräfte auf die Zustandsformen von Körpern. Anwendung auf Alltagsbeobachtungen (z.B.: Ausbreitung von Geruchsstoffen, Auflösung, Ölfleck auf Wasser, feuchte Mauern, Bodenfeuchtigkeit, Saftsteigen).

Lernziele

Lerninhalte

3 Kräfte und ihre Wirkungen - Erfahrungsbereich Bewegungen

Qualitatives Erkennen von unterschiedlichen Bewegungsabläufen aus dem Erfahrungsbereich der Schülerinnen und Schüler. Erkennen von erwünschten und unerwünschten Auswirkungen der Reibung. Verstehen des Begriffes Geschwindigkeit und deren Einheiten. Beobachten und Erklären von verschiedenen Trägheitseffekten. Erkennen und Verstehen von:
kräftefreie Bewegungsabläufe,
Kräfte als Ursache für die Änderung des Bewegungszustandes, Masse als Maß für die Trägheit,
Kräfte als Ursache für die Verformung von Körpern, paarweises Auftreten von Kräften, Gewichtskraft als Wechselwirkung zweier Körper, Reibungskraft als Wechselwirkung zweier Körperoberflächen.

Bewegungsarten. Vergleich und Bestimmung von Geschwindigkeiten. Trägheit als allgemeine Körpereigenschaft. Vergleich von Kräften. Einheit der Kraft. Messung der Kraft und Darstellung als Pfeil. Kraft und Gegenkraft. Vergleich von Massen. Einheit und Messung der Masse. Dichte. Gewichtskraft. Reibungskraft.

Lernziele

Lerninhalte

<p>4 Druck, Auftrieb und Schall - Teilchen wirken überall.</p>	<p>Erarbeiten des Druckbegriffes aus alltäglichen Beobachtungen. Erklären von Druck, Druckänderung und Auftrieb mittels Teilchenmodells. Qualitatives Unterscheiden zwischen statischem und dynamischem Auftrieb. Erkennen des gemeinsamen Prinzips von hydraulischen Anlagen. Verstehen des Schalls als Druckausbreitung. Erkennen der Auswirkungen von Lärm auf den Menschen und der Bedeutung von Lärmschutzmaßnahmen.</p>	<p>Druck: Einheit und Messung des Druckes. Gewichtsdruck in Flüssigkeiten und Luft. Statischer Auftrieb in Flüssigkeiten und Luft. Einfache Experimente zum dynamischen Auftrieb. Schwimmen, Aufsteigen, Schweben, Sinken, Fliegen. Archimedisches Prinzip. Ausbreitung des Druckes. Blutdruck. Entstehung des Schalls. Schalleitung und Schallgeschwindigkeit. Frequenz und Tonhöhe. Lärmschutz.</p>
--	---	---

Lernziele

Lerninhalte

<p>5 Energie- Anwendungen in Natur und Technik</p>	<p>Verstehen anhand einfacher Beispiele von: Bedeutung der Lage des Schwerpunktes für Gleichgewicht und Standfestigkeit Wirkung der Hebel. Erkennen der unterschiedlichen Bedeutungen des Wortes Arbeit in Umgangs- und Fachsprache. Verstehen der Naturvorgänge als Energieumwandlung, bzw. Energietransport und Gewinnen eines Grundverständnisses des Begriffes Energie. Bewerten von Medienberichten zum Thema Energie.</p>	<p>Schwerpunkt und Gleichgewicht. Hebel in Natur und Alltag (z.B. Beuger und Strecker der Skelettmuskulatur, Fitnesgeräte, Werkzeuge, Anwendungen im Sport). Energie und Arbeit. Einheiten. Beispiele von Energieumwandlungen. Energietransport. Beispiele von Energiespeicherungen aus Biologie und Technik."</p>
--	---	--

3. Klasse:	Lernziele	Lerninhalte
<p>1. Wärme als eine Form der Energie - Erscheinungen in Umwelt und Alltag</p>	<p>Erarbeiten des Begriffs Wärmeenergie durch Beobachten und Einordnen von Wärmeerscheinungen im Alltag. Planen und Durchführen von experimentellen Untersuchungen zu grundlegenden Zusammenhängen. Deuten dieser Zusammenhänge mit Hilfe des Teilchenmodells. Modellartiges Erklären verschiedener Formen des Wärmetransports und deren gleichzeitigen Auftretens. Erkennen der Bedeutung des Wärmeaustauschs für Lebewesen. Modellartiges Erklären von Zustandsänderungen. Erkennen deren praktischer Bedeutung. Verstehen der dabei auftretenden Energieumsetzungen. Einsicht gewinnen in die Zusammenhänge zwischen beobachteten Wettervorgängen und globalen Klimaerscheinungen durch die Einwirkung der Sonne.</p>	<p>Reibungswärme. Verbrennungswärme. Stromwärme. Heizsysteme, Wärmedämmung, Kleidung. Wärmehaushalt von Lebewesen. Bedingungen für die Änderung der Zustandsformen (Temperatur, Druck): Löten, Schweißen. Anomalie des Wassers. Druckkochtöpf. Zustandsänderungen bei der Zubereitung von Speisen. Schmelz- und Verdampfungswärme. Wiederverwertung von Materialien. Die Sonne als Motor für das Wettergeschehen und als Energiequelle: Tag und Nacht, Jahreszeiten, Wasserkreislauf, Meeresströmungen, Windsysteme, Nebel- und Wolkenbildung, Niederschläge.</p>
<p>2. Ströme im täglichen Leben - Erfahrungsbereich Elektrizität</p>	<p>Qualitatives Verstehen der Bedeutung elektrostatischer Kräfte für den Atombau und für die chemische Bindung. Kennenlernen der Symbolschreibweise für Elemente bzw. Atome, Verbindungen bzw. Moleküle und für Reaktionen. Verstehen des Ordnungsprinzips der Elemente. Planen und Durchführen von experimentellen Untersuchungen zu grundlegenden Zusammenhängen. Verstehen von elektrischen Erscheinungen aus dem Erfahrungsbereich der Schülerinnen und Schüler durch Erweiterung des Teilchenmodells. Anwenden dieser Erkenntnisse auf die Struktur der Materie. Verstehen der unterschiedlichen elektrischen Leitfähigkeit von Stoffen. Wissen der Gesetzmäßigkeiten einfacher Stromkreise. Qualitatives Verstehen verschiedener Spannungsquellen als Energieumformer.</p>	<p>Grundzüge des Periodensystems der Elemente. Unterschiedliche Eigenschaften von Stoffen als Folge der unterschiedlichen Bindungsarten zwischen Teilchen. Stromkreise in Alltag und Schülerexperiment. Phänomene der Elektrostatik. Atomaufbau aus Kern und Hülle (neutrales Atom, Ion, Elektron). Moleküle. Einfache Summenformeln. Prinzipieller Aufbau von Leitern, Halbleitern, Elektrolyten und Nichtleitern mit Beispielen praktischer Anwendungen. Stromstärke. Spannung. Widerstand. Größenordnungen in Natur und Technik (z.B. EKG, Elektrofahrzeuge, elektrisches Spielzeug, Haushaltsgeräte, Blitz). Gefährdung des Menschen durch elektrischen Stromfluß. Energieumformung in galvanischen Zellen, Batterien, Akkumulatoren, Solarzellen, Thermoelementen und im Fahrraddynamo.</p>

Lernziele

Lerninhalte

<p>3. Elektrizität in Haushalt und Technik - Schutz- und Sparmaßnahmen</p>	<p>Planen und Durchführen von Untersuchungen zu grundlegenden Zusammenhängen. Qualitatives Erkennen von unterschiedlichen Bewegungen elektrischer Ladungsträger. Sicherheitsbewusstes Umgehen mit Elektrogeräten. Verstehen von Energieumformung; Arbeitsverrichtung und Wirkungsgrad elektrischer Geräte. Unterscheiden, Anwenden und Verallgemeinern der Begriffe Arbeit und Leistung. Erkennen der Notwendigkeit von Energiesparmaßnahmen. Gewinnen von Einsichten in die ökologische Bedeutung von Energiesparmaßnahmen. Erarbeiten sinnvoller Möglichkeiten von Energiesparmaßnahmen.</p>	<p>Gleichstrom. Wechselstrom. Spannungsbereiche. Isolation. Berührungsschutz. Sicherungen als Anlagenschutz. Schutzfunktion des FI-Schalters. ÖVE-Kennzeichnung. Leistungsschild. Umformung von elektrischer Energie in Wärmeenergie, Lichtenergie bzw. mechanische Energie. Stromzähler. Elektrische Arbeit. Elektrische Leistung. Leistungsbedarf von Elektrogeräten. Grundlast, Spitzenbedarf in der öffentlichen Stromversorgung.</p>
--	---	--

4. Klasse Physik: Lernziele

<p>1. Elektrizität in Haushalt und Technik - Erzeugung und Transport elektrischer Energie</p>	<p>Einsicht gewinnen in die magnetischen Wirkungen elektrischer Ströme. Prinzipielles Verstehen des ursächlichen Zusammenhanges zwischen der Änderung eines Magnetfeldes und dem Auftreten einer elektrischen Spannung. Prinzipielles Verstehen der Kraftwirkungen eines Magnetfeldes auf einen stromdurchflossenen Leiter. Erkennen der Bedeutung des Elektromagnetismus in Alltag und Technik. Planen und Durchführen einfacher Experimente. Grundlegendes Wissen über Transport und Verteilung elektrischer Energie. Erkennen der Gefahren des elektrischen Stroms. Verstehen der Bedeutung wichtiger elektrotechnischer Sicherheitseinrichtungen.</p>	<h4>Lerninhalte</h4> <p>Permanente Magnet. Elektromagnet. Magnetfeld. Magnetische Influenz. Praktische Anwendungen. Phänomene der Induktion anhand einfacher Experimente. Wirkungsweise von Elektromotor, Generator und Transformator. Praktische Anwendungen. Transport elektrischer Energie. Nationale und internationale Elektrizitätsversorgung. Grundlagen des Elektroschutzes.</p>
---	--	--

Lernziele

<p>2. Wie Geräte funktionieren - Erfahrungsbereich technischer Alltag</p>	<p>Einsicht gewinnen in Prinzip und Funktionsweise von technischen Geräten aus dem Interessensbereich der Schülerinnen und Schüler. Erarbeiten von Prinzipien der Informationsübertragung und Informationsspeicherung mittels Schüleraktivitäten.</p>	<h4>Lerninhalte</h4> <p>Prinzip und Funktionsweise von Elektrogeräten (z.B. Fernsehapparat, Telefon, Kassettenrecorder, CD-Player, Waschmaschine). Analoge und digitale Signale. Beispiele für praktische Anwendungen.</p>
---	--	---

Lernziele

3. Licht und Farben -
Erfahrungsbereich Sehen

Erkennen der Voraussetzungen für die Sichtbarkeit von Körpern.
Wissen um die geradlinige Lichtausbreitung und die Schattenbildung.
Unterscheiden können der verschiedenen Reflexionsarten.
Einsicht gewinnen in die grundlegenden Vorgänge bei der Lichtbrechung.
Verstehen der Bildentstehung in optischen Systemen.
Erkennen der Entstehung von Körperfarben.

Lerninhalte

Scheinwerfer. Tag und Nacht. Mondphasen, Mond- und Sonnenfinsternisse. Camera Obscura.
Reflexionsverhalten unterschiedlicher Körper.
Ebene und gekrümmte Spiegel. Bildentstehung.
Brechung zum Lot. Brechung vom Lot. Totalreflexion. Optische Prismen.
Sammel- und Zerstreuungslinsen. Bildentstehung.
Funktionsweise ausgewählter optischer Geräte.
Zerlegung des weißen Lichtes: Spektrum.
Körperfarben durch Reflexion und Absorption.

Lernziele

4. Kräfte und ihre
Wirkungen -
Erfahrungsbereich
Kurvenfahrt

Unterscheiden und Anwenden der physikalischen Größen Geschwindigkeit und Beschleunigung (qualitativ und quantitativ).
Erkennen und Verstehen des Zusammenhanges zwischen Beschleunigung und Kraft. Verstehen einer Bewegung längs einer gekrümmten Bahn als Folge der Einwirkung einer Querkraft.
Deuten der Gewichtskraft als Gravitationskraft.
Einsicht gewinnen in die Bewegungen von Planeten und Satelliten.

Lerninhalte

Geschwindigkeiten und Beschleunigungen einfacher Bewegungsabläufe in Experimenten von Schülerinnen und Schülern.
Kräfte in einfachen Bewegungsabläufen in Alltag und Sport.
Sicherheitsaspekte.
Zentralkraft.
Qualitative Abhängigkeit der Gravitationskraft von den Massen und ihrem Abstand.
Bahnen von Planeten und Satelliten.

Lernziele

5. Strahlung und
Energie - Radioaktivität
in Umwelt und Technik

Einsicht gewinnen in die Veränderungen im Atomkern als Ursache für Radioaktivität.
Verstehen der Radioaktivität als ständig auftretender Vorgang.
Einsicht gewinnen in die Energieumsetzung in Sonne und Kernreaktoren.

Lerninhalte

Alpha-, Beta-, Gammastrahlung. Zeitliche Abnahme der Aktivität. Abschirmung.
Radioaktivität in der Umwelt. Hintergrundstrahlung.
Auswirkung ionisierender Strahlung. Qualitativer Vergleich von Hintergrundstrahlung und technisch verursachter Strahlung.
Strahlenschutz.
Anwendung radioaktiver Stoffe in Forschung, Medizin und Technik.
Kernverschmelzung. Kernspaltung.

4. Klasse Chemie: Lernziele

<p>1. Die Natur als Rohstoffquelle</p>	<p>Verstehen des Unterschiedes zwischen anorganischen und organischen Stoffen. Einsicht gewinnen in die unterschiedlichen Eigenschaften von Gemengen und Reinstoffen. Einsicht gewinnen in Eigenschaften der Reinstoffe als Verbindungen oder Elemente. Erkennen der Bedeutung von Trennverfahren für die Aufarbeitung von Naturprodukten. Verstehen der ökonomischen Grenzen bei der Aufarbeitung von Rohstoffen und bei Recyclingverfahren.</p>	<h3>Lerninhalte</h3> <p>Experimenteller Nachweis von Kohlenstoff und Wasserstoff in organischen Verbindungen. Experimentelle Untersuchung des Verhaltens von Stoffen als Reinstoff oder in Form eines Gemenges. Wasserelektrolyse als Beispiel für die Gewinnung von Elementen aus Verbindungen. Nachweisreaktionen für Wasserstoff und Sauerstoff. Sicherheitsaspekte beim Umgang mit brennbaren Gasen. Experimentelle Durchführung einiger Trennverfahren. Hinweise auf deren technische Bedeutung.</p>
--	---	---

Lernziele

<p>2. Die Vielfalt von Stoffen als Folge von wenigen Reaktionsprinzipien</p>	<p>Verstehen des Prinzips chemischer Reaktionen als Öffnen und Schließen von Bindungen. Erkennen der Notwendigkeit von Energieumsetzungen für chemische Reaktionen. Verstehen der Bedeutung des Sauerstoffs für Lebensvorgänge und in der Industrie. Verstehen der Bedeutung des Wassers für Lebensvorgänge und in der Industrie. Einsicht gewinnen in wichtige Eigenschaften und in die Bedeutung von Säuren und Basen. Erkennen der Eigenschaften von Salzen wichtiger Salzgruppen.</p>	<h3>Lerninhalte</h3> <p>Energieumsetzungen bei chemischen Reaktionen. Katalysatorwirkung. Oxidation als Aufnahme und Reduktion als Abgabe von Sauerstoff. Rasch und langsam ablaufende Oxidationen. Flammpunkt. Reaktionen von Oxiden mit Wasser. Wasserstoff als Reduktionsmittel. H^+- und OH^--Ionen als Merkmale saurer und basischer Lösungen; Nachweis durch Indikatoren. pH-Wert als Meßgröße. Typische Eigenschaften von Salzsäure, Schwefelsäure, Salpetersäure, Essigsäure. Sicherheitsaspekte beim Umgang mit Haushaltschemikalien. Gefahrensymbole und Aufbewahrungsrichtlinien für Chemikalien in Labor und Haushalt. Entsorgungsmöglichkeiten. Typische Eigenschaften von Natronlauge, gelöschtem Kalk, Ammoniak. Neutralisation. Beispiele für wichtige Salzgruppen.</p>
--	---	---

Lernziele

<p>3. Anorganische Rohstoffquellen und ihre Nutzung</p>	<p>Wissen um die Bedeutung von Salzen als Rohstoffe zur Herstellung von großtechnisch wichtigen Zwischen- und Endprodukten sowie von Materialien des Alltags. Erkennen der umweltrelevanten Aspekte bei der Erzeugung, Verwendung und Wiederverwertung von industriellen Produkten.</p>	<h3>Lerninhalte</h3> <p>Reduktionsverfahren in der chemischen Industrie: Kochsalzelektrolyse, Gewinnung von Aluminium, Eisen und Stahl. Eigenschaften und Bedeutung von technischen Zwischen- und Endprodukten. Beispiele für Salze als Rohstoffe (Düngemittel, Baustoffe, Glas und Porzellan). Umweltrelevante Aspekte und Möglichkeiten der Wiederverwertung.</p>
---	---	---

Lernziele

<p>4. Wenige Aufbauprinzipien bedingen die Vielfalt organischer Verbindungen</p>	<p>Verstehen von Ketten und Ringen der Kohlenwasserstoffe als Grundstrukturen organischer Verbindungen. Erkennen des Einflusses der Molekülgröße, zusätzlicher Atome und Atomgruppen für die Eigenschaften organischer Stoffe. Verstehen der unterschiedlichen Eigenschaften von Alkoholen und Carbonsäuren aufgrund ihres unterschiedlichen Aufbaus.</p>	<h3>Lerninhalte</h3> <p>Einfach- und Mehrfachbindungen in ketten- und ringförmigen Verbindungen. Verwendung von Molekülbaukästen. Strukturmerkmale von Alkoholen und Carbonsäuren. Experimenteller Nachweis. Methanol, Ethanol, alkoholische Gärung. Glycerin. Essigsäure, Essiggärung. Höhere Fettsäuren. Bedeutung von Alkoholen und Carbonsäuren in der Technik und für Lebensvorgänge. Gesundheitsgefährdung.</p>
--	---	---

Lernziele

<p>5. Organische Rohstoffquellen und ihre Nutzung</p>	<p>Wissen um fossile und nichtfossile Rohstoffquellen. Einsicht gewinnen in den Aufbau der Fette, Kohlenhydrate und Eiweißstoffe sowie in deren Bedeutung für die Ernährung. Gewinnen einer gesundheitsbewußten Einstellung zur Ernährung. Verstehen von Aufbau und Wirkungsweise von Seifen und Waschmitteln. Verstehen des Einflusses der Wasserhärte auf die Waschwirkung. Erreichen einer ökologisch sinnvollen, sicherheitsbewußten Verhaltensweise als Konsument bzw. Konsumentin. Einblicke gewinnen in die Vielfalt und Bedeutung von Textilfasern und Kunststoffen in verschiedenen Lebensbereichen. Einsicht gewinnen in die geringe Anzahl von Reaktionsmöglichkeiten und Strukturunterschieden, die in Natur und Technik zur Bildung von Riesenmolekülen führt. Unterscheiden können zwischen natürlichen, halbsynthetischen und synthetischen Produkten.</p>	<h3>Lerninhalte</h3> <p>Entstehung, Förderung und Verarbeitung von Erdöl, Erdgas und Kohle. Pflanzliche und tierische Rohstoffquellen. Fette als Produkte der Veresterung. Vergleich des Aufbaus und der Eigenschaften von tierischen und pflanzlichen Fetten. Kohlenhydrate. Traubenzucker, Fruchtzucker, Rohrzucker, Stärke; Vergleich des Aufbaus und der Eigenschaften. Nachweisreaktionen. Fotosynthese. Proteine; Aufbau aus Aminosäuren. Nachweisreaktionen. Vielfalt der Kombinationsmöglichkeiten beim Proteinaufbau. Konservierungsmöglichkeiten von Nahrungsmitteln. Informationen über das Lebensmittelgesetz. Verseifung. Beispiele für Arten von Seifen. Hartes und weiches Wasser. Sicherheitsaspekte beim Umgang mit Wasch- und Reinigungsmitteln. Durchführung einfacher Experimente zur Unterscheidung von Textilfasern bzw. Kunststoffen. Polymerisation von Alkenen. Bildung unterschiedlicher Produkte aufgrund verschiedener Atome oder Atomgruppen im Molekül. Zellulose. Zellstoff als Zwischenprodukt für die Herstellung von Papier und Textilfasern.</p>
---	---	---

Lernziele

6. Umweltprobleme als Folge der Störung natürlicher Kreislaufsysteme

Verstehen von Kreislaufsystemen in der Natur am Beispiel des Kohlenstoffkreislaufs.
Erkennen der Dosis als Kriterium für die Schädlichkeit von Stoffen und der Notwendigkeit eines verantwortungsvollen Umgangs mit Chemikalien.
Einsicht gewinnen in die Entstehung, Ausbreitung und Wirkungsweise von Schadstoffen sowie in die Möglichkeiten zu deren Verminderung.

Lerninhalte

Fotosynthese als Teil des Kohlenstoffkreislaufs.
Kohlendioxidproblem.

Dosis, MAK, MTK, ppm, ppb.

Qualitative experimentelle Bestimmung der Hauptbestandteile der Luft und eventuell einiger Spurenbestandteile.

Luftschadstoffe durch Verbrennungsvorgänge und aus natürlichen Quellen. Ozon. Smog.

Möglichkeiten der Verminderung von Luftschadstoffen.

Beispiele für Schadstoffe im Wasser.

Belastung der Gewässer durch Wasch- und Reinigungsmittel.
Wirkungsweise von Kläranlagen.

Möglichkeiten der Entsorgung und der Recycling von Textilfasern und Kunststoffen.

Möglichkeiten der Müllvermeidung und Mülltrennung.

C Didaktische Grundsätze: (2. bis 4. Klasse)

Der Physik- und Chemieunterricht geht von konkreten Beobachtungen, Erfahrungen und mitgebrachten Vorstellungen der Schülerinnen und Schüler aus. Er soll zu übergeordneten Begriffen und allgemeinen Einsichten führen, die anhand weiterer Beispiele auf konkrete Sachverhalte angewendet werden. Der Unterricht hat auf altersgemäßen Denkwegen und Deutungsversuchen der Schülerinnen und Schüler aufzubauen. Dabei sollen sie ein Grundverständnis erwerben, das sich in einem Entwicklungsprozess in jeder Schulstufe vertieft und erweitert. An geeigneten Inhalten ist den Schülerinnen und Schülern im Sinne eines handlungsorientierten, auf sie zentrierten Unterrichts Gelegenheit zu möglichst selbständigem Suchen, Forschen und Entdecken zu geben. Dies bedingt Experimente von Schülerinnen und Schülern. Die Schülerinnen und Schüler sollen im Unterricht auch Hypothesen aufstellen und experimentell überprüfen.

Bei der Formulierung und Anwendung von Gesetzen ist auf qualitative und JEDO-Formulierungen besonderer Wert zu legen. Bei der Gewinnung von Zusammenhängen und deren Verallgemeinerungen sollen nach Möglichkeit Diagramme verwendet werden. Gegebenenfalls kann daraus eine mathematische Formulierung folgen. Modellvorstellungen (z.B. Teilchenmodell) und

grundlegende Begriffe (z.B. Kraft, Trägheit, Energie) sowie das Periodensystem der Elemente sollen an allen geeigneten Stellen zur Erklärung von Erscheinungen herangezogen werden.

Bei der Unterrichtsplanung ist die exemplarische Vertiefung der informierenden Darbietung vorzuziehen; Querverbindungen und Vernetzungen sowie Praxisbezüge sind herzustellen.

Der Lehrplan fordert die Erreichung der angegebenen Lernziele. Die Auswahl der dazu verwendeten Lerninhalte fallen in die pädagogische Verantwortung des Lehrers bzw. der Lehrerin. Die angeführten Lerninhalte haben Beispielcharakter.

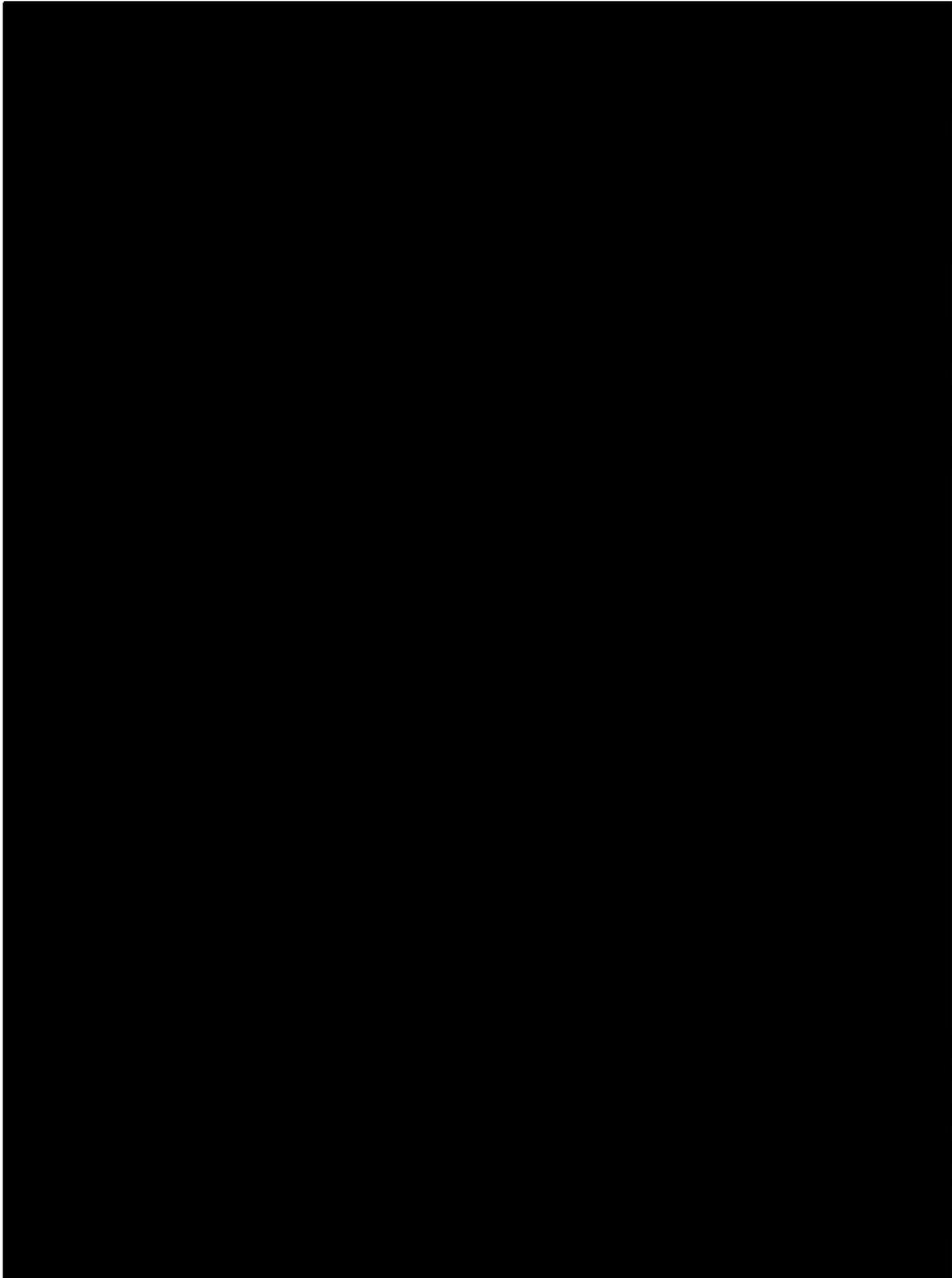
Jedem Prozeß einer Erkenntnisgewinnung soll eine Phase der Wiederholung, der Übung und Anwendung folgen.

Der Unterricht soll durch entsprechende Sozialformen (z.B. Partner- und Gruppenarbeit) und geeignete Lehrformen (z.B. Experimente von Schülerinnen und Schülern, Auseinandersetzung mit aktuellen Problemen) das Lernen im sozialen und emotionalen Bereich fördern."

Der hier abgedruckte Lehrplan wurde von Herrn Peter Angerer aufgrund der ihm zur Verfügung stehenden Unterlagen sorgfältig formatiert. Trotzdem kann keine Gewähr für Fehlerfreiheit übernommen werden.
P. Angerer und die Redaktion.

Das originelle Geschenk zu besonderen Anlässen

Die Wetterkarte von damals



Bis 31. 12. 1994 wurden
die Wetterkarten der
**Zentralanstalt für
Meteorologie und
Geodynamik**
per Hand gezeichnet.

Für jeden Tag Ihrer Wahl
seit 1865 können Sie zu
günstigen Preisen eine
Farbkopie erhalten.

Bestellungen über den
Verein bei gleichzeitiger
Überweisung des
Rechnungsbetrags auf das
Vereinskonto
Bank Austria 612424903

Bestellschein – Wetterkarten

Hiermit bestelle ich

	A4-Format	A3-Format
.... Stück Wetterkarten (1950 - 1994) vom __. __. 19__	zu ÖS 245,- <input type="checkbox"/>	zu ÖS 315,- <input type="checkbox"/>
.... Stück Wetterkarten (1900 - 1949) vom __. __. 19__	zu ÖS 350,- <input type="checkbox"/>	zu ÖS 410,- <input type="checkbox"/>
.... Stück Wetterkarten (1865 - 1899) vom __. __. 18__	Originalformat	zu ÖS 750,- <input type="checkbox"/>
.... Stück Ältteste Wetterkarte von Österreich	Originalformat	zu ÖS 1800,- <input type="checkbox"/>

Zutreffendes bitte ankreuzen! Preise zuzüglich einmaligen Portospesen von ÖS 30,-

Name:

Adresse:

Keine Chance dem Okkultismus

Dieter Kadan

Ausgehend von einem Vortrag anlässlich der 49. Fortbildungswoche im Februar 1995 möchte ich schriftliches Material nachfolgen lassen. Das Erleben eines "okkulten Phänomens" ist das Salz in der Suppe des Okkultismus, eine Beschreibung besitzt damit verglichen wenig Flair. Wer den Vortrag erlebt hat, bei dem wird, so hoffe ich, das Erlebte wieder wach.

Ich werde zeigen, wie man im Physikunterricht mit einfachen Experimenten Schüler zu einer kritischen Haltung gegenüber dem Okkultismus anregen kann. Wer vorerst wissen möchte, ob seine Schüler das Thema Okkultismus überhaupt interessiert, kann zum Einstieg jeden Schüler einen Fragebogen nach dem Muster der Boltzmann-Studie [1] beantworten lassen:

Okkult – Spiritistische Riten	Ergebnisse der Boltzmann-Studie
Hast Du schon einmal versucht?	
1) Tischerlrücken	29,2%
2) Pendeln	26,2%
3) Kartenlegen	25,1%
4) Handlesen	20,7%
5) Mindestens eines	58,6%
6) Wunsch, die eigenen übersinnlichen Kräfte zu entdecken	38,4%
7) Interessierst Du Dich für Hexenkulte?	31,4%

Die Zahlen sind in der Tat überraschend. Ich habe die Antworten der Klasse zur Frage 5) ausgezählt. Bei der hohen Zustimmungquote (2/3) zeigten auch die scheinbar nicht betroffenen Schüler plötzlich Interesse.

Okkultismus ist also ein aktuelles Thema. Der ORF zeigte dazu die Videodokumentation *Übersinnliches Entzaubert* und hatte in der *Nachlese* [2] die Titelgeschichte *Fauler Zauber*. Ganz zu schweigen von der Messe *Bewusstsein 94* im Austria-Center u.ä.. Wer – so wie ich – zu den ehrlichen Zauberkünstlern gehört, stolpert über die Scharlatane gezwungenermaßen. Man lernt "zaubernde Okkultisten" kennen, die nicht zugeben wollen, daß sie, wie die Medizinmänner anderer Kulturkreise, mit Tricks arbeiten. Der Begriff Okkultismus läßt allerdings keine Differenzierung zu. Ich möchte unterscheiden zwischen der Parapsychologie, die man auch wissenschaftlich betreiben kann, und der Scharlatanerie. Dazu gehören all jene, die so tun als ob. Wortreiche Blender sind das, Schwätzer sozusagen. Das Wort ist ja mit dem italienischen Wort "ciarlare" verwandt, was eben "schwätzen" bedeutet. In diesem Sinne müßte die Überschrift *Keine Chance den Scharlatanen* lauten.

1. Phänomen: Das Pulsstoppen der Fakire

Ich zeige jetzt, mit welch einfachen, physikalischen Mitteln man einen zu einem Scharlatan passenden Effekt produzieren kann. Zu den Schülern sage ich einleitend: "Wenn ein Guru etwas verkaufen will, braucht er unser Vertrauen. Er würde versuchen Eindruck zu schinden, indem er zeigt, wie er seinen Puls kontrollieren kann. Hat zufällig jemand von euch schon

einen Erste-Hilfe-Kurs absolviert? Ich benötige jedenfalls jemanden, der meinen Puls tasten kann. (Es meldet sich ein Pulsmesser.) Du bist jetzt unser objektiver, akustischer Pulsanzeiger. Ertastest du meinen Puls am Handgelenk? Sprich bitte laut im Rhythmus meines Herzschlages TICK-TACK dazu!" "tick ... tack ... tick ... tack ... tick tack tick tack tick???" (Er sagt nichts mehr.) "Kannst du bezeugen, daß der Puls langsamer wurde und stehen geblieben ist? Ich bin aber kein Guru. Hast Du eine Erklärung für dieses Phänomen?"

Ich habe meine Schüler in Physik gefragt, aber niemand hat so recht an eine physikalische Lösung des Rätsels geglaubt. Eine solche existiert jedoch tatsächlich! Mit der nun folgenden Erklärung, die übrigens auch in manchen Zauberbuch für Anfänger zu finden ist, kann jeder den Effekt im Physikunterricht nachvollziehen und mit den Schülern besprechen. Wer selbst dem Geheimnis auf die Spur kommen möchte, sollte jetzt an dieser Stelle unterbrechen, die Augen schließen und nachdenken...

Erklärung: Es wird jedem einleuchten, daß der Puls nur am Handgelenk nicht mehr zu tasten war. An der Halsschlagader kann man aus verständlichen Gründen den Puls nicht zum Stillstand bringen, zumindest nicht mit unserer Methode. Will jemand schon zu Beginn am Hals messen, muß man das mit dem Hinweis, daß man dort empfindlich sei, zurückweisen. Bleibt noch die Frage zu klären, wie die Blutzufuhr in den Arm kurzzeitig unterbrochen werden kann. Abbinden wäre zu auffällig, abdrücken ist schon besser! Aber wo? In der Ellbogenbeuge macht man das nach dem Blutspenden. Für unsere Zwecke ist jene Stelle unter der Achsel geeignet, wo eine Arterie knapp unter der Haut verläuft. Vor der Darbietung muß man dort einen nuß- bis faustgroßen harten Gegenstand einklemmen, z.B. einen Stein (schwer) oder eine Walnuß (leicht!). Sobald der Kontrollor den Puls tastet, verstärkt man den Anpreßdruck durch eine kleine Armbewegung Richtung Körper. Die Nuß drückt daraufhin die Arterie ab. Das ist also der physikalische Aspekt des "Pulsstoppens".

2. Phänomen: Das Pendeln

Wer Jugendliche fragt, welche Typen von Pendeln sie kennen, erhofft vielleicht als Antwort "physikalische Pendel, mathematische Pendel, gekoppelte Pendel u.s.w.", muß aber auch mit der Antwort *Siderisches Pendel* rechnen. Darunter versteht man eine an einen dünnen Faden (Haar) geknüpfte Metallkugel (Ring) zum angeblichen Nachweis von Wasser, Erz u.a.. Ja sogar das Geschlecht des Pendlers soll vom Pendel angezeigt werden können, ganz zu schweigen von Antworten auf sog. Schicksalsfragen.

Betrachten wir die abgebildete Pendelkarte genauer. (Eine solche soll auch in *Bravo*, einem Magazin für Jugendliche, veröffentlicht worden sein.) Zumindest für einen Laien kann die Versuchung, das Pendeln auch einmal zu probieren, damit gesteigert werden. Wer interessiert sich nicht dafür, ob z.B. ein

Mag. Dieter Kadan, Kollegium Kalksburg, 1230 Wien. Als Zauberkünstler (Vizestaatsmeister 1994) lehrt er an der VHS Wien-Liesing Zaubern.

Lottogewinn oder eine Freundschaft ins Haus steht? Jedenfalls wird durch die geschickt gewählte Beschriftung sowohl der materielle als auch der emotionale Bereich abgedeckt, ganz nach dem Motto: Für jeden Suchenden etwas. Diese Pendelkarte suggeriert die einfachste Handhabung eines Pendels. Die geht folgendermaßen: Man stützt einen Arm mit dem Ellbogen am Tisch auf und versucht, das Pendel über dem Mittelpunkt des (Halb)kreises in Ruhe zu halten. Es wird – vielleicht – in einem Sektor zu schwingen beginnen. Bevor wir auf das Warum eingehen, möchte ich zuerst die beobachteten Phänomene näher beschreiben. Es sind ja mehrere Überraschungen gleichzeitig: Das Pendel beginnt scheinbar ohne äußere Kraftwirkung, d.h. von selbst, zu schwingen. Das Pendel scheint eine Antwort auf die Frage zu kennen. Und drittens schwingt das Pendel für die Dauer des Experiments über einer Antwort, d.h. es verwickelt sich nicht in Widersprüche. Auf den Punkt gebracht bleiben zwei Fragen übrig:

1. Warum bewegt sich das Pendel?

Es ist gar nicht so leicht, ein Pendel vollkommen ruhig zu halten. Kleinste Bewegungen der Hand, hervorgerufen durch Puls, Atmung, Muskeln und verkrampfte Anspannung, verhindern das Ruhighalten und lenken das Pendels aus.

2. Woher weiß das Pendel die Richtung?

Klarerweise hängt das von den Rahmendingungen des Experiments ab: die vorgegebenen Antworten auf der Pendelkarte und der Umstand, daß sie der Experimentator gelesen haben muß. Verbundene Augen und eine heimlich vertauschte Pendelkarte würden manchen Okkultisten ins Schwitzen bringen. Der Experimentator (das "Medium") wählt nämlich unbewußt die Antwort aus. Das ist der sog. *Carpenter*-Effekt [3]. W. Carpenter beschreibt die – manchmal "psychomotorisch" genannte – Bewegung der Hand, die das Pendel hält, als "ideomotorische Reaktion" auf (z.B.) die Pendelkarte. Man spricht in diesem Zusammenhang von der animistischen Hypothese: Das Pendel fungiert als "Steigrohr aus dem Unbewußten"[4], [5]. Die spiritistische Hypothese besagt im Gegensatz dazu: "Das Pendel schwingt aufgrund der Strahlung aus dem Jen-

seits". Wir haben es hier aber mit einem physikalisch erklärba- ren Effekt mit psychologischem Hintergrund zu tun.

Ganz nebenbei verraten: Für Zauberkünstler bewahrheitet sich wieder: Zwei Trickprinzipien (physikalisch und psycholo- gisch) gepaart in einem Kunststück vermögen eine gelungene Täuschung herbeizuführen. Wie kann man nun mit diesem Wissen ein Pendelexperiment konstruieren, das von der Rolle der Physik dabei auch Skeptiker der Naturwissenschaften überzeugt? Einer Gruppe von Versuchspersonen, z.B. einer Schulklasse, kann man leicht zeigen, daß ein Pendel die Bewe- gungen so ausführt, wie es das Medium will. Ja, wenn man die Gruppe teilt, kann man die Pendel sogar einander wider- sprüchliche Bewegungen ausführen lassen. Eine genaue Ver- suchsanleitung dazu findet man z.B. bei W. Hund [6].

3. Phänomen: Das Wünschelrutengehen

Das Wünschelrutengehen wird oft in Verbindung mit dem Pendeln gebracht. Ich habe es selbst weder ausprobiert noch jemanden dabei beobachten können. Allerdings habe ich in der Klasse noch jedesmal Schüler gefunden, die als Augenzeugen davon berichteten. Suchen nach sog. Wasseradern zum Brun- nenbohren oder zur Vermeidung von Schlafstörungen. Als Material für eine Unterrichtsstunde bietet sich der Artikel von Univ. Prof. Dr. F. Cap an [7]. (Kopien auch nach Anruf! 0222/ 8767131). Man spricht von "ideomotorischer Triggerung eines instabilen Kohnstammeffektes". Das soll aber niemanden von der empfehlenswerten Lektüre abschrecken.

4. Phänomen: ESP bzw. ASW

Die Abkürzungen stehen für Extra-Sensory-Perception, was eben außersinnliche Wahrnehmung bedeutet. Bereits 1934 er- schien das Buch *ESP* von J. B. RHINE (*1895). Der "Vater der Parapsychologen" leitete das parapsychologische Labor an der Duke-University in Durham, North-Carolina, USA. Er ver- wendete die mittlerweile auch bei Zauberkünstlern beliebten sog. ESP-Symbole: Quadrat, Kreuz, Wellen, Kreis oder Stern.

In einem Versuchsraum produziert eine Maschine eine Zufallsfolge dieser Symbole, in einem anderen Raum versucht ein Medium (= Versuchsperson), eben durch außersinnliche Wahrnehmung diese Zufallsfolge zu reproduzieren [8]. Vor der Klasse behaupte ich, ich sei ein Medium, das ASW beherrsche. Die Schüler erleben das ungefähr so: "Ich habe zwei Sätze solcher Symbolkarten mitgebracht. Wer kennt sich mit Spielkarten aus und kann gut mischen? ... Bitte mischst Du! ... Jemand anderer sollte als Sender fungieren. ... Du nimmst immer eine Karte von deinem Stapel von oben weg. Schau sie dir heimlich ganz genau an und versuche mir das Symbol auf telepathischem Wege zu senden. Einfach fest daran denken, aber nichts deuten oder sprechen. ... Ich habe etwas empfangen. Ich lege eine von meinen Karten neben deine ebenfalls verdeckt auf den Tisch. ... Nimm bitte die nächste Karte." Der Vorgang wiederholt sich bis zur fünften Karte. Dann werden die Karten umgedreht, und man sieht, daß paarweise die gleichen nebeneinander liegen. Eine perfekte Übereinstimmung. Aber noch lange kein Beweis für ESP! Wer selbst dem Geheimnis auf die Spur kommen möchte, sollte jetzt an dieser Stelle unterbrechen, die Augen schließen und nachdenken...

Erklärung: Es gibt mehrere Methoden, dieses Zauberkunststück vorzuführen. Manche Schüler tippen z.B. auf gezinkte Karten. Man kann die Karten daraufhin getrost untersuchen lassen. Laien werden die Zinkung nicht entdecken. Trotzdem erspähe ich sie jedes Mal, wenn der Sender seine Karte auf den Tisch legt. Ich verschaffe Ihnen, lieber Leser, gerne ein solches Paket. Anruf genügt (s.o.). Übrigens, auch Laien können ESP-Karten in einem Geschäft für Zauberutensilien erstehen.

Neben Rhine hat sich Univ. Prof. Dr. Dr. Hans BENDER (1907-1991) am Institut für Grenzgebiete der Psychologie in Freiburg einen Namen gemacht. Ein *Run* bestand bei ihm aus 25 Vergleichen. Die Ergebnisse lagen *nicht* über den zu erwartenden Zufallstreffern gemäß der Wahrscheinlichkeitsrechnung. (Tip: Diese Berechnungen kann man übrigens einfach im MU nachvollziehen. Geordnete Stichprobe mit Zurücklegen. $P(\text{Trefferanzahl } x=1, \dots, 25) = ?$) Das ist zwar kein Beweis für die Nichtexistenz, aber auch kein Erfolg. Nach POPPER ist eine Theorie erst dann akzeptabel, wenn sie eine Falsifizierung überhaupt erlaubt. Wer mit den Schülern über diesen wissenschaftstheoretischen Aspekt sprechen möchte, dem sei noch einmal der Wünschelrutenartikel ans Herz gelegt.

5. Phänomen: Hellsehen à la Hanussen

Jan Erik HANUSSEN I. soll den Brand des Reichstagsgebäudes in Berlin 1933 vorhergesagt haben und wurde von nationalsozialistischen Schergen umgebracht. Hanussen der Zweite (i.e. Willi Gerstel) verspricht derzeit (siehe Tageszeitungen) seinen Opfern Glück und Reichtum und kassiert dabei eifrig. Ich möchte ein Experiment beschreiben, mit dem Hanussen I. auf der Bühne erfolgreich war: "Ich verteile einen Kuli und vier Zettel im Publikum. Jeder, der zufällig einen Zettel hat, schreibt darauf ein kurzes Wort oder eine Zahl, die ihm gerade in den Sinn kommt, z.B. einen Namen, einen Begriff, eine Telefonnummer oder ein Datum. Alle falten die Zettel auf die gleiche Weise, einmal längs, einmal quer. Ich halte einen geschlossenen Zettel an meine Stirne. Ja, ich kann etwas erkennen. es handelt sich um das Wort *Physik*.... Tatsächlich, es stimmt! Wer hat das geschrieben? u.s.w." Das Hellsehen wie-

derholt sich viermal. Alle Zettel können am Schluß einwandfrei kontrolliert werden.

Erklärung: So trocken sich die Schilderung liest, so eindrucksvoll ist das Experiment live vorgeführt, weshalb es auch als Höhepunkt den Abschluß bildet. Laien sind meist enttäuscht, wenn sie das Geheimnis erfahren. Ich habe die Zettel nicht markiert.(!) – Nachdenkpause – Es gibt aber einen geheimen Helfer, der, wie ausgemacht, "Physik" auf den Zettel geschrieben hat. Dieser Zettel darf erst als letzter geöffnet werden. Das Wort muß aber als erstes hellgesehen werden. Wenn man zur Kontrolle den ersten Zettel öffnet, liest man beiläufig das zweite hellzusehende Wort u.s.w.. Conclusio: Wenn man eine Methode kennt, kennt man noch lange nicht alle.

Fast hätte ich es vergessen: Zum Schluß möchte ich klarstellen, daß ich nicht *ausschließen kann, daß es okkulte Phänomene vielleicht doch gibt*. Vielmehr möchte ich eine Grundlage bieten, sich dem Thema Okkultismus naturwissenschaftlich zu nähern. Zum Schluß kommt noch Prof. Grzimek zu Wort: "Ob eine schwarze Katze Glück bringt oder nicht, hängt allein davon ab, ob man Mensch ist oder eine Maus."

Literatur

- [1] *Boltzmann-Studie 1988*. Projekt des Inst. f. Pastoraltheologie, Kath.-Theol. Fak. der Uni Wien. Umfrage bei Wiener Schülern. Zitiert nach Dr. K.-R. Essmann
 - [2] C. Charlson: *Fauler Zauber – Die "übersinnlichen" Tricks der Wunderheiler*, in ORF-Nachlese Oktober 1994, Österr.Staatsdruckerei. – Zusammenfassung der Video-Dokumentation
 - [3] K. Gottschaldt (Hrsg.) et al.: *Handbuch der Psychologie*, Göttingen, 1966
 - [4] W. Janzen: *Okkultismus*, Grünewald, Mainz, 1988, ISBN 3-7867-1367-7 – Kurzgefaßte Darstellung über Erscheinungsformen und Lehren des modernen Okkultismus und der Rolle der Kirche
 - [5] J. Mischo: *Okkultismus bei Jugendlichen*, Grünewald, Mainz, 1991, ISBN 3-7867-1525-4 – Die Entdeckungen der Physiker und Psychologen (!), sowie Ergebnisse einer empirischen Untersuchung
 - [6] W. Hund: *Okkulte Phänomene erfahren und hinterfragen*. Verlag an der Ruhr, Mülheim/Ruhr, 1991. ISBN 3-927279-86-2 Tel.:0049-208-49 50 40 – Pendelexperiment u.a. Demomaterial für den Unterricht
 - [7] Dr. F. Cap: *Wodurch schlägt die Wünschelrute aus?* in *Wissenschaftliche Nachrichten*, Jänner 1993, BMUK (Hrsg.) – wissenschaftlich-physikalische Erklärung, Beweistheorie, als Impulstext für den Unterricht
 - [8] G. Kraft u.a.: *Kursbuch Religion 7/8*, Diesterweg, Frankfurt a.M., 1978, ISBN 3-425-07608-6 – Photos zu ASW-Experimenten
- Hörmandinger, Karlinger, Trojan: *Wem glauben?* Schulbuchnr. 4113 für die 5. Kl. AHS, Verlagsgemeinschaft, Wien, 1987 – Schreibendes Tischchen = Planchette, fälschlich Tischerlrücken: mit Erklärung. Photo wenig glaubhaft.
 - H. Schreiber: *Wörterbuch der Parapsychologie*, Kindler TB2240, München, 1976, ISBN 3-463-02240-0 – sehr brauchbare Begriffserklärungen, Literaturliste!
 - Dr. H. G. Stumpf: *OMEGA, Zeitschrift für Übersinnliches und Übernatürliches*, Beginn Heft 1/1991, Vlg. A. Czernewitz, D-53721 Siegburg, Tel.:0049-2241-63760 für Probeheft – Aufklärungsschrift von einem Schulmann

Ausstellung Johannes Kepler in Graz

Im letzten Schuljahr wurde im BRG Keplerstraße Graz eine Ausstellung mit dem Titel *400 Jahre Johannes Kepler in Graz* gezeigt. Sie war über 2 Jahre in verschiedenen Projekten gestaltet worden und versuchte, schülergerecht Wissen und Erfahrungen über Johannes Kepler und seine Zeit zu vermitteln. Wegen des großen Erfolges (ca. 60 Schulklassen besuchten die Ausstellung) wird sie in diesem Schuljahr neuerlich geöffnet und ist interessierten Einzelpersonen und Klassen während der Schulzeiten zugänglich. Ein umfangreicher Katalog bietet weitergehende Informationen.

Auf 120 m² sind u. a. zu sehen:

- Ein Foucaultsches Pendel von 20 m Länge
- Alchimisten-Labor
- Graz um 1600: Modelle von Gebäuden
- Zeittafel 1571 - 1630: Politik, Wissenschaft, Kunst
- Weinhaß: Volumensbestimmung Keplers
- Keplersches Fernrohr
- Begehbare, innen verspiegelte Ikosaeder (Höhe: 3 m)
- Kepler-Kalender 1586
- Maßstäbliches Planetensystem-Modell
- PC mit Astronomie- und Astrologie-Software

Ausstellung: 400 Jahre Johannes Kepler in Graz.
Ab 13. Oktober 1995 während der Schulzeiten geöffnet.

Kontaktperson: Prof. Dr. Gerhard Rath, BRG Keplerstraße 1, 8020 Graz. Tel: 0316/914712

Der alte Kepler aus dem Titelblatt der Rudolphinischen Tafeln

Wir sind im Internet!

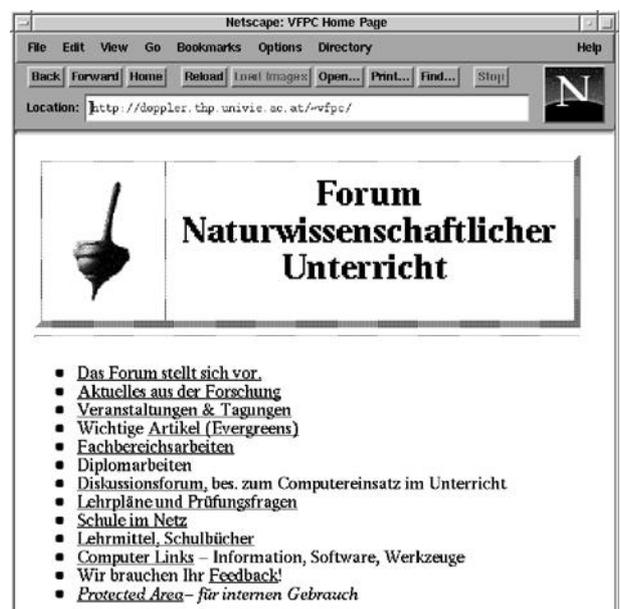
Förderverein und ÖPG-Fachauschuß LHS unterhalten gemeinsam einen elektronischen Informationsdienst im INTERNET, das *Forum Naturwissenschaftlicher Unterricht*.

Lesen Sie unter dem URL:

<http://doppler.thp.univie.ac.at/~vfpc>

die aktuellen Veranstaltungsankündigungen, wissenschaftliche Neuigkeiten, Fachbereichsarbeiten, Diplomarbeiten, fachdidaktische Aufsätze, Bibliographien, Informationen über Verlagsangebote und Lehrmittel und vieles mehr.

Nehmen Sie teil an der Diskussionsliste **pc-comp**.



■ [Das Forum stellt sich vor.](#)

■ [Aktuelles aus der Forschung](#)

■ [Veranstaltungen & Tagungen](#)

■ [Wichtige Artikel \(Evergreens\)](#)

■ [Fachbereichsarbeiten](#)

■ [Diplomarbeiten](#)

■ [Diskussionsforum, bes. zum Computereinsatz im Unterricht](#)

■ [Lehrpläne und Prüfungsfragen](#)

■ [Schule im Netz](#)

■ [Lehrmittel, Schulbücher](#)

■ [Computer Links – Information, Software, Werkzeuge](#)

■ [Wir brauchen Ihr Feedback!](#)

■ [Protected Area – für internen Gebrauch](#)

Beispiele der 26. Internationalen Physikolympiade – Teil I

Beispiel 1 Rotverschiebung aufgrund der Gravitation und Messung der Masse eines Sterns

(a) (3 Punkte)

Ein Photon der Frequenz f besitzt eine effektive Masse m , die durch die Energie bestimmt wird. Wir nehmen an, daß seine schwere Masse seiner Ruhemasse entspricht. Dementsprechend wird ein Photon, das von der Oberfläche eines Sterns emittiert wird, Energie verlieren, wenn es im Gravitationsfeld des Sterns aufsteigt. Weise nach, daß die Frequenzverschiebung eines Photons, das von der Oberfläche des Sterns ins Unendliche fliegt, beschrieben wird durch:

$$\frac{\Delta f}{f} = -\frac{GM}{Rc^2} \quad \text{mit} \quad \frac{\Delta f}{f} \ll 1$$

Mit: G ... Gravitationskonstante
 R ... Radius des Sterns
 c ... Lichtgeschwindigkeit
 M ... Masse des Sterns

Aus diesem Grund kann die Rotverschiebung einer bekannten Spektrallinie (gemessen in großer Entfernung vom Stern) benutzt werden, um das Verhältnis M/R zu bestimmen. Wenn R bekannt ist, kann die Masse des Sterns bestimmt werden.

(b) (12 Punkte)

Ein unbemanntes Raumschiff soll mit diesem Verfahren die Masse M eines Sterns unserer Galaxie und seinen Radius R messen. An der Sternoberfläche werden von He^+ -Ionen Photonen emittiert. Diese werden, beim radialen Anflug auf den Stern, durch Resonanzabsorption in einer He^+ -Ionenkammer im Raumschiff nachgewiesen. Die Absorption ist nur möglich, falls sich die Ionen mit einer Geschwindigkeit auf den Stern hin bewegen, welche die Effekte der Rotverschiebung kompensiert. Die Geschwindigkeit $v = \beta \cdot c$ der He^+ -Ionen wird in Abhängigkeit des Abstandes d von der Sternoberfläche gemessen. Die Meßwerte sind in der unten stehenden Tabelle aufgelistet. Benutze alle Daten, um die Masse M und den Radius R des Sterns grafisch daraus zu bestimmen. Es sind keine Fehlerbetrachtungen für die Lösung zu machen.

Meßwerte für die Resonanzbedingung

Geschwindigkeitsverhältnis $\beta = v/c$	3.352	3.279	3.195	3.077	2.955
Abstand von Oberfläche d (10^8 m)	38.90	19.98	13.32	8.99	6.67

(c)

Bei einem solchen Experiment macht man für die Bestimmung von R und M , wegen des Rückstoßes der emittierenden Atome, üblicherweise eine Frequenzkorrektur. (Durch die thermische Bewegung entsteht eine Verbreiterung der Emissionslinien, die jedoch das Maximum der Verteilung nicht beeinflusst. Wir nehmen deshalb an, die thermischen Effekte seien bereits berücksichtigt.)

(i) (4 Punkte)

ΔE ist die Energiedifferenz der Niveaus bei ruhendem Atom. Nimm an, das Atom ruht, wenn es in den Grundzustand zurückkehrt. Dabei sendet es ein Photon aus und erfährt einen Rückstoß. Leite den relativistischen Ausdruck für die Energie hf des Photons als Funktion von ΔE und der Ruhemasse m_0 des Atoms her.

(ii) (1 Punkt)

Schätze damit die relativistische Frequenzverschiebung $(\Delta f/f)_{\text{Rückstoß}}$ für He^+ -Ionen ab. Das Ergebnis sollte wesentlich kleiner als das Ergebnis von (b) sein.

Daten

Lichtgeschwindigkeit $c = 3,0 \cdot 10^8$ m/s
 Ruhemasse von He $m_0 c^2 = 4,938$ MeV
 Bohrsche Energie $E_n = -13,6 \cdot Z^2 / n^2$ eV
 Gravitationskonstante $G = 6,7 \cdot 10^{-11}$ Nm²/kg²

Solution to Question 1

(a)

A photon has an effective inertial mass $m \rightarrow$

$$mc^2 = hf \rightarrow m = hf/c^2. \quad [1 \text{ mark}]$$

Assume: gravitational mass = inertial mass, consider a photon of energy hf (mass $m = hf/c^2$) emitted upwards at a distance r from centre of star. It will lose energy on escape:

Conservation of energy:

change in photon energy ($hf_i - hf_f$) = change in gravitational energy [subscript i ... initial, f ... final]

$$hf_i - hf_f = -\frac{GMm_f}{\infty} - \left[-\frac{GMm_i}{r} \right], \quad hf_f = hf_i - \frac{GMm_i}{r}$$

Since change in photon energy is small ($\Delta f \ll f$)

$$m_f \cong m_i = \frac{hf_i}{c^2}, \quad hf_f \cong hf_i - \frac{GM}{r} \frac{hf_i}{c^2} \cong hf_i \left[1 - \frac{GM}{rc^2} \right],$$

$$\frac{f_f}{f_i} = \left(1 - \frac{GM}{rc^2} \right), \quad \frac{\Delta f}{f} = \frac{f_f - f_i}{f_i} \cong -\frac{GM}{rc^2}$$

negative sign shows red-shift \rightarrow decrease in f , increase in λ .

For a photon emitted from surface of star of radius R , we have

$$\frac{\Delta f}{f} \cong -\frac{GM}{rc^2} \quad [2 \text{ marks}]$$

(b)

Change in photon energy in ascending from r_i to r_f is

$$hf_f - hf_i = -\frac{GMm_f}{r_f} + \frac{GMm_i}{r_i} \cong \frac{GM(hf_i)}{c^2} \left[\frac{1}{r_i} - \frac{1}{r_f} \right] \quad [3 \text{ marks}]$$

assuming $m_f \cong m_i = hf/c^2$

$$\frac{f_f}{f_i} = 1 - \frac{GM}{c^2} \left[\frac{1}{r_i} - \frac{1}{r_f} \right]$$

In the experiment, R = radius of star, d = distance from surface of star above equation becomes

$$\frac{f_f}{f_i} = 1 - \frac{GM}{c^2} \left[\frac{1}{R} - \frac{1}{R+d} \right] \quad (1)$$

The frequency of the photon must be Doppler shifted back from f_f to f_i in order to cause resonance excitation of the He^+ ions in the spacecraft \rightarrow

$$\frac{f_f}{f_i} = \sqrt{\frac{1+\beta}{1-\beta}} \quad (\text{Relativistic Doppler})$$

$$\frac{f_f}{f_i} = (1-\beta)^{1/2}(1+\beta)^{-1/2} \cong 1-\beta \quad \text{since } \beta \gg 1$$

or use classical Doppler directly $\rightarrow \frac{f_f}{f_i} = 1-\beta$ (2)

(2) into (1) \rightarrow

$$\beta = \frac{GM}{c^2} \left[\frac{1}{R} - \frac{1}{R+d} \right] \quad (3) \quad [3 \text{ marks}]$$

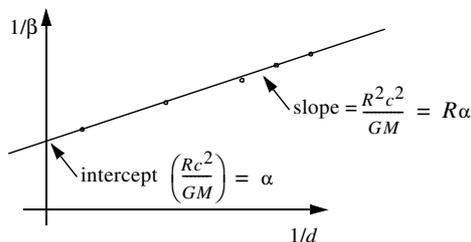
Given the experimental data, we look for an effective graphical solution. Rewrite (3):

$$\beta = \frac{GM}{c^2} \left[\frac{R+d-R}{(R+d)R} \right] \quad [2 \text{ marks}]$$

Inverting equation:

$$\frac{1}{\beta} = \left(\frac{Rc^2}{GM} \right) \left[\frac{R}{d} + 1 \right]$$

Plot of $1/\beta$ versus $1/d$



$$\text{slope} \Rightarrow \left(\frac{Rc^2}{GM} \right) R = \alpha R \quad (A)$$

$$1/\beta - \text{intercept} \Rightarrow \left(\frac{Rc^2}{GM} \right) = \alpha \quad (B)$$

$$1/d - \text{intercept} \Rightarrow -\frac{1}{R} \quad (C)$$

R and M can be conveniently determined from (A) and (B) [with eqn (C) redundant \rightarrow use as 'check' if needed \rightarrow not accurate].

From given data: $R = 1.11 \cdot 10^8 \text{ m}$, $M = 5.2 \cdot 10^{30} \text{ kg}$

$$\text{From graph, slope} \rightarrow \alpha R = 3.2 \cdot 10^{12} \text{ m} \quad (A)$$

$$1/\beta - \text{intercept} \rightarrow \alpha = \frac{Rc^2}{GM} = 0,29 \cdot 10^5 \quad (B)$$

$$\frac{(A)}{(B)} \rightarrow R = \frac{3,2 \cdot 10^{12} \text{ m}}{0,29 \cdot 10^5} \cong 1,104 \cdot 10^8 \text{ m}$$

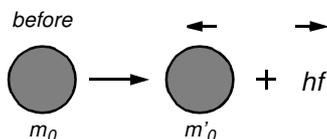
Back into (B) \rightarrow

$$M = \frac{Rc^2}{G\alpha} = \frac{1,104 \cdot 10^8 \cdot (3,0 \cdot 10^8)^2}{6,7 \cdot 10^{-11} \cdot 0,29 \cdot 10^5}$$

or $m = 5,11 \cdot 10^{30} \text{ kg}$

[Recognition of straight line $1/\beta$ versus $1/d$ with correct algebraic slope and intercept: 3 marks, reasonable numerical solutions for M and R : 1 mark]

(c) (i)



photon momentum $p = hf/c$, photon energy $E = hf$

$$\text{Relativistic E-p relation: } E^2 = p^2 c^2 + m_0^2 c^4 \quad [1 \text{ mark}]$$

Mass-energy equivalence \rightarrow

$$\text{Internal energy change of atom} = \text{rest-mass energy change} \\ \Delta E = (m_0 - m_0') c^2 \quad [1 \text{ mark}]$$

In laboratory frame:

$$\text{Energy before emission} \rightarrow E = m_0 c^2 \quad (1)$$

$$\text{Energy after emission of photon} \rightarrow E = \sqrt{p^2 c^2 + m_0'^2 c^4} + hf \quad (2)$$

Conservation of energy: (1) = (2) \rightarrow [1 mark]

$$(m_0 c^2 - hf)^2 = (hf)^2 + m_0'^2 c^4 \quad (m_0 c^2)^2 - 2hf m_0 c^2 = m_0'^2 c^4$$

$$hf(2m_0 c^2) = (m_0^2 - m_0'^2) c^4 = (m_0 - m_0') c^2 (m_0 + m_0') c^2 \\ = \Delta E [2m_0 - (m_0 - m_0')] c^2 = \Delta E [2m_0 c^2 - \Delta E]$$

$$hf = \Delta E \left[1 - \frac{\Delta E}{2m_0 c^2} \right] \quad \text{Exact} \quad [1 \text{ mark}]$$

Semi-Newtonian solution (for $\Delta E/m_0 c^2 \ll 1$), with classical relation for kinetic energy of atomic recoil $K = p^2/2m_0$, is also acceptable, with minor deduction (inexact, -1 mark).

(ii)

hf = for emitted photon, $hf_0 = \Delta E$ for unshifted energy.

$$\text{Hence, } \frac{\Delta f}{f_0} = \frac{\Delta E}{2m_0 c^2} \quad [1 \text{ mark}]$$

For He+ transition ($n = 2 \rightarrow 1$) \rightarrow

$$\text{Bohr: } \Delta E = 13,6 \cdot 2^2 \cdot [1/1^2 - 1/2^2] \cong 40,8 \text{ eV} \\ m_0 c^2 = 3752 \cdot 10^6 \text{ eV}$$

$$\text{Frequency shift due to recoil gives } \frac{\Delta f}{f_0} = 5,44 \cdot 10^{-9}$$

This is very small compared to the gravitational red-shift of $\Delta f/f \sim 10^{-5}$, and may be ignored in gravitational red-shift experiment.

Experiment 1 Endgeschwindigkeit in einem viskosen Medium

Ein Gegenstand, der in einer Flüssigkeit fällt, erreicht nach einiger Zeit eine konstante Endgeschwindigkeit. In diesem Experiment soll die Geschwindigkeit von Gegenständen bestimmt werden, die in Glycerin fallen.

Auf eine Kugel mit dem Radius r , die mit der Geschwindigkeit v durch eine Flüssigkeit fällt, wirkt die Reibungskraft $F = 6\pi\eta r v$. Hier werden jedoch keine Kugeln, sondern Metallzylinder verwendet (weil sie einfacher herzustellen sind). Durchmesser und Länge jedes Zylinders sind gleich. Für die Reibungskraft gilt dann eine ähnliche Beziehung wie im Fall der Kugel.

$$F_{\text{Zylinder}} = 6\pi\kappa\eta r^m v \quad (1)$$

Dabei ist r jetzt der Zylinderradius. Die Formel für die Kugel geht hieraus hervor für $\kappa = 1$ und $m = 1$.

Rechnerische Vorbereitung (2 Punkte)

Es ist zu zeigen, daß die Endgeschwindigkeit des Zylinders gegeben ist durch

$$v_E = C r^{3-m} (\rho - \rho') \quad (2)$$

Dabei ist ρ die Dichte des Zylinders, ρ' diejenige der Flüssigkeit und C eine Konstante, die angegeben werden soll.

Experimenteller Teil

Benutze die gegebenen Geräte zur Bestimmung

- des Zahlwertes des Exponenten m (10 Punkte)
- der Dichte von Glycerin (8 Punkte)

Anmerkungen

- Um gleiche experimentelle Bedingungen zu gewährleisten, sollte die Zylinderachse beim Fallen stets horizontal sein.
- Der Meßfehler im Durchmesser und in der Länge des Zylinders beträgt 0,05 mm (Du brauchst ihn nicht nachzumessen.)
- In dem Experimentiergefäß befindet sich ein Messingsieb, das benutzt werden soll, um die Metallzylinder aus dem Gefäß herauszuholen. *Wichtig:* Das Sieb muß vor Beginn der Experimente in das Gefäß gesteckt werden, da die Zylinder sonst für Wiederholungen der Messungen nicht mehr zur Verfügung stehen.
- Die Viskosität von Glycerin nimmt ab, wenn es Wasser aus der Luft absorbiert. Das Gefäß mit Glycerin sollte deshalb abgedeckt werden, wenn es nicht benutzt wird.
- Vertausche nach dem Experiment auf keinen Fall Zylinder verschiedener Größe und verschiedenen Materials!

Material	Dichte (kg/m ³)	Material	Dichte (kg/m ³)
Aluminium	2,70·10 ³	Stahl	7,87·10 ³
Titan	4,54·10 ³	Kupfer	8,96·10 ³

Geräte

1 1000 ml Meßzylinder gefüllt mit Glycerin, 1 Behälter mit Glycerin zum Auffüllen des Meßzylinders, 1 elektronische Stoppuhr, 1 Lineal 30 cm lang, 1 Wäscheklammer, 1 Sieb zum Herausholen d. Zylinder, 1 Kunststoffpinzette, je 6 Aluminiumzylinder von 4, 5, 8, 10 mmØ,

je 6 Titan-, Stahl-, Kupferzylinder von 4,00 mmØ, Millimeter- und doppeltlogarithmisches Papier

Marking Scheme to Experiment 1

Preliminary: Calculation of Terminal Velocity

When the cylinder is moving at its terminal velocity, the resultant of the three forces acting on the cylinder - gravity, viscous drag and buoyant force - is zero

$$V\rho g - 6\pi\kappa\eta r^m v_T - V\rho'g = 0 \quad [1 \text{ mark}]$$

where $V = 2\pi r^3$ is the volume of a cylinder (whose height is $2r$).

This gives $v_T = Cr^{3-m}(\rho - \rho')$
 where $C = g/3\kappa\eta$

Correct expression for C [1 mark]

Experiment

Determination of m

For a typical set of measurements and graph of $\log(\text{fall time})$ vs. $\log(\text{diameter})$ see Table x and Figure x. Note that the errors are too small to be plotted on this graph - scatter of data points about a straight line and/or uncertainties in measuring the slope of a "line of best fit" will probably be used to estimate the error in m .

Reasonable range of data with a scatter of ~ 0.1 s [2 marks]

Has checked that the cylinders have reached their terminal velocity

Visual check, or check referred to [1 mark]

Specific data presented [1 mark]

Labelled log-log graph [2 marks]

Data marks for all samples, with a reasonable scatter about a straight line on the log-log graph [1 mark]

Calculation of $(3-m)$ from graph [1 mark]

including estimate of error in determining m [1 mark]

Reasonable value of $m \sim 1.33$ [1 mark]

Wissenschaftliche Neuigkeiten

Interplanetarer Staub und Weltklima. Etwa 10 000 Tonnen interplanetaren Staubs fallen jährlich auf die Erde. Ein Teil wird in ozeanischen Sedimenten gebunden. Die Analyse von Sedimenten aus dem Mittelatlantischen Rücken zeigen eine Schwankung des Gehalts an He-3 (das hauptsächlich aus dem Staub stammt) mit einer Periode von 100 000 Jahren. Dies könnte mit einer Hypothese in Verbindung gebracht werden, wonach die Bahnneigung der Erde mit derselben Periode schwankt (was als Erklärung für das Auftreten der Eiszeiten vorgeschlagen wird).

Mikroskopisch kleine Ultraschallbausteine. Bei Frequenzen oberhalb von 10 MHz erzeugen und empfangen die an der Stanford-Universität entwickelten Bausteine Ultraschall in Luft. (Gegenwärtiger Standard: 50 kHz.) Sie bestehen aus hunderten "Trommelfellen" von 0,025 mm Durchmesser und 0,001 mm Dicke. Durch Anlegen einer Spannung werden sie in Schwingungen versetzt. Regt sie ein Ultraschallpuls zum Schwingen an, kann an ihnen eine Spannung abgegriffen werden.

Hubble findet weiteres Schwarzes Loch. Ein Schwarzes Loch und eine Staubscheibe von 800 Lichtjahren Durchmesser mit Spiralstruktur glauben Astronomen mit Hilfe des Hubble-Teleskops in der Galaxie NGC 4261 (in Richtung Virgo, 100 Mio. Lichtjahren Entfernung) entdeckt zu haben. In einem Bereich, der kaum größer als unser Sonnensystem ist, ist Masse entsprechend 1,2 Mrd. Sonnen enthalten.

(Dies wird aus der Rotationsgeschwindigkeit der Gasmassen um des Schwarze Loch geschlossen.) Aber auch die Staubscheibe enthält genug Materie für 100 000 Sonnen. In elliptischen Galaxien wie NGC 4261 findet man normalerweise keinen Staub, da dort die Sternbildung abgeschlossen ist. Eine Erklärung könnte sein, daß die Staubscheibe der Rest einer kleineren Galaxie sein könnte, die in den Kern von NGC 4261 gefallen ist. Ein weiteres Rätsel ist, daß das Schwarze Loch 20 Lj. gegenüber dem galaktischen Zentrum verschoben ist. Eine Erklärung könnte der Rückstoß jenes Teils der aus der Scheibe in das Loch fallenden Materie sein, die gebündelt in den Raum geschleudert wird, wodurch auch die Radio-Jets erklärbar würden.

Bilharziose. Die dreidimensionale Struktur eines wichtigen Enzyms aus einer Gruppe von Parasiten, die Bilharziose übertragen, konnte von Wissenschaftlern der NASA, des Instituts für angewandte Mikrobiologie in Wien und des Nat. Inst. of Standards mit Röntgenstreuung bestimmt werden. Dadurch konnten jene Oberflächenteile identifiziert werden, die die Immunantwort hervorrufen, was Hoffnung auf die Entwicklung eines Impfstoffs weckt. Die Kristallisationstechnik von Proteinen wurde im Zusammenhang mit Weltraumforschung (Mikrogravitationsexperimente) entwickelt.

Kosmische Strahlung. Der höchstenergetische Anteil der kosmischen Strahlung (Teilchenenergie $> 4 \cdot 10^{13}$ MeV) scheint wegen ihrer Einfallrichtung aus Nachbargalaxien zu stammen. Ihre Energie könnten die Teilchen in Radiogalaxien, den größten kosmischen Teilchenbeschleunigern, erhalten.

Freihandexperimente

Werner Rentzsch

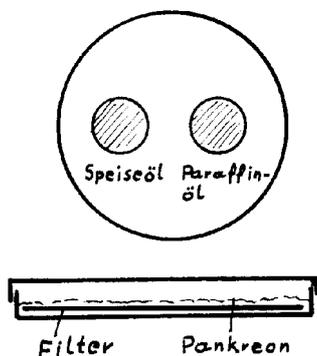
Das Unverdauliche

Material: Reibschale, Petrischale mit Deckel, Pinzette, Spatel, Spritzflasche, Glasstab, Rundfilter, Bleistift, Paraffinöl, Speiseöl, Pankreaspräparat (Apotheke)

Durchführung: Auf ein Rundfilter zeichnet man mit einem Bleistift zwei Kreise und schreibt darunter "Speiseöl" und "Paraffinöl". Mit dem Glasstab gibt man in den ersten Kreis einen Tropfen Speiseöl und in den zweiten Kreis einen Tropfen Paraffinöl. In einer Reibschale wird eine Tablette (bzw. Dragée) Pankreaspräparat mit etwas Wasser zu einem Brei verrieben. Das Filter mit den beiden Fettflecken legt man in eine Petrischale, streicht mit einer Spatel den Brei über die beiden Flecken und deckt die Schale zu.

Nun läßt man die Schale einige Stunden stehen, spült gut mit Wasser aus und wartet, bis das Papier getrocknet ist. Hält man das Filter gegen das Licht, sieht man, daß der Speiseölfleck verschwunden, der Paraffinölfleck aber noch sichtbar ist.

Pankreaspräparate enthalten die in den Verdauungssäften wirksamen Verdauungsenzyme. Diese lösen nur echte Fette auf und machen sie für den Körper zugänglich. Paraffinöl ist nur physikalisch fettähnlich, aber völlig unverdaulich - es wirkt sogar als Abführmittel.



Da steigt der Knödel

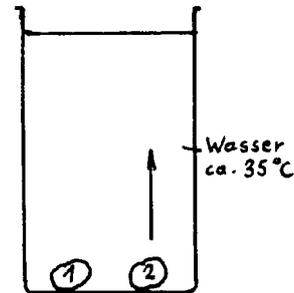
Material: hohes Glas, Brettchen, Thermometer, Löffel, Weizenmehl, Zucker, Germ

Durchführung: Aus Mehl und Zuckerlösung bereitet man auf dem Brettchen durch Kneten einen Teig. Aus einem Teil des Teiges formt man einen kleinen Knödel. Zum restlichen Teig gibt man einen Löffel Germ, arbeitet sie gut ein und formt einen zweiten Knödel. Nun läßt man beide Knödel gleichzeitig im warmen Wasser untergehen und beobachtet.

Nach einigen Minuten steigt der zweite Knödel an die Wasseroberfläche. Sollte der Knödel am Gefäßboden kleben bleiben, stößt man ihn leicht mit dem Löffel an. Etwas Geduld ist aber allemal von Nöten.

Die im Mehl enthaltene Amylose spaltet etwas Stärke in Glucose. Die Hefezellen spalten die Glucose in Alkohol und Kohlendioxid (Gärung). Der Teig des zweiten Knödels wird durch

das Kohlendioxid gebläht, und das Teigvolumen nimmt zu; durch die geringere Dichte steigt der Knödel nun an die Oberfläche.

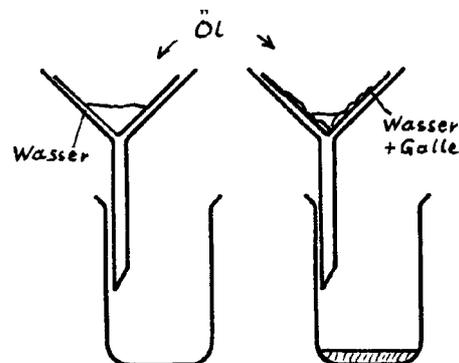


Da kommt die Galle hoch

Material: Stativ und Stativmaterial, 2 Glastrichter, 2 Bechergläser, Spatel, Spritzflasche, Pinsel, Rundfilter, Speiseöl, getrocknete oder frische Galle (Trockengalle - Apotheke)

Durchführung: In den ersten Trichter gibt man ein feuchtes Filter und in den zweiten Trichter ein mit Galle bestrichenes Filter. Verwendet man Trockengalle, rührt man diese mit wenig Wasser an. Nun gießt man vorsichtig etwas Speiseöl in beide Filter.

Im feuchten Filter bleibt das Öl stehen; durch das Filter mit der Galle fließt das Öl als Emulsion durch. Die Galle setzt die Oberflächenspannung zwischen Wasser und Fett herab. Das feinverteilte Fett ist leichter verdaubar.



Wider die Natur

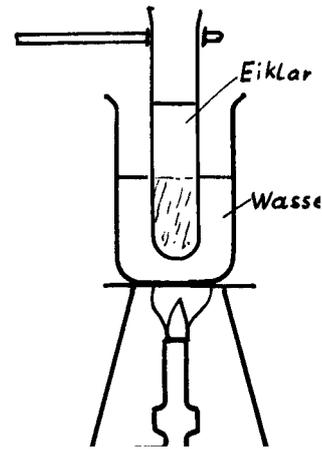
Material: Stativ und Stativmaterial, Dreifuß, Drahtnetz, Brenner, Becherglas, Reagenzglas, Reagenzglasständer, Thermometer, Eiklar

Durchführung: In das Reagenzglas füllt man ca. 6 cm hoch Hühnereiweiß (Eiklar). Das Reagenzglas wird nun derart im Stativ fixiert, daß das Eiklar im Reagenzglas etwa zur Hälfte in das Wasser im Becherglas taucht. Das Reagenzglas soll den Becherglasboden nicht berühren. Nun erhitzt man mit rauschender Brennerflamme und mißt laufend die Temperatur.

Man beobachtet während des Erhitzens das Eiweiß. Bei der ersten auftretenden Veränderung liest man die Temperatur ab.

Nun erhitzt man weiter bis zur vollständigen Reaktion. Bei ca. 65°C beginnt das Eiweiß zu erstarren (wird weiß). Nach kurzer Zeit ist die gesamte ins Wasser ragende Eiweißmenge erstarrt. Das Eiweiß über der Wasseroberfläche ist nach wie vor flüssig.

Das Erstarren des Eiweiß (Denaturation) ist auf eine Strukturveränderung der sogenannten Polypeptidketten zurückzuführen; diese werden beim Erwärmen entfaltet. Das Eiweiß des Blutes gerinnt im Gegensatz zum Hühnereiweiß schon ab 42°C. Länger anhaltendes hohes Fieber ist aus diesem Grund sehr gefährlich. Durch die hohe Empfindlichkeit lebender Zellen gegenüber höheren Temperaturen ist Leben nur in einem relativ kleinen Temperaturbereich möglich.



Filmdosen-Kaleidoskop

Terrence P. Toepker

Seit mehr als 10 Jahren bastle ich bereits kleine Kaleidoskope. Diese "Spielzeuge" sind billig und schnell herzustellen, faszinieren immer wieder und sind pädagogisch wertvoll. Daher habe ich für die Leser von *The Physics Teacher* einige Ideen dazu zusammengestellt.

Konstruktion: Pro Kaleidoskop werden 2 schwarze Dosen für Kleinbildfilme und 3 Objektträger aus Glas oder Kunststoff für Mikroskope gebraucht. Die Dosedeckel werden nicht gebraucht. In die Mitte des Bodens jeder Dose wird ein Loch gebohrt (6 - 8 mm). Nach Abb. 1 werden die Objektträger so in eine Dose gesteckt, daß sie ein gleichseitiges Dreieck bilden.

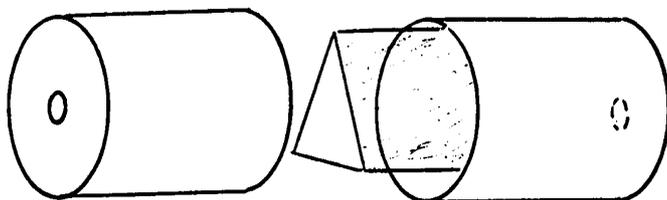


Abb. 1

Die zweite Dose wird lichtdicht darüber geschoben. Blickt man nun durch eines der Löcher in die Dose, sieht man einerseits das helle Loch gegenüber und je nach Beleuchtungsverhältnis eine größere Anzahl von Reflexionen. (Durch den schrägen Einfallswinkel ist der Reflexionsgrad der Glasplättchen sehr groß, so daß man keine verspiegelten Plättchen braucht.)

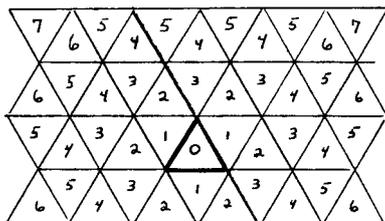


Abb. 2: Dreizählige Symmetrie der Reflexionen, 0 kennzeichnet das Loch im Kaleidoskop

Einsatz: Die Faszination vielfacher Spiegelbilder ist oft beschrieben worden.[1, 2] Jearl Walkers Diagramm (Abb. 2) erklärt die Vielfachspiegelungen einer gleichseitigen dreieckigen Anordnung besonders anschaulich. Ganz leicht sieht man außer dem zentralen Loch 12 Bilder, nämlich die einfachen und doppelten Reflexionen sowie die drei dem Zentrum am nächsten liegenden Dreifachreflexionen. Höhere Reflexionen lassen sich bei schrägem Durchblick beobachten.

In Abb. 3 sind die Spiegelungen eines asymmetrischen Objekts gezeigt. Dazu zeichnet man es in passender Kleinheit auf transparentes Papier und klebt dieses über das "Objektiv". Schließlich kann man einen Bleistift mit der Spitze knapp vor das Objektiv halten und drehen, die Spiegelbilder drehen sich wie ein Zahnradgetriebe.

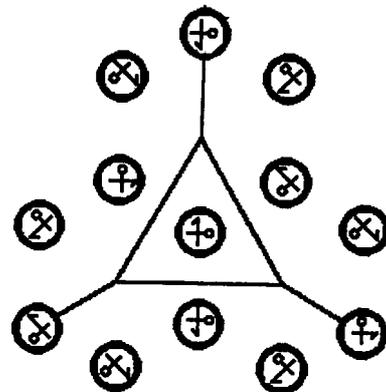


Abb. 3: Ein orientiertes Objekt mit den entsprechenden Spiegelungen

Weitere Ideen:

- Halte eine mehrfarbige Murmel ans Objektiv und drehe sie.
- Decke das Objektiv mit farbigen Glasplättchen (Filtern) ab.
- Klebe über das Objektiv eine klare Folie und klebe auf den Boden eine transparente Pillendose. Lege in die Dose kleine Stückchen von farbigen Folien.
- Lege einen Finger auf das Objektiv und beobachte die roten Punkte, die das Licht erzeugt, das durch die Fingerkuppe hindurchtritt.

[1] D. Falk, D. Brill und D. Stork, *Ein Blick ins Licht*, Birkhäuser 1990

[2] J. Walker, *Sci. Am.* 253 (1985) 134-145

Quelle: *The Physics Teacher*, Nov. 1995 (Übers. H.K.)



New Ways of Teaching Physics

GIREP-ICPE Conference in Ljubljana

21. - 27. 8. 1996

In Zusammenarbeit mit GIREP (Internationale Forschungsgruppe für Physikdidaktik) und ICPE (International Commission on Physics Education, ein Arbeitskreis der International Union of Pure and Applied Physics) organisieren die slowenischen Physiklehrer eine internationale Tagung mit dem Schwerpunkt *Neue Medien - Neue Zugänge in der Physikdidaktik*.

Ziel der Tagung ist es, Lehrer aus Schule und Hochschule, Didaktiker und Forscher, Autoren von Schulbüchern und guter Lernsoftware, Entwickler von Sensoren und Meßwerterfassungssystemen u.a. zusammenzubringen, um einen Überblick über gegenwärtige und künftige Technologie und ihren Einsatz in der Schule darzustellen und zu evaluieren. Weiters ist die Rolle des Physikunterrichts den Erfordernissen der modernen Welt anzupassen und dabei die Erkenntnisse der Lern- und Physikdidaktikforschung zu berücksichtigen.

Neben den Vormittagen mit eingeladenen Vorträgen kommt dem Nachmittagsprogramm mit Arbeitsgruppen, kurzen Praxisberichten (Show&Tell), Diskussionskreisen und Posterausstellungen besondere Bedeutung zu und gibt den Teilnehmern die Möglichkeit zur Mitgestaltung der Tagung.

Die folgenden Workshops sind geplant, für sie werden Beiträge in besonderem Maß gewünscht:

- Computergestützte Schülerexperimente
- Neue Aspekte von Sensoren und Wandlern
- Hypertext und Multimedia im Physikunterricht
- Interaktives Video
- Vernetzung zum weltweiten Labor
- Stellenwert von Simulationen und Animationen im Vergleich zu realen Experimenten
- Vom Lehrbuch zur multimedialen Lernumgebung
- Neue Wege in der Physikdidaktik

Die Tagungssprache ist Englisch. Die Tagungsgebühr in der Höhe von US \$ 100 beinhaltet die Kosten des Programmheftes, des Tagungsbandes, des Empfangs und der Pausengetränke. Unterkünfte können in Hotels und preisgünstig in Studentenheimen (US \$ 20 pro Nacht) besorgt werden.

Sowohl vom Thema als auch wegen der räumlichen Nähe wäre eine zahlreiche Teilnahme aus Österreich sinnvoll. Der Blick über die Grenzen ist gerade bei einer internationalen Tagung leicht möglich. Eine Voranmeldung wird bis 1. 2. 1996 erbeten an

Seta Oblak, Board of Education, Poljanska 28,
SL-61000 Ljubljana,
Fax: 00386 61 310 267, E-mail: Seta.Oblak@guest.arnes.si

Preregistration Form

Family name:

Given name:

Institution:

Home address:

telephone:

fax:

e-mail:

GIREP member:

Non-GIREP Member:

I intend to stay in a hotel:

I intend to stay in a students dormitory:

I intend to give a talk in a panel session (20 minutes):

I want to contribute to Show&Tell (10 minutes; simple experiments, short teaching suggestion):

I want to organize a workshop (max. 2 hours):

I want to contribute a poster:

I want to exhibit an experimental apparatus:

Title of contribution:

Short description of proposed activity:

Please mail to

Seta Oblak, Board of Education, Poljanska 28,
SL-61000 Ljubljana,

Fax: 00386 61 310 267, E-mail: Seta.Oblak@guest.arnes.si
before February 1, 1996.

Physik-Boutique – Unterrichtsanregungen für Lehrkräfte

Jürgen Becker und Dr. Christian Ucke

Lose-Blatt-Sammlung mit Ergänzungslieferungen, 1994,
Stark-Verlag, Postfach 1852, D-85318 Freising, DM 34,90,
ohne ISBN-Nr.

Der Umgang mit physikalischem Spielzeug, kleine Demonstrationsversuche mit scheinbar alltäglichen Gegenständen, entsprechen genau dem Trend eines modernen Physikunterrichts. Der Markt mit derartigem Spielzeug boomt, und es vergeht kein Monat, in dem nicht wenigstens zwei neue Buchtitel zum Thema auf dem Markt erscheinen. So besehen liegt auch die neue Lose-Blatt-Sammlung des Stark-Verlags absolut im Trend der Neugestaltung physikalischen Unterrichtens. Allerdings haben die Autoren Jürgen Becker und Dr. Christian Ucke mit diesem Werk weitaus mehr geschaffen, als "eben auch" ein neues Buch im erwähnten Trend. Der Titel kündigt es bereits an: Diese Lose-Blatt-Sammlung ist die längst fällige Ergänzung zum Programm 'Physik-Boutique', mit dem der Stark-Verlag seit vielen Jahren physikalisches Spielzeug und mehr anbietet.

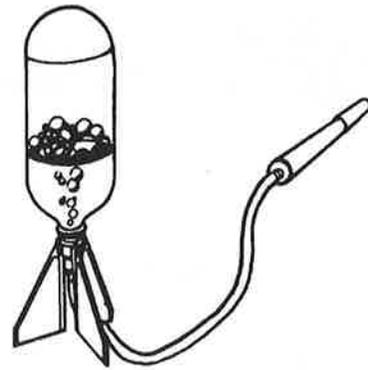
Mit den vorliegenden Materialien erhält die Physik-Boutique eine völlig neue Dimension. Während die spielerischen Aspekte ihre Bedeutung behalten, werden kurz und bündig und trotzdem mit erstaunlicher Genauigkeit die physikalischen, chemischen aber auch die technischen Zusammenhänge dargestellt. Den Autoren ist dabei fast unmögliches gelungen, nämlich zum einen die für den jeweiligen Versuch und das Verständnis notwendigen Dinge zu beschreiben, andererseits aber sich derart auf das wesentliche zu beschränken, daß die Lektüre in kürzester Zeit eine sinnvolle Anwendung des Versuchs ermöglicht. Die Darstellung ist dabei so gewählt, daß es zum einen jedem Physik-Lehrenden leicht fällt, mit kurzer Einarbeitung einen entsprechenden Versuch in den Unterricht einzubauen, daß es aber auch möglich ist, in vielen Fällen die Anleitungen Schülern in die Hand zu geben, um etwa in einem Kurzreferat oder einem kleinen Projekt ein Experiment der Physik-Boutique zur Illustration des Sachverhalts vorzustellen.

Dazu wird bei jedem Spielgerät ein sogenannter Hauptversuch ausführlich dargestellt. Auf ihn beziehen sich auch meistens die Berechnungen, die die wesentlichen mathematischen Abläufe beschreiben. Weiterführende Experimente runden das jeweilige Kapitel ab. So steht insgesamt jedem Physik-Lehrer ein Fundus von neuen Möglichkeiten der Gestaltung des Unterrichts zur Verfügung. Für weitergehendes Interesse ist jedem Kapitel eine Literatur-Liste angefügt. Beim Studium der Sammlung werden sicher sowohl erfahrende Physiklehrer als auch Neuanfänger oder Studierende voll auf ihre Kosten kommen. Das Werk ist hervorragend recherchiert und ist durch die bewährte Lose-Blatt-Form bestens zu handhaben.

Im Vorwort steht als Ziel der Autoren: Es soll ein Beitrag geleistet werden, ohne größere Vorbereitung einen anspruchsvol-

leren, interessanteren und abwechslungsreicheren Physik-Unterricht zu gestalten. Dieses Ziel wird voll erfüllt. Man möchte ergänzend hinzufügen, daß dieses Werk jedem Physiklehrer in erstaunlicher Weise hilft, in seinen Unterricht noch mehr Spannung und Motivation einzubauen.

OStR Wolfgang Kutscher;
Gymnasium Mainburg, Bayern



Mit einem einfachen Bausatz lassen sich die überall erhältlichen PET-Flaschen mit Hilfe einer Fahrradluftpumpe als Wasserrakete hochschießen. Diese Rakete ist hervorragend im und auch außerhalb des Unterrichts einzusetzen.

Onkel Albert und der Urknall

Russell Stannard

Fischer-Taschenbücher, 157 S., ISBN 3-7855-2433-1

Kosmologie und das Äquivalenzprinzip - sind das Themen für kleine Mädchen?

R. Stannard, Physiker an der Open University und Vater und Stiefvater von 7 Kindern, läßt Memory (ist sie 12, 13,...?) mit ihrem Wissenschaftler-Onkel Albert viele Abenteuer erleben. Vehikel für die Abenteuer ist ein Raumschiff, das Onkel A. in einer großen Denkblase hervorbringt und dessen Steuercomputer menschliche Züge trägt. Damit ist Memory unterwegs, um Onkels Hypothesen zu überprüfen. Im ersten Auftrag sind das Fallen eines Schlüsselbundes und eines Blatts Papier am Mond zu beobachten. Dies gibt zusammen mit einem Raumsparziergang Anlaß, einige weit verbreitete (in Zeitungen und der Wissenschaftssendung *Modern Times* wiederkehrende) Irrtümer ("Im Weltraum, wo keine Schwerkraft herrscht") aufzuklären. Schon die nächste Reise führt in ein "imaginäres Weltraumlabor" und zum Versuch von zweidimensionalen Käfern, auf einer Fläche mit einer Delle parallele Gerade zu konstruieren (Raumkrümmung oder Kräfte?). Galaxienflucht, offener oder geschlossener Raum, Rotverschiebung des Lichts im Schwerfeld sind Schritte zum letzten Abenteuer, dem Besuch eines Schwarzen Lochs.

Der Rezensent, damals mit Grippe ans Bett gefesselt, las das Buch mit großem Vergnügen. Ihn begeistert die Frische, mit der das schwierige Thema aufbereitet wird. (Der maturierende Sohn bezweifelte, daß das Äquivalenzprinzip Zwölfjährigen nahe gebracht werden kann, die 17-jährige Tochter fand den

Stil zu kindisch.) Die Übersetzung ist im großen und ganzen sehr gut. Also insgesamt eine empfehlenswerte Lektüre für Schülerinnen und Schüler genauso wie für Lehrer, die wissen wollen, wie Schwarze Löcher in der Unterstufe (nur dort?) behandelt werden können. (Vom selben Autor sind weitere Bücher über moderne Physik für Kinder erschienen, die in England auf der Bestsellerliste standen.) Fast wäre es unerwähnt geblieben: Das Buch entstand aus einem Unterrichtsprojekt mit 12-jährigen.

Dem Briefwechsel ist eine *Biographie* Boltzmanns vorangestellt, die mit zeitgeschichtlichen Exkursen auch ein Bild der Zeit vermittelt. Drei weitere Beiträge runden das Buch ab. Die *Reise eines deutschen Professors ins Eldorado*, der Bericht über seinen Aufenthalt an der Universität von Berkeley in Kalifornien 1905, zeigt Boltzmanns Humor und liest sich nach 90 Jahren gerne. Die *Entwicklung des Frauenstudiums in Österreich* von Waltraud Heindl greift ein wenig rühmliches Blatt österreichischer Hochschulgeschichte auf: erst ab 1897 war ein Frauenstudium an der philosophischen Fakultät, ab 1900 an der medizinischen, ab 1919 an der juristischen möglich - Henriette von Aigentler konnte nur mit Sondergenehmigung als außerordentliche Hörerin mathematische und physikalische Vorlesungen besuchen! Schließlich beschreibt der Wiener Wissenschaftstheoretiker Erhard Oeser Boltzmann als Erkenntnistheoretiker.

Insgesamt ein interessantes Buch zu den mehr privaten Seiten eines jungen Genies und einer nach Bildung strebenden jungen Frau.

Helmut Kühnelt

Die Entdeckung des Nichts Leere und Fülle im Universum

Henning Genz

416 S., 113 Abb., Verlag Hanser 1994, öS 453,-, ISBN 3-446-16509-6

Was ist das Vakuum? Oder gibt es - wie etwa Kinder fragen könnten - ein echtes Vakuum? Gibt es Raum ohne Dinge? Dieser Frage geht Henning Genz in seinem durchaus flüssig geschriebenen Buch nach. Er unternimmt dabei einen Streifzug von der Antike bis zu den heutigen physikalischen Ideen. Der Casimir-Effekt, der Druck der Vakuumschwankungen auf die Platten eines ungeladenen Kondensators, die spontane Symmetriebrechung und die Higgsfelder, die Hawking-Strahlung Schwarzer Löcher, die Dunkle Materie - alles Themen der aktuellen Diskussion und oft in populären Schriften aufgegriffen. Wodurch unterscheidet sich Genz' Buch von anderen. Genz zeichnet ein hoher Respekt vor seinen Lesern aus. Nicht "So sieht es die Wissenschaft, punktum!" sondern "Wie kommt man zu diesen Ideen, sind sie unumstritten?" ist die Botschaft. (S. z.B. den Dialog zwischen Dirac und Wigner zur Frage der "negativen Energie".) Dies hat auch einen Preis. Der Leser muß sich durch das Buch durcharbeiten, es werden Querbeziehungen durch alle Bereiche der Physik hergestellt - Analogien sind oft die einzigen Wege zum Verstehen - und Denker aller Epochen kommen zu Wort: Archytas von Tarent fragte: "Kann ich meine Hand ausstrecken, wenn ich am äußersten Rand des Fixsternhimmels angekommen bin?" und Poincaré antwortete: "Wir wollen uns eine in eine große Kugel eingeschlossene Welt vorstellen, in der die Temperatur zum Kugelrand auf den absoluten Nullpunkt absinkt... Ein bewegliches Objekt [und seine Schritte] wird immer kleiner, je mehr es sich der begrenzenden Kugel nähert ... daß diese Welt ihren Einwohnern unbegrenzt erscheinen wird ..."

Für alle, die Grundsatzfragen der modernen Physik interessiert sind, eine sehr empfehlenswerte Lektüre!

Helmut Kühnelt

Hochgeehrter Herr Professor, innig geliebter Louis:

Ludwig Boltzmann, Henriette von Aigentler,
Briefwechsel

Dieter Flamm (Hg.)

332 S., 16 S. SW-Abb. Geb. Böhlau Wien 1995, öS 476, ISBN 3-205-98266-5

Über den 25-jährigen Dozenten Ludwig Boltzmann schrieb 1869 der Kultusminister Leopold Hasner an Kaiser Franz Josef: "...Die wissenschaftlichen Arbeiten des jungen Mannes ... geben ... von seinem außerordentlichen Talente sowie von seinem gründlichen und vielseitigen mathematischen Wissen ein besonderes Zeugnis und berechtigen zu der Annahme, daß von demselben noch ganz ungewöhnliche Leistungen zu erwarten stehen..." Der Minister schlug die Ernennung zum ordentlichen Professor für mathematische (heute theoretische) Physik an der Universität Graz vor, obwohl für Ernst Machs Nachfolge nur eine außerordentliche Professur beantragt war. Damit war der Anfang zu Boltzmanns erster Professur in Graz gemacht. Gegen Ende dieser Periode, im Sommer 1873, lernte er die 19-jährige Henriette von Aigentler kennen, die seinen Rat zum Physik-Studium suchte. Daraus entstand Freundschaft, Liebe. Im Sommer 1876, knapp vor Boltzmann zweiter Berufung nach Graz, heirateten die beiden. Wegen der räumlichen Trennung Wien-Graz schrieben sie einander viele Briefe, oft mehrere pro Tag, die nun vom Dieter Flamm, Enkel Boltzmanns und selbst Physiker, redigiert wurden.

Register

Vorwort

Trends in Science Education	(2/94)	1
Die Welt in unserer Hand	(3/94)	1
100 Jahre alt - oder jung?	(1/95)	1
Was tut sich mit den Lehrplänen?	(2/95)	1
Hurra, wir sind im Internet!	(3/95)	1
50 x Fortbildungswoche, 10 x PLUS LUCIS	(4/95)	1

Lehrplan

Chemie und Physik an den humanberuflichen mittleren und höheren Schulen	(1/93)	4
Mehr Technik für Geisteswissenschaftler	(1/93)	4
Stellungnahme der Gesellschaft Deutscher Chemiker zu Stundentafeln	(2/93)	4
Briefwechsel	(2/93)	5
Betr.: Lehrpläne an HTLs	(2/93)	6
Neue Lehrpläne für Physik und Chemie an AHS und HS ab Herbst 1994	(2/93)	8
Einige Anmerkungen zum Lehrplanentwurf für Physik 2. Kl.	(3/93)	2
Bemerkungen zum PC-Unterricht	(1/94)	2
Chemie an HAK	(1/94)	3
Betr.: Neue Lehrpläne für Physik und Chemie ab 1994/95	(1/94)	4
Der notwendige Beitrag des mathematisch-naturwissen- schaftlichen Unterrichts zur Umweltbildung	(1/94)	5
Die Schüler sollen...	(2/94)	2
Lehrplanentwurf Physik/Chemie - 3. und 4. Klasse	(2/94)	4
Reaktionen.	(2/94)	8
Projekt 2000+	(2/94)	9
Lehrplanreaktionen	(3/94)	2
Reformvorschlag für das Lehramtsstudium Physik	(1/95)	4
Stellungnahme des Vorstands der ÖPG	(1/95)	7
Zukunft des naturwissenschaftlichen Unterrichts - Beiträge zur Podiumsdiskussion	(2/95)	2
Lehrplanentwurf 3., 4. Kl. HS PC, AHS Ph u. Ch	(2/95)	5
Lehrpläne 2. - 4. Kl. HS PC, AHS Ph u. Ch	(4/95)	15

Didaktik

Krise des Physikunterrichts	(1/93)	5
Theorie - Experiment	(1/93)	9
Didaktik des Freihandversuches	(1/93)	26
Physikalische Aufgaben - nicht nur Rechnereien (I)	(2/93)	14
Entdeckendes Lernen	(2/93)	38
Physikalische Aufgaben - nicht nur Rechnereien (II)	(3/93)	3
Ist die Erde wirklich eine Kugel?	(2/94)	33
Physikunterricht: Gedanken - Ideen - Möglichkeiten	(3/94)	27
Fundamentum der Physik	(1/95)	2
Chemieunterricht im Umbruch - Tendenzen und Perspektiven	(2/95)	8
Vorstellungen und Lernen von Physik und Chemie	(2/95)	11
Der menschliche Lebensraum zwischen Atom und Kosmos: eine Reise durch Dimensionen und Disziplinen - Teil I	(4/95)	7

Neue Medien im Unterricht

Total digital?	(3/95)	3
CD-ROM und Video als Hilfsmittel im fächerübergreifenden Unterricht	(3/95)	4
Computer im Physikunterricht - pro und contra	(3/95)	10
Arbeitskreis Computer im Chemieunterricht	(3/95)	12
CD-ROMs für den Physikunterricht - Teil I	(4/95)	2

Für die Praxis

Herstellung von Transmissionshologrammen im Unterricht	(1/93)	10
Ein Modell des realen Gases mit Hilfe von DERIVE	(1/93)	13
Physik-/Chemie-Unterricht an einer Hauptschule	(2/93)	16
Gedanken zur Effizienz des Physikunterrichts am Bsp. Elektronik	(3/93)	8

Planetary Data System (PDS) - VOYAGER to the Outer Planets	(3/93)	11
Freihandexperimente zu Rauchringen	(3/93)	22
Die Entkopplung von Akkommodation und Konvergenz	(1/94)	12
Physikalischer Mensch - menschliche Physik	(1/94)	16
Energiebilanz von Haushaltsgeräten	(1/94)	19
Ein Schwerpunktproblem	(1/94)	22
Projektunterricht am Beispiel "Wohnhaus"	(2/94)	28
Entsorgung von Chemikalien	(3/94)	11
Der Weltraum im Klassenzimmer	(3/94)	29
Ein mechanisches Beispiel für Symmetriebrechung	(3/94)	30
Messung der Lichtgeschwindigkeit	(3/94)	31
Die Stromzange - neue experimentelle Möglichkeiten	(1/95)	12
Versuche mit flüssigem Stickstoff	(1/95)	17
Energiesparen im Straßenverkehr	(1/95)	19
Flummies und die Gesetze der Physik	(1/95)	22
Arbeitsblätter zur Mechanik	(1/95)	24
Beispiele der Landeswettbewerbe zur Österreichischen Physikolympiade 1995	(2/95)	22
Die Faszination einer riesigen Zahl - Loschmidt im Unterricht	(2/95)	25
Die Arbeitsweise der Physik kennenlernen: Zwei Phänomene mit flüssigem Stickstoff und einem Kreidestück	(2/95)	28
Über die langfristige Änderung des erdmagnetischen Feldes	(2/95)	33
Leserbrief betr. Die Faszination einer riesigen Zahl	(3/95)	2
Ausgewählte Demonstrationsexperimente	(3/95)	23
Experimente zur Polarisation von Licht	(3/95)	30
Unterrichtsprojekt Raps - Chemie 4. Klasse	(3/95)	34
Projekt: Wir bauen eine Sonnenuhr	(4/95)	13
Keine Chance dem Okkultismus	(4/95)	27

Aktuelles aus der Forschung

Physik-Nobelpreis 1992: Georges Charpak	(1/93)	18
Chemie-Nobelpreis 1992: Rudolph A. Marcus	(1/93)	20
Internationales Erwin-Schrödinger Institut in Wien gegründet	(2/93)	26
Recycling von Altpapier	(2/93)	32
Recycling von Papier	(2/93)	33
Mysterious Concentration of Dark Matter Discovered	(2/93)	34
Supernova 1993J - von ROSAT gesehen	(2/93)	35
Die Solar-Wasserstoffanlage in Neunburg vorm Wald	(3/93)	14
Projekt TAWES - Teilautomatisches Wettererfassungssystem der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik	(3/93)	19
AUSTRON - Die Neutronenquelle der Zukunft	(1/94)	10
Kosmische Strings	(2/94)	22
Schwarzes Loch in M87?	(2/94)	27
Komet Shoemaker-Levy 9	(2/94)	27
Asteroid Ida hat einen Mond	(2/94)	27
Schwere Elemente im interstellaren Gas	(3/94)	29
Nobelpreis für Physik 1994	(3/94)	33
Schärfste Bilder der lebenden Netzhaut	(3/94)	36
Nobelpreis für Physik 1995		
Die Entdeckung des Tauons	(3/95)	13
Der Nachweis des Neutrinos	(3/95)	14
Ankündigung der kgl. schwed. Akademie der Wiss.	(3/95)	20
Nobelpreis für Chemie 1995		
Atmosphärenchemie und Ozonloch	(3/95)	15
Friedensnobelpreis 1995		
Joseph Rotblat und die Pugwash-Konferenz	(3/95)	17
The Pugwash Manifesto	(3/95)	19
Das Infrarot-Weltraumteleskop ISO	(4/95)	11

Aktuelles

Arbeitstagung der LAG-Leiter Physik/Chemie an HS	(1/93)	29
Aufgaben des Kustos für Physik und Chemie (HS)	(1/93)	29
Resolution d. LAG-Leiter zum Chemikalien- und Sicherheitserlaß	(1/93)	30
LAG-Leiter-Forderung zum Computereinsatz in Physik/Chemie (HS)	(1/93)	30
Resolution der AG-Leiter Physik zur Lehramtsausbildung	(1/93)	31

Ausschreibung des Sexl-Preises der ÖPG 1993 für besondere Leistungen in Unterricht und Lehre der Physik	(1/93) 32	Kräfte beim Schaukeln	(2/95) 32
Internationale Physikolympiade 1992	(1/93) 32	Freihandexperimente:	(3/95) 36
Workshop Computer im Physikunterricht in Linz	(1/93) 33	Natrium sucht Natrium	
Sommer-Workshop Physik	(1/93) 33	Der kleine Flammenwerfer	
ÖPG-Initiative: Frauen in der Physik	(1/93) 34	Die ungewöhnliche Zündung	
12. Österreichische Physikolympiade 1993	(2/93) 10	Der Löschhandschuh	
Aufgaben der Landeswettbewerbe der Physikolympiade	(2/93) 12	Der blinkende Weihnachtsbaum	(3/95) 36
11. Treffen des Arbeitskreises "Computer im Physikunterricht"	(3/93) 30	Freihandexperimente:	(4/95) 34
Aktive Lehrer während der Sommerferien	(3/93) 31	Das Unverdauliche	
Bericht des Arbeitskreises "Frauen und Physik" der ÖPG	(1/94) 28	Da steigt der Knödel	
25. Internationale Physikolympiade in Peking	(3/94) 4	Da kommt die Galle hoch	
ICPE-Medaille für Internationale Physikolympiade	(3/94) 6	Wider die Natur	
Physikexkursion nach Hamburg	(3/94) 7	Filmdosen-Kaleidoskop	(4/95) 35
Exkursion zum CERN	(3/94) 29		
Das Erdbeben vom 17.1.1995 in Japan	(1/95) 11		
Fachbereichsarbeiten aus Physik 1994	(1/95) 31	Aufgabenecke	
Funktechnik in Theorie und Praxis	(1/95) 31	Dichte; Knobelei im D-Zug	(3/93) 26
26. Internationale Physikolympiade in Canberra	(3/95) 26	Denksportaufgaben	(1/94) 30
Fachbereichsarbeiten aus Physik 1995	(3/95) 29		
Ausstellung Johannes Kepler in Graz	(4/95) 30		
Wir sind im Internet!	(4/95) 30	Bücherecke	
Beispiele der 26. Internationalen Physikolympiade-Teil I	(4/95) 31	<i>Chemie in faszinierenden Experimenten</i> , G. Wagner	(1/93) 27
New Ways of Teaching Physics – GIREP-ICPE Conference 1996	(4/95) 36	<i>Strahlen und Strahlenschutz</i> , H. Kiefer, W. Koelzer	(1/93) 27
		<i>Messen mit dem Computer</i> , W. Asselborn et al.	(1/93) 28
		<i>Fliegen – Angewandte Physik</i> , K. Luchner	(3/93) 32
		<i>Ein Knick in der Optik</i> , J. Walker	(3/93) 32
		<i>Historische Dokumente</i> , hg. v. G. Oberkofler	(1/94) 31
		<i>Deterministisches Chaos – Wege i.d. nichtlin. Dynamik</i> , R. Worg	(1/94) 31
		<i>Schmetterlinge und Galaxien – kosm. Streifzüge</i> , H. Reeves	(2/94) 37
		<i>Der Flügelschlag des Schmetterlings – Ein neues Weltbild durch die Chaosforschung</i> , R. Breuer	(2/94) 37
		<i>Atom – Forschung zw. Faszination u. Schrecken</i> , R. Kippenhahn	(2/94) 38
		<i>Lise, Atomphysikerin – Lebensgesch. d. Lise Meitner</i> , Ch. Kerr	(2/94) 38
		<i>Physikgeschichten aus Bad Einstein</i> , W. Stein	(2/94) 39
		<i>Richard Feynman – Leben u. Werk d. genialen Physikers</i> , J. Gleick	(2/94) 39
		<i>Unterricht Physik, Experimente – Medien – Modelle. Bd. 1: Optik I (Lichtquellen, Reflexion)</i> , H. Wiesner, P. Engelhardt, D. Herdt	(3/94) 39
		<i>Experimente als Hausaufgaben, Chemie</i> , M. Kratz	(3/94) 39
		<i>Unterricht Chemie, Band 4: Salze</i> , D. Büttner, D. Mascherrek	(3/94) 39
		<i>Gespräche mit der Sphinx – Paradoxien i.d. Physik</i> , E. Klein	(3/94) 40
		<i>Größenordnungen in der Natur</i> , E. Schwaiger	(1/95) 38
		<i>Erlebnisswelt Physik</i> , P. Labudde	(1/95) 38
		<i>Physikal. Freihandversuche – Kleine Experimente</i> , E. Zeier	(1/95) 39
		<i>Physik ist überall – Streifzüge</i> , K. Luchner	(1/95) 40
		<i>Licht und Farbe in der Natur</i> , M. Minnaert	(1/95) 40
		<i>Chem. Experimente in Klassenarbeiten u. Klausuren</i> , H. Zander	(2/95) 39
		<i>Oszillierende chem. Reaktionen und Strukturbildungsprozesse</i> , H. Brandl	(2/95) 39
		<i>Aulis Kolleg Chemie: Elektrochemie – Wechselwirkung zw. stoffl. Veränderung u. elektr. Energie</i> , W. Jansen et al.	(2/95) 39
		<i>Liebesbriefe A. Einstein, M. Maric</i> , hg. v. J. Renn, R. Schulmann	(2/95) 40
		<i>Isaac Newton</i> , J. Wickert	(3/95) 38
		<i>Experimente mit Spaß</i> , W. Rentzsch	(3/95) 39
		<i>Klima von Wien – Eine nwendungsorientierte Klimatographie</i> , I. Auer et al.	(3/95) 40
		<i>Einstein. Der Weltweise u. sein Jhd. Biographie</i> , A. Hermann	(3/95) 40
		<i>Physik-Boutique – Unterrichts Anregungen für Lehrkräfte</i> , Jürgen Becker, Dr. Christian Ucke	(4/95) 37
		<i>Onkel Albert und der Urknall</i> , Russell Stannard	(4/95) 37
		<i>Hochgeehrter Herr Professor, innig geliebter Louis – Ludwig Boltzmann, Henriette v. Aigentler, Briefwechsel</i> hg. v. Dieter Flamm	(4/95) 38
		<i>Die Entdeckung des Nichts – Leere und Fülle im Universum</i> , Henning Genz	(4/95) 38
		Nachruf	
		Nachruf auf Frau Prof. Mag. Dr. Agnes Ruis	(1/93) 34
Historisches			
Wissenschaft auf Briefmarken			
Der lauchgrüne Zwilling - Dr. Carl Auer v. Welsbach	(1/93) 21		
Ein österreichisches Schicksal: Karl Landsteiner	(2/93) 24		
Ernst Mach	(3/93) 27		
Der Meister optischer Geräte: Ernst Abbe	(1/94) 25		
Victor Franz Hess	(2/94) 35		
Carl-Zeiss-Werke	(1/95) 30		
100. Todestag von Josef Loschmidt	(2/95) 36		
100 Jahre Röntgenstrahlen	(2/95) 38		
100. Geburtstag von Frau Univ.-Prof. F. Seidl	(1/93) 23		
Historische naturwissenschaftliche Geräte	(1/93) 24		
Erwin Schrödingers Lebenslauf	(2/93) 28		
Historische naturwissenschaftliche Geräte	(2/93) 29		
150. Geburtstag von Ludwig Boltzmann: Zur Person	(1/94) 6		
Symposium zum 150. Geburtstag von Ludwig Boltzmann	(1/94) 9		
Reflexionen über die hundertjährige Geschichte des Vereins	(2/94) 11		
Boltzmann und die Evolutionäre Erkenntnistheorie	(2/94) 14		
100. Todestag von Hermann v. Helmholtz	(3/94) 36		
Wolfgang Pauli	(3/94) 37		
Sir Horace Lamb	(3/94) 40		
100. Todestag von Josef Loschmidt	(1/95) 8		
Carl Zeiss	(1/95) 27		
Erinnerungen der Forscherin Erika Cremer	(1/95) 36		
Einstein und die Österreicher	(2/95) 19		
Freihandexperimente			
Schnapsglaskaskade	(1/93) 25		
Versuch zur Brownschen Bewegung	(1/93) 25		
Vier farbenfrohe Experimente:	(2/93) 23		
Das bunte Backblech			
Radialspur – rot & blau			
Farbe weglassen			
Wir Wunderheiler	(3/93) 25		
Brausepulver	(3/93) 26		
Zeitzündler	(1/94) 24		
Der Ofen zieht	(1/94) 24		
Zwei Feuerlöscher:	(2/94) 32		
Brand aus!			
Die Sprinkleranlage			
Aufstieg und Fall eines Gummibärens	(3/94) 34		
Fotorecycling	(3/94) 35		
Sturm im Wasserglas	(1/95) 23		
Das Rotkrautpapier	(2/95) 32		

PLUS LUCIS 1/93 bis 3/95 sind gegen einen Unkostenbeitrag von ÖS 50,- (inkl. Porto) beim Verein erhältlich