

PLUS LUCIS

1/96

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

Projekt Luft

Lochkamera

Lichtgeschwindigkeit

Projekt Laufschrift

Beispiele der 26. IPhO

Integrierte naturwissenschaftliche
Grundbildung

Freihandexperimente

Wissenschaftserziehung – Gesellschaft

Bücherecke

**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: Heilige Neugier – Weniger Drill, mehr Faszination 1

Aktuelles

Briefe 2
Lebensbegleitendes Lernen 2
Wissenschaftserziehung und Gesellschaft 3
Solarkollektoren-Rekord in Österreich 19
Beispiele der 26. Internationalen Physikolympiade – Teil II 21

Fachdidaktik

Das Energiekonzept im integrierten naturwissenschaftlichen Unterricht .. 6
Innere Differenzierung durch Individualisierung 10

Für die Praxis

Die Bestimmung der Lichtgeschwindigkeit über das Fernsehen 13
Projekt Luft 15
Zoomlochkamera 20
Von der Idee zum fertigen Produkt 26
Gleichgewicht und Stabilität 29

Freihandexperimente

Freihandexperimente 33
Slinky will nicht fallen 34

Ankündigung

Seminare des PIB: Subnukleare Physik und Kosmologie,
Weltbild der modernen Physik 9
Europäische Gesellschaft zur Förderung von
Astronomie-Unterricht gegründet 37

Bücherecke 39

Heilige Neugier – Weniger Drill, mehr Faszination

Ulrich Schnabel

Unter dieser Überschrift regt die deutsche Wochenzeitschrift DIE ZEIT zum Nachdenken an. Als Beitrag zur Entrümpelungsdiskussion, die in der nächsten Zeit auch bei uns – vielleicht mit Hinweis auf die erfolgreich abgeschlossene Oberstufenreform in der BRD – heftig aufflammen wird. Daher sei er hier wiedergegeben.

An seine deutsche Schulzeit hatte Albert Einstein keine allzu gute Erinnerung. Dort habe man "die Freude, die heilige Neugier des Forschens" regelrecht erdrosselt, klagte der Wissenschaftler später, "denn dies delikate Pflänzchen bedarf neben Anregung hauptsächlich der Freiheit". Da er solche Freiheit am Münchner Luitpoldgymnasium nicht fand, brach der fünfzehnjährige Albert seinen Schulbesuch ab und versuchte ein Jahr später, zum Studium in Zürich zugelassen zu werden ohne Abitur.

Was würde der große Physiker wohl heute sagen, wenn er die derzeitige Diskussion um Oberstufenreform und den Stellenwert der Naturwissenschaften beurteilen müßte? Wahrscheinlich ließe ihn die Debatte reichlich kalt. Denn ob nun die Naturwissenschaften aus dem Kanon der Abiturfachfächer herausgenommen werden, wie es die Kultusminister vorhaben, oder ob sie im Gegenteil verstärkt in der Oberstufe gelehrt werden, wie es die großen wissenschaftlichen Fachverbände fordern, "die heilige Neugier des Forschens" dürfte durch keinen der Vorschläge angefaßt werden. Im Gegenteil, im Streit um verbindlich festzulegende Fächerkombinationen droht das Grundproblem unterzugehen: Wie vermittelt man Wissenschaft so, daß nicht nur Fakten und Formeln, sondern die naturwissenschaftliche Denkweise an sich gelernt wird?

Die Kultusminister haben dieses Problem in ihrem geplanten Entwurf einfach marginalisiert. Wo nur noch Mathematik, Deutsch und eine Fremdsprache als Pflichtfächer gelten, erscheinen Chemie, Physik oder Biologie als zweitrangig. Sie sollen, je nach Angebot und Nachfrage, künftig frei wählbar sein, das läßt sie fast entbehrlich erscheinen. Dagegen laufen die Deutsche Physikalische Gesellschaft, die Gesellschaft Deutscher Chemiker und der Verband Deutscher Biologen Sturm. Sie fordern, den naturwissenschaftlichen (Pflicht-)Unterricht bis zum Abitur beizubehalten und drohen bei Nichterfüllung mit einem düsteren Szenario: Das zu erwartende Defizit an naturwissenschaftlicher Allgemeinbildung werde sich in Zukunft verhängnisvoll auswirken. Als Industrienation seien wir nicht mehr konkurrenzfähig, Politiker und Wirtschaftsführer könnten keine sachgerechten Entscheidungen mehr treffen, und insgesamt, so schimmert es zwischen den Zeilen der Wissenschaftslobby unmißverständlich durch, wäre der "Standort Deutschland" verloren.

Während die Kultusminister also die Naturwissenschaften offensichtlich unterbewerten, schießen die Fachverbände übers Ziel hinaus und fordern ein Maximum an Naturwissenschaft: Pflichtbelegung aller drei Fächer (Physik, Chemie, Biologie)

zu Beginn der Oberstufe, später Beibehaltung von mindestens zweien, wobei eines davon Prüfungsfach im Abitur sein soll. Schüler, die sich vergeblich mühen, das Wesen des Wechselstroms zu erfassen oder hinter die Geheimnisse der Wasserstoffbindung zu kommen, dürften bei einem solchen Vorschlag vermutlich gequält aufseufzen. Denn keinem Menschen läßt sich das naturwissenschaftliche Denken qua Verordnung eintrichtern. Im Gegenteil, ein notgedrungen abgesessener Kurs in Physik oder Chemie verdichtet sich bei vielen Menschen später oft nur zu einem stöhnenden "Das habe ich schon in der Schule nie begriffen". Und damit ist für sie das Buch der Naturwissenschaften fester versiegelt als je zuvor.

Daher sollten wir nicht um Kern- oder Pflichtfächer streiten, sondern darüber, wie sich die Freude am Forschen und die Faszination der Erkenntnis vermitteln lassen. Eine Grundbedingung dafür hat Albert Einstein schon genannt: die geistige Freiheit. Statt vorgefertigter Antworten sollte im Wissenschaftsunterricht vor allem das Fragenstellen gelernt werden. Dabei müssen auch solche Fragen zugelassen sein, die das Konzept des Unterrichts sprengen. Und sollten sich daraus Diskussionen über die Gültigkeit von wissenschaftlichen Aussagen ergeben, über Sinn und Unsinn eines Ergebnisses, dann wird vielleicht auch im Schulunterricht etwas vom Geist der echten Wissenschaft sichtbar.

Eine erste Forderung an die Naturwissenschaftler müßte daher lauten: *Provoziert Debatten im Unterricht und schafft vor allem Raum dafür.* Ob dies gelingt, hängt im wesentlichen von der Souveränität und Begeisterung der Lehrer ab. Dazu braucht es aber nicht, wie oft vorgeschlagen, ein gemeinsames Fach "Naturwissenschaften". Neugieriges Fragen kann in jeder Einzeldisziplin angestoßen werden.

Ähnliche Forderungen erheben übrigens auch die wissenschaftlichen Fachverbände. Auch sie fordern schlanke Lehrpläne mit einem verbindlichen Kern und vielerlei Bezügen zum täglichen Leben. Allerdings drohen sie den dabei möglichen Spaß am Lernen selbst zunichte zu machen, indem sie den Zwang zum Pflichtbesuch etablieren möchten. Ein Wissenschaftsunterricht, der wirklich zu begeistern versteht (und nur ein solcher führt auch an das naturwissenschaftliche Denken heran), findet seine Schüler von selbst.

Auch Albert Einstein, der bei seiner Hochschulprüfung in Zürich wegen mangelnder Kenntnisse in Zoologie, Botanik und den modernen Sprachen durchfiel, lernte die Schule noch von einer anderen Seite kennen. Um sein Abschlußzeugnis nachzuholen, besuchte er die Schweizer Kantonsschule Aarau. Sie habe "durch ihren liberalen Geist" einen "unvergeßlichen Eindruck" in ihm hinterlassen, bekannte der Schöpfer der Relativitätstheorie später und meinte rückblickend: "Durch Vergleich mit sechs Jahren Schulung an einem deutschen, autoritär geführten Gymnasium wurde mir eindringlich bewußt, wie sehr die Erziehung zu freiem Handeln und Selbstverantwortlichkeit jener Erziehung überlegen ist, die sich auf Drill, äußere Autorität und Ehrgeiz stützt."

Dieser Artikel erschien in der deutschen Wochenzeitschrift DIE ZEIT, Nr. 49, S. 59 vom 1. 12. 1995

Briefe

Im Februar 1996 haben nicht nur die Teilnehmer der Fortbildungswoche in einer spontanen Aktion ihre Besorgnis über Stundenkürzungen im naturwissenschaftlichen Unterricht geäußert, auch Vertreter verschiedener Universitätsinstitute wandten sich mit einem Schreiben an Frau BM E. Gehrler. Der Inhalt ihrer Antwort vom 8. Mai 1996 sei den Lesern von PLUS LUCIS mitgeteilt.

Sehr geehrter Herr Universitätsprofessor!

Auf Ihr Schreiben betreffend die geplante Kürzung der Wochenstunden für die Unterstufe der AHS und für die Hauptschule möchte ich Ihnen folgendes mitteilen:

Es ist nicht geplant, in der "nicht autonomen" Stundentafel in der AHS den Gegenstand Physik bzw. in der Hauptschule den Gegenstand Physik/Chemie zu kürzen.

Es ist uns bewußt, daß die Naturwissenschaften für unsere Schüler von außerordentlicher Wichtigkeit sind und es für die Zukunft unseres Landes notwendig ist, den jungen Menschen eine entsprechende Grundausbildung in diesen Gegenständen zu vermitteln.

Wieweit es allerdings im Rahmen der Autonomie zu Kürzungen kommt, die auch bisher schon möglich waren, kann ich momentan nicht einschätzen. Ich bin überzeugt, daß es den Lehrern der Naturwissenschaften gelingt, Schüler und Eltern von der Wichtigkeit ihrer Gegenstände zu überzeugen.

Mit freundlichen Grüßen

Elisabeth Gehrler

Aus Anlaß der 50. Fortbildungswoche schrieb MR DI Dr. Werner Timischl:

... Leider bin ich verhindert, an der Eröffnung teilzunehmen. Ich bedaure dies umso mehr, da die diesjährige Fortbildungswoche eine Jubiläumsveranstaltung ist, die ein beachtliches Programm aufweist. So möchte ich auf diesem Wege dem Verein meine Glückwünsche ... übermitteln. gleichzeitig darf ich als interessierter Leser von PLUS LUCIS die Gelegenheit nutzen, um Ihnen und allen, die an der Herausgabe mitwirken, zu der gelungenen Zeitschrift gratulieren.

Lebensbegleitendes Lernen

Dieser Ausgabe von PLUS LUCIS, dem nun elften Heft, wurde bewußt ein Artikel aus einer angesehenen Zeitung vorangestellt. Die Meinung von Außenstehenden sollte auch in der Schule als Anlaß zu Diskussion und Reflexion hilfreich sein. Noch ein weiterer Beitrag beschäftigt sich mit dem Thema Unterricht, die Preisrede des ehemaligen Generaldirektors von DESY und CERN zur Verleihung eines ansehnlichen europäischen Preises an Autoren und Verleger eines österreichischen Schulbuchs aus Physik. Zu dieser Auszeichnung herzliche Gratulation! Auch andere österreichische Physikbücher werden im Ausland geschätzt.

In diesem Heft sind einige Unterrichtsprojekte verschiedenen Umfangs dokumentiert, die dadurch einen Schwerpunkt bilden. Deshalb mußten andere Beiträge zurückstehen, auch wenn sie schon lange auf den Druck warten. (Heft 2/96 ist in Vorbereitung!) *Trotzdem: Wo bleibt Ihr Beitrag?*

Die Fortbildungswoche 1996, die 50. seit der Gründung im Jahr 1947, war ebenso gut besucht wie in den letzten Jahren. Das BMUK hat durch Erhöhung der bescheidenen Unterstützung um ein Drittel seinen guten Willen und seine Sympathie gezeigt, die Hauptkosten werden jedoch aus den Mitgliedsbeiträgen bestritten. Im Kontrast dazu stimmt es jedoch bedenklich, daß in dem von Unterrichts- und Wissenschaftsminister gemeinsam verkündeten *Jahr des lebensbegleitenden Lernens* die bisherigen Anstrengungen um Lehrerfortbildung einen

schweren Rückschlag erleiden. Wie soll es weitergehen? Welche Konsequenzen wird die Einschränkung der Fortbildung auf die unterrichtsfreie Zeit für die Fortbildungswoche bringen? **Schreiben Sie uns Ihre Meinung dazu!** Fortbildung ist nicht Privatangelegenheit.

Die vorläufige Planung der nächsten Fortbildungswoche sieht als Termin die letzte Februarwoche 1997 vor. Bitte vormerken! Vorschläge zur Programmgestaltung sind natürlich herzlich willkommen.

Prof. Duit vom IPN in Kiel, den Teilnehmern der Fortbildungswoche 1995 durch seinen Vortrag in Erinnerung, ist derzeit Gastprofessor an der Universität Wien und hält Vorträge auch in Salzburg und Graz. *Der Vortrag in Graz wird erfreulicherweise auch von der Arbeitsgemeinschaft der Physik- und Chemielehrer an Hauptschulen und der Pädagogischen Akademie der Diözese Graz-Seckau mitveranstaltet.*

Lassen Sie von sich hören! Ihr Helmut Kühnelt.

Zum Titelbild

Das Titelbild auf Seite 1 zeigt einen kleinen Ausschnitt aus einem Manuskript von 72 Seiten über die spezielle Relativitätstheorie, das Einstein 1912 für ein geplantes "Handbuch der Radiologie" verfaßte. Es wurde vom Verfasser mehrmals überarbeitet, die Korrekturen zeigen den Entstehungsprozeß. Der 1. Weltkrieg verhinderte das Erscheinen des Werkes, und als der Herausgeber, Prof. E. Marx, in den frühen Zwanzigerjahren das Handbuch doch herausbrachte, zog Einstein seine Zustimmung zum Druck zurück, da er den Text als überholt ansah, ihn aber auch nicht nochmals überarbeiten konnte. Das Manuskript verblieb in der Familie Marx und sollte nun in New York versteigert werden. Die geforderten 4 Mio. US\$ waren aber den Interessenten zu viel.

Wissenschaftserziehung und Gesellschaft

Herwig Schopper

Der "Amaldi International Prize for a High School Physics Textbook 1993" wurde nach fast zweijähriger Begutachtung von fünfzig Lehrgängen aus elf europäischen Ländern durch eine internationale Jury am 2. Dezember 1995 in Piacenza, Italien den Autoren des Physiklehrbuches "Physik compact" und dem Verlag Holder-Pichler-Tempsky, Wien überreicht. Professor Schopper hielt die Festrede.

Es ist mir eine besondere Ehre, den Vortrag anlässlich der Verleihung des Amaldi-Preises 1995 halten zu dürfen, da dieser Preis den Namen eines außergewöhnlichen Mannes trägt. Eduardo Amaldi war vor allem ein herausragender Wissenschaftler. Trotz seiner späteren nichtwissenschaftlichen Aktivitäten schlug sein Herz stets für die Wissenschaft. Ich hatte die Freude, Eduardo Amaldi in seinen späteren Jahren häufig zu begegnen und ich bewunderte ihn für seine Objektivität, seine Gerechtigkeitsliebe und seine Fairness. In einem Alter, in dem andere eine ruhige Pensionierung genießen, ergriff er die Initiative, ein neues Experiment zu beginnen. Er etablierte ein Gruppe, die in Rom und bei CERN arbeitete und einen Detektor für Gravitationswellen baute und betrieb. Diese Aktivität dauert bis heute an.

Aber Eduardo übte auch einen großen Einfluß auf die Wissenschaftspolitik aus. Sein herausragendster Beitrag war seine Beteiligung bei der Gründung von CERN, dem heutigen Europäischen Zentrum für Elementarteilchenphysik in Genf. Es ist bekannt, daß er einer der Gründungsväter und sein erster Generaldirektor war. I. Rabi wird meist als Schlüsselperson genannt, der der General Assembly der UNESCO 1950 in Florenz die Gründung eines Europäischen Zentrums für Kernforschung vorschlug. Es mag aber weniger bekannt sein, daß Amaldi eine abweichende Meinung vertrat und er beeinflusste offensichtlich Rabi, seinen Vorschlag zur "Gründung von regionalen Laboratorien" zugunsten eines Konzepts für ein einziges europäisches Zentrum zu ändern. Dies war ohne Zweifel eine wichtige Entscheidung, und ich bin überzeugt, daß ohne Eduardo Amaldi CERN sich nicht zu dem entwickelt hätte, was es heute darstellt, eines der erfolgreichsten wissenschaftlichen Laboratorien und auch ein Beispiel für fruchtbare weltweite internationale Zusammenarbeit. Dies ist ein weiteres Feld, auf dem Amaldi mit seiner ganzen moralischen Autorität einen starken Einfluß ausübte, auf Gebiete, die von der praktischen wissenschaftlichen Zusammenarbeit bis zu Abrüstungsfragen reichten.

Last but not least, müssen seine Bemühungen zur Verbesserung der Beziehungen zwischen der Welt der Wissenschaften und der Öffentlichkeit, erwähnt werden. In diesem Zusammenhang war er sich der Wichtigkeit des Schulunterrichts auf allen Niveaus bewußt und er machte große Anstrengungen, um die Situation zu verbessern. Dies ist wohl der Hauptgrund dafür, daß der Preis, der heute verliehen wird, seinen Namen trägt.

Eduardo Amaldi ist ein Beispiel für einen Wissenschaftler, der nicht nur große Beiträge zur Physik leistete, sondern der auch bereit war, sich der Herausforderung größerer Verantwortlichkeiten außerhalb der Wissenschaft zu stellen. Ich hoffe, daß sein Name junge Wissenschaftler ermutigen wird, seinem Beispiel zu folgen.

Lassen Sie mich nun zum Thema meines Vortrages kommen. Manche dürften überrascht sein, daß die Ausbildung in Physik, die manchmal als ein sehr spezielles Gebiet betrachtet wird, Auswirkungen auf die Gesellschaft haben sollte. Ich glaube, daß einige Kenntnisse der Grundlagen der Physik von größter Bedeutung nicht nur für die Gebildeten sind, sondern für alle Bürger.

Lassen Sie mich einige Gründe nennen:

- Physik, oder allgemeiner die Naturwissenschaften, sind Teil der menschlichen Kultur,
- wir leben in einer Welt, die auf den Ergebnissen der Technologie gegründet ist, die ihrerseits ihre Wurzeln zu einem großen Teil in der Physik hat,
- Physik wird auch in Zukunft benötigt, um einige der fundamentalen Probleme der Gesellschaft zu meistern,
- die Denkformen in der Physik, die physikalische Methodologie, lehrt uns, wie Probleme in allgemeiner Weise angepackt werden können, was in verschiedenen Gebieten auch außerhalb der Wissenschaft von Vorteil sein kann,
- Schulunterricht in Physik ist vor allem für diejenigen wichtig, die nicht in der Wissenschaft bleiben, sondern sich anderen Berufen zuwenden werden und die vielleicht eines Tages führende Persönlichkeiten unserer Gesellschaft werden.

Im Folgenden möchte ich auf einige dieser Thesen näher eingehen.

Im Bekanntenkreis oder auch bei flüchtigen Begegnungen in der Bahn oder im Flugzeug kann man häufig feststellen, daß viele Menschen zwar eine große Hochachtung, manchmal gepaart mit einer gewissen Furcht, vor der Physik haben, daß sie es aber als keine wesentliche Bildungslücke betrachten, wenn sie z. B. noch nie etwas über die Grundzüge der Thermodynamik oder der Elektrizität gehört haben, obwohl sie im täglichen Leben ständig damit konfrontiert sind. Ja noch schlimmer, unsere Bildungsideale sind weitgehend durch das vergangene Jahrhundert geprägt und ich habe Leute kennengelernt, die es als Schande empfinden, wenn sie nichts über Dantes "Divina Commedia" oder Goethes "Faust" wissen, die aber gleichzeitig stolz darauf sind, niemals mit den Grundgedanken der Quantenmechanik oder der Einsteinschen Relativitätstheorie in Berührung gekommen zu sein. Woher kommt diese Abneigung gegen die Physik oder allgemeiner gegen die Naturwissenschaften?

Vielen ergeht es wohl so, daß sie mit einer gewissen Abscheu an den Schulunterricht in Physik oder Mathematik zurückden-

Univ.-Prof. Herwig Schopper, Genf, Präsident der Europäischen Physikalischen Gesellschaft, ehemaliger Generaldirektor des CERN, Genf

ken. Die meisten erinnern sich an einen trockenen Unterricht, bei dem es darum ging, Formeln auswendig zu lernen oder sich mit abstrakten Dingen zu befassen, die vielleicht etwas mit einigen Anwendungen im täglichen Leben zu tun hatten, die aber bestenfalls den menschlichen Intellekt befriedigen, nicht aber die emotionalen Seiten des Menschseins ansprechen konnten.

Hier stoßen wir auf eine fundamentale Schwierigkeit, der sich der Unterricht in Physik gegenüber sieht. In vielen anderen Fächern, wie etwa der Biologie, der Geschichte und Geographie, ist es möglich, auf irgendeinem interessanten Niveau in die Materie einzusteigen und von daher das Gebiet allmählich zu erschließen. In Physik und Mathematik ist dies leider nicht möglich. Zunächst muß man solide das "Handwerkszeug" erlernen, bevor man die volle Schönheit dieser Wissenschaften erfassen kann. Es ist vielleicht ähnlich wie in der Musik. Ein Strauß'scher Walzer oder für die jüngere Generation noch attraktiver ein Song von Michael Jackson geht sofort ins Blut, während der volle Genuß einer Bachschen Fuge oder einer Beethoven-Symphonie eine gewissen Vorarbeit erfordert, dann aber eine um so größere Befriedigung als Belohnung liefert.

Für die Didaktik der Physik stellt sich hier eine immens wichtige Aufgabe: vor allem gilt es den Schülern, die später keine Berührung mehr mit den Naturwissenschaften haben werden, einen Begriff zu geben, welche Rolle die Physik im Rahmen der menschlichen Kultur unabhängig von technischen Anwendungen spielt. Zu erforschen, was in der Natur ewigen Bestand hat, was andererseits zu den ständigen Veränderungen führt, zu einem ewigen Werden und Vergehen, wie das Weltall entstanden ist und was die Struktur der Materie ist, sind Fragen, die die Menschheit seit Jahrtausenden beschäftigt hat.

Mit der Darwinschen Evolutionslehre hat die moderne Physik in diesem Jahrhundert wohl am meisten zur Schaffung eines neuen Weltbildes beigetragen. Dabei existiert ein fundamentales Mißverständnis. In der allgemeinen Vorstellung besteht die Enträtselung der Natur darin, daß die Naturforschung den Vorhang vor einem dahinter bereits fertig bestehenden Bildes wegzieht. In Wirklichkeit besteht die Erforschung der Natur aber nicht aus einem mehr oder weniger automatischen Vorgang, sondern es handelt sich um eine kreative Leistung. Diese kommt etwa bei der Erfindung von geeigneten Experimenten, d.h. Fragestellungen an die Natur oder bei der Entwicklung von neuen theoretischen Begriffen zum Tragen. So konnte der Satz von der Erhaltung der Energie erst gefunden werden, nachdem die Begriffe Energie und Kraft, die im vergangenen Jahrhundert noch häufig verwechselt wurden, geklärt waren. Ich bin überzeugt, daß der erforschbare Bereich der Natur nicht a priori festgelegt ist, sondern daß er durch die menschliche Erfindungsgabe und Kreativität erschlossen und erweitert wird.

Vielleicht noch wichtiger ist die Tatsache, daß die Beschäftigung mit der Natur Rückwirkungen auf unsere Denkstruktur, ja sogar auf unsere Wertvorstellungen hat. Die philosophischen Auswirkungen des Begriffes der Komplementarität in der Quantenmechanik oder der Gleichzeitigkeit in der Relativitätstheorie sind ja allgemein bekannt. (Ich möchte in Parenthese erwähnen, daß der Name Relativitätstheorie zu vielen

Mißverständnissen geführt hat ("Alles ist relativ"), und sie sollte besser "Invariantentheorie" heißen!)

Aber die Physik hat uns auch gelehrt, daß es in der Wissenschaft keine absoluten Wahrheiten gibt. Alle Ergebnisse besitzen nur einen vorläufigen Charakter, da sie durch weitere Forschungsergebnisse überholt werden. Ein weiteres Mißverständnis besteht aber darin, daß deshalb die Naturwissenschaften kein sicheres Fundament für menschliche Verhaltensweisen liefern können. In Wahrheit gibt es keine "physikalischen Revolutionen". Neue Erkenntnisse werfen frühere Naturgesetze nicht über den Haufen, sondern sie schränken deren Gültigkeitsbereich ein. Die Erkenntnis, daß im atomaren Bereichen die Quantentheorie anzuwenden ist, hat die Gültigkeit der klassischen Physik im Makrokosmos keineswegs eingeschränkt.

Die Physik oder die Naturwissenschaften im allgemeinen werden häufig dafür kritisiert, daß sie für die menschliche Kultur ohne Relevanz seien, da sie keine letztlich gültigen Handlungsvorschriften liefern können. Die Erkenntnis, daß wir in den Naturwissenschaften nur bedingt gültige Wahrheiten finden, daß wir uns aber der endgültigen Wahrheit schrittweise nähern, ohne sie je erreichen zu können, ist eine Erfahrung die auch in nichtwissenschaftlichen Bereichen eine Rolle spielen könnte und sollte und die auf menschliche Verhaltensweisen einen gewissen Einfluß ausüben kann, etwa bei der Überwindung von Konflikten oder der Förderung von Toleranz.

Ich bin mir bewußt, daß es eine fast unlösbare Aufgabe darstellt, diese Bedeutung der physikalischen Forschung für die menschliche Kultur in einem zeitlich außerordentlich beschränktem Schulunterricht darzustellen. Trotzdem erscheint es mir wichtiger, diese Zusammenhänge jungen Menschen begreifbar zu machen als noch eine Formel mehr zu lehren.

Grundbegriffe in der Physik sind aber natürlich auch aus einem anderen Grund wichtig für den modernen gebildeten Bürger. Wir leben in einer Welt, die in den letzten 200 Jahren durch die zu einem großen Teil auf physikalischen Erkenntnissen basierende Technik umgeformt wurde. Humane Arbeitsbedingungen, hohe Lebenserwartung, gesicherte Versorgung mit Nahrung und Energie, Mobilität und Freizeit und die vielen anderen Errungenschaften, die unsere Gesellschaft heute genießt, beruhen auf einer rasanten technischen Entwicklung, die auf Ergebnissen der Grundlagenforschung aufbaut. Daß diese früher nur einer kleinen Gesellschaftsschicht vorbehaltenen Vergünstigungen heute allgemein verfügbar sind, ist dieser technischen Entwicklung, die heute manchmal verteufelt wird, zu verdanken. Ohne sie wäre es kaum möglich gewesen die Sklaverei, die einst die wichtigste Energiequelle darstellte, abzuschaffen, ja die Entwicklung demokratischer Systeme setzte voraus, daß die Mehrheit der Menschen nicht ihre ganze Zeit zur Beschaffung der dringendsten Lebensbedürfnisse aufwenden mußten.

Die Physik spielte dabei eine ausschlaggebende Rolle, da nicht allein die eigentlichen physikalischen Erkenntnisse und ihre Anwendungen in der Technik von großer Bedeutung waren und sind, sondern die Physik lieferte auch Grundlagen für andere Bereiche, wie etwa Chemie, Geowissenschaften, Biowissenschaften, Ingenieurwissenschaften und Medizin.

Ich behaupte, daß wahre Bildung nicht im Besitz abstrakter Kenntnisse, die nichts mit dem täglichen Leben zu tun haben, besteht, sondern daß der gebildete Bürger wenigstens im Prinzip die Erscheinungen, die ihn umgeben und die er täglich ausnutzt, verstehen sollte. Natürlich sind die Zeiten vorbei, als man selbst sein Radio reparieren oder den Vergaser seines Autos regeln konnte. Aber der gebildete Fernsehzuschauer sollte es nicht als ein Wunder ansehen, wenn auf seinem Bildschirm Männlein oder Weiblein herumhüpfen, sondern er sollte etwas von elektromagnetischen Wellen und deren Ausbreitung und von einer Braunschen Röhre gehört haben.

Wenn dies nicht der Fall ist, dann besteht Gefahr, daß die Unkenntnis die Menschen allen möglichen Manipulationen aussetzt, sie leistet der Scharlatanerie Vorschub und bereitet den Nährboden für Mißtrauen. Was man nicht kennt und versteht, erzeugt Angst und so entsteht Technikfeindlichkeit aus Unkenntnis und ein neuer Aberglaube greift um sich. Wie viel in der Vergangenheit versäumt wurde, zeigt die Tatsache, daß in den meisten zivilisierten Ländern mehr als die Hälfte der Bevölkerung an Astrologie glaubt. Mangelnde Kenntnis wissenschaftlicher Prinzipien ist ein beklagenswerter Verlust, was Einstein in seiner Eröffnungsrede zur Funkausstellung 1930 in Berlin so charakterisierte: "Schämen sollten sich die Menschen, welche die Wunder der Wissenschaft und Technik gedankenlos hinnehmen und nicht mehr davon geistig erfaßt haben als die Kuh von der Botanik der Pflanzen, die sie mit Wohlbehagen frißt".

Alles bisher gesagte bezog sich auf den Unterricht für Menschen, die nicht einen naturwissenschaftlichen Beruf ergreifen wollen. Für diejenigen, die später Physiker werden wollen, ist ein guter Schulunterricht zwar auch von großem Vorteil, aber viele Fehler oder Mängel können später während des Universitätsstudiums ausgebügelt werden. Die Sünden der Schule können aber bei denjenigen, die in ihrem späteren Leben nicht mehr mit Naturwissenschaften in Berührung kommen, korrigiert werden, was insbesondere bei Personen in leitenden Stellungen oder bei Politikern zu verheerenden Konsequenzen führen kann.

Ich habe einige, wenn auch bei weitem nicht alle Gründe angeführt, weshalb es die Wahrnehmung gesellschaftlicher Verantwortung gebietet, naturwissenschaftliches Denken und grundlegendes physikalisches Gedankengut in angemessener Weise zu vermitteln. Als Voraussetzung dafür sollte der Unterricht im Fach Physik in schülernaher Form in allen Jahrgangsstufen der allgemeinbildenden Schulen angeboten werden, insbesondere aber sollte er in angemessenem Umfang verbindlicher Bestandteil des sekundären Bereiches bis zum Abitur sein. In manchen Ländern ist dies leider nicht der Fall.

Die *Europäische Physikalische Gesellschaft* ist sich der Verantwortung bewußt, die sie auch im Bereich des Unterrichts von der Elementarschule bis zur Universitätslehre hat und sie unternimmt Anstrengungen, um den Physikunterricht zu fördern. Es wurde daher vor einiger Zeit eine *Interdivisional Group on Physics Education* ins Leben gerufen. Die Aufgaben dieser Gruppe sind vielfältig und ich kann hier nur einige erwähnen:

- Verbesserung der Beziehungen zwischen physikalischer Forschung und Unterricht, wozu es auch gehört, Kollegen,

die sich bisher nicht um den Schulunterricht gekümmert haben, für diese Aufgabe zu gewinnen;

- die Bedeutung des Physikunterrichts an Schulen einer breiteren Öffentlichkeit klar zu machen;
- die Aus- und Weiterbildung der Lehrer durch Kurse und Workshops zu fördern, was im Hinblick auf die rasche Fortentwicklung der Physik sehr wichtig ist;
- die Erstellung von Kriterien für einen guten Physikunterricht;
- die Förderung von neuen Techniken im Unterricht wie Benutzung von Computern, Videodiscs, Filmen und elektronische Netzwerke.

Um die Beziehungen mit den Lehrern an Schulen besonders zu fördern, wurde vor kurzem innerhalb der *Interdivisional Group on Physics Education* ein "EPS Forum on Education" gegründet. Ziel dieses Forums ist es zunächst, die Beziehungen zwischen den nationalen Physikalischen Gesellschaften und den Lehrern zu verbessern und dabei die in verschiedenen Ländern gemachten Erfahrungen auszutauschen, zu stärken und zu nutzen.

Last but not least, sieht es die EPS als eine ihrer vornehmsten Aufgaben an, die Herstellung von Physikbüchern für den Schulunterricht mit möglichst hoher Qualität zu ermutigen. Dafür stellt der Preis der Amaldi-Stiftung für das beste Physik-Schulbuch ein wesentliches Instrument dar. Die EPS ist daher gerne bereit, den Preis zu unterstützen und ihm zu größerer Publizität zu verhelfen. Es war mir daher eine gerne übernommene Pflicht und gleichzeitig ein Vergnügen heute hier an der Veranstaltung teilzunehmen und ich möchte den Autoren des Physiklehrganges "Physik-compact" und den Vertretern des Verlages Holder-Pichler-Tempsky sehr herzlich zu ihrer Auszeichnung, die sie in internationaler Konkurrenz gewinnen konnten, gratulieren und wünsche ihnen und ihrem Buch viel Erfolg bei der so wichtigen Aufgabe, Physik an den Schulen zu lehren.

Österreichische Physiklehrbücher im Ausland

Die "Themenhefte" des Lehrganges "Physik compact" werden auch in der BRD und Schweiz verkauft; weiters wurden Lizenzen für Slowenien und Griechenland abgeschlossen.

Auch andere österreichische Physiklehrgänge sind im Ausland erfolgreich:

Bereits 1978 erschien eine Lizenzausgabe des Lehrbuches von **Schreiner** bei Diesterweg (BRD) und Sauerländer (Schweiz).

Auch der Lehrgang von **Sexl-Raab-Streeruwitz** wurde 1980 von beiden Verlagen in Lizenz übernommen. 1984 folgte eine italienische Ausgabe. Zwei Bände einer neuen, dreibändigen Ausgabe des "Sexl" für die BRD sind bereits erschienen und eine neue Schweizer Bearbeitung wird heuer auf den Markt kommen.

Das Energiekonzept im integrierten naturwissenschaftlichen Unterricht

Klaus Mie

Wer etwas neues versucht – das nehmen wir für uns in Anspruch –, hat Kritik am Bestehenden. Um welche Kritik handelt es sich?

Ich möchte dazu Adolf Klein zitieren, den langjährigen, ehemaligen Vorsitzenden von MNU, des Vereins zur Förderung des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts in Deutschland. Er hielt 1982 den Festvortrag auf der MNU-Hauptversammlung in Berlin, der mich damals sehr beeindruckt hat. Diese Rede war das Vermächtnis eines sehr guten und im Grunde konservativen Physiklehrers am Gymnasium. Dort hieß es:

"Seien wir uns klar darüber und sagen wir es ganz offen: Unser Unterricht ist längst nicht mehr in Ordnung, er ist veraltet, nicht auf dem Stand, der der heutigen Lage im Bildungswesen in der Bundesrepublik entspräche... Haben wir uns wirklich schon darauf eingestellt, daß wir uns nicht mehr an zukünftige Gelehrte wenden, von denen man sich vorstellt, daß die Suche nach Wahrheit ihr Lebensinhalt ist? ... Führen wir unsere Schüler wirklich zum Erleben naturwissenschaftlichen Wissens... oder unterrichten wir unsere Fächer wie eine tote Fremdsprache?"

Adolf Klein, den bei uns alle älteren gymnasialen Physik- und Chemielehrer kennen, mahnte 1982, also schon vor 14 Jahren, zu Recht an, daß wir nicht in erster Linie ein Fach, sondern, Schülerinnen und Schüler unterrichten. Einem viel zu großen Teil von ihnen bleiben die Naturwissenschaften fremd und äußerlich. Kurz gesagt: Viel zu viele interessiert das nicht, so sehr wir uns auch bemüht haben. Das war schon vor mehr als einem Jahrzehnt Konsens! Warum hole ich das jetzt hervor? Haben die Mahnungen aus dem Beginn der 80-er Jahre nicht gefruchtet?

So ist es wirklich nicht! Ich meine, besonders in zwei Bereichen sind wir einen erheblichen Schritt vorangekommen.

Im vergangenen Jahrzehnt hat eine Forschungsrichtung ganz bemerkenswerte Ergebnisse erbracht, die unter dem Namen "Interessenforschung" firmiert. Sie geht der Frage nach, was am naturwissenschaftlichen Unterricht interessant und was weniger interessant ist, wofür wir vor allem auch unsere Schülerinnen innerhalb der Naturwissenschaften am ehesten interessieren können. So reizvoll es wäre, darüber zu berichten, ich möchte es hier nicht tun, weil es mich zu weit vom Thema wegführt. Das wäre bestimmt ein lohnendes Thema für eine Ihrer nächsten Tagungen. Prof. Häußler aus unserem Institut arbeitet seit vielen Jahren darüber. Ein zweiter Bereich sind die Schulbücher: Halten Sie einmal ein Physikbuch aus Ihrer eigenen Schulzeit neben ein heutiges und Sie werden – bei richtiger Wahl – einen Riesensprung sehen: Weg von den vielen Formeln und Rechnereien, hin zu mehr Lebensnähe und

qualitativer Betrachtung. In einem modernen Physikbuch werden den physikalischen Grundprinzipien immer ihre praktischen Anwendungen zur Seite gestellt. Ich halte das für einen großen Fortschritt, aber ich denke, das ist erst der halbe Schritt. Sie können es mit den Anwendungen drehen und wenden wie Sie wollen: Strukturierend und bedeutsam für den Unterricht ist das Fach und seine Ordnung. Die Lebenswelt der Schülerinnen und Schüler wird funktionalisiert, um diese fachliche Struktur und Ordnung zu vermitteln. Damit wird – jetzt überspitze ich ein wenig – diese "Anwendungsphysik" den Ruch der alten eingekleideten Mathematikaufgaben nie los. Sie kennen diese Aufgaben: "Eine Bäuerin hat 20 Eier im Korb. Auf dem Weg zum Markt gehen ihr 3 kaputt usw. usw." Ein Schüler, der sich hier die 3 zerflossenen Eier und die traurige Bäuerin vorstellt, der hat im Grunde im Unterricht verloren! Darum geht es überhaupt nicht. Er muß sich die Zahlen zwanzig und drei merken und über den Rest hinwegsehen.

Ein Lehrer, der die Drehimpulserhaltung unterrichtet und dann über Pirouette im Eiskunstlauf spricht, der will doch nicht, daß die Schüler endlich die Pirouette verstehen, weil die wichtig wäre. Es kommt ihm auf den Drehimpuls an, der dann viel später in der Atomphysik als gequantelte Größe die diskreten Energieniveaus erklärt. Das Wirkungsquantum h hat die Dimension eines Drehimpulses und ist die bestimmende Konstante in der physikalischen Mikrowelt.

Wir in der PING-Arbeitsgruppe drehen den Spieß um. Wir gehen von der Lebenswelt der Schülerinnen und Schüler aus und überlegen, wie sie sich diese mit Hilfe der Naturwissenschaften erschließen können. Die Naturwissenschaften sind dann funktional für die Erschließung der Schüler-Lebenswelt. Und weil wir gemerkt haben, daß uns die Lebensnähe viel glaubwürdiger gelingt, wenn wir die Grenzen zwischen den Naturwissenschaften Biologie, Chemie und Physik nicht beachten, haben wir die 3 Fächer organisatorisch zusammengelegt. Das ist uns nur Mittel zum Zweck, nicht Selbstzweck. Wenn sich einmal herausstellen sollte, daß sich die gleiche Lebensnähe auch im fachgegliederten Unterricht erreichen ließe, dann konvertieren wir sofort wieder zum Fachunterricht. Die Chancen dafür erscheinen uns im Moment jedoch eher gering. Integrierter naturwissenschaftlicher Unterricht nach unserem Verständnis integriert die naturwissenschaftliche Bildung in die Lebenswelt der Schüler. Die Zusammenlegung der drei Fächer ist nur Mittel zu diesem Zweck. Da gibt es leider immer wieder ein unangenehmes Mißverständnis. Der klassischen Chemie- und Physikunterricht setzt in der Regel viel zu sehr voraus, daß sich die Schülerinnen und Schüler für Chemie und Physik interessieren. Für einige Schüler trifft diese Voraussetzung zu. Dann ist der Unterricht, wie wir nicht zuletzt von den Chemie- und Physikolympiaden her wissen, sehr erfolgreich. Die Mehrzahl der Schülerinnen und Schüler muß aber erst für die Naturwissenschaften gewonnen werden. Es gibt eine ganze Reihe von Anzeichen, daß uns dies im integrierten Unterricht viel besser gelingt. Wir wollen eine aufklärende Bildung, die

Dr. Klaus Mie, Institut für Pädagogik der Naturwissenschaften, Olshausenstraße 62, D-24098 Kiel, leitet das Projekt *Integrierte Naturwissenschaftliche Grundbildung* (PING). Vortrag bei der Fortbildungswoche 1996

die Schüler handlungsfähig macht in für sie heute und später wichtigen Lebensfragen. Dieses Handeln soll – das ist ein Grundgedanke unseres Konzeptes – menschengerecht und naturverträglich sein.

Ich möchte Ihnen jetzt einen inhaltlichen Überblick über die von uns ausgearbeiteten Themen für den naturwissenschaftlichen Unterricht von Klasse 5 bis 10 geben. Danach werde ich dann zeigen, wie wir das Ihnen vertraute Energiekonzept in diese Themen hineingewebt haben.

Die Themen bei PING sind nach den Klassenstufen 5/6, 7/8 und 9/10 geordnet. Die Art und Weise der Bearbeitung eines Themas ändert sich im Schwerpunkt mit dem Alter der Schüler. In 5/6 lautet das Stufenthema: Ich erlebe und erfahre Natur und beschreibe sie.

Die einzelnen Themen sind:

- 01 Ich und das Wasser
- 02 Ich und die Luft
- 03 Ich und der Boden
- 04 Ich und die Sonne
- 05 Ich und die Pflanzen
- 06 Ich und die Tiere
- 07 Ich und andere Menschen
- 08 Ich und Maschinen

Im 5. und 6. Schuljahr sollen die Schüler die Natur so erleben und erfahren, wie sie ihnen als gegeben gegenübertritt. Wir beginnen mit den Prototypen der unbelebten Natur Wasser, Luft und Boden. Dann kommt mit der Sonne Energie hinzu und die Dinge bewegen und entwickeln sich. Es folgen Pflanzen, Tiere und Menschen und schließlich die Maschinen, von Menschen erdachte und gemachte Dinge, die die Kinder wie gegenübergestellte Natur wahrnehmen. Der Unterricht im 5./6. Jahrgang geht in seinen Verallgemeinerungen deutlich über den naturkundlichen Sachunterricht der Grundschule hinaus. Er ist diesem aber viel ähnlicher als etwa der gewohnte, wissenschaftsorientierte Chemie- und Physikunterricht. Das wiederholte "Ich" in den Themen wird oft als Egozentrik kritisiert. Es soll signalisieren, daß die Schülerinnen und Schüler in diesem Alter die Welt sehr ich-bezogen wahrnehmen und daß es uns auf ihren speziellen Umgang mit den Dingen ankommt. Man kommt so zu einem anderen Unterricht, als wenn die Themen "Das Wasser", "Die Luft", "Der Boden" usw. hießen. Wenn wir in der Entwicklungsgruppe z.B. bei einem uns Chemikern und Physikern vertrauten Sachverhalt keinen direkten Lebens- und Handlungsbezug für die Schüler ausmachen können, dann lassen wir das in der Regel weg. Dies ist ein wirkungsvoller Filter gegen eine stoffliche Überlastung des Unterrichts. Zu jedem Thema gibt es eine Mappe mit etwa 100 bis 150 für Schüler geeigneten Anregungsbögen. Aus diesen Bögen wählt der Lehrer oder die Lehrerin geeignete aus, fügt eigene hinzu und gestaltet so einen Unterricht, der zu den Interessen ihrer bzw. seiner Schüler und den besonderen Bedingungen der Schule paßt.

Im 7./8. Jahrgang, also für 13 – 14-Jährige, gewinnen zwischenmenschliche Beziehungen zu Gleichaltrigen an Bedeutung. Diese orientieren zunehmend ihre Aufmerksamkeit und ihr Handeln. Es entstehen Gruppen mit eigenen Handlungsregeln. Tätigkeiten werden häufig auf soziale Zwecke gerichtet. Der Umgang mit Natur (und Technik) wird diesen sozialen

Zwecken untergeordnet. In PING versuchen wir, diese Tendenz konstruktiv für den Unterricht aufzunehmen, indem wir den Schülerinnen und Schülern anregende, gemeinsame Tätigkeiten anbieten und ihre individuellen Erfahrungen mit gemeinsamem, planvollem Handeln verbinden. Das Stufenthema für die Jahrgangsstufe 7/8 lautet: Wir begegnen und bearbeiten Natur und interpretieren sie.

Die einzelnen Themen sind:

- 01 Wir orientieren uns
- 02 Wir bauen und wohnen
- 03 Wir ernähren uns
- 04 Wir kommunizieren
- 05 Wir erhalten uns gesund
- 06 Wir bewegen uns fort
- 07 Wir stellen Werkzeuge her -
- 08 Wir kleiden und schmücken uns

Im 9. und 10. Schuljahr steht das Verständnis und der Umgang mit Fragen, Problemen und Aufgaben im Mittelpunkt, die einerseits über das "wir" der Gleichaltrigengruppen hinausgehen und von allgemeiner gesellschaftlicher Bedeutung sind und die andererseits einen naturwissenschaftlich-technischen Hintergrund haben. Das Stufenthema für den 9. und 10. Jahrgang lautet: Natur entwickelt sich und wird von uns Menschen erklärt und mitgestaltet.

Die einzelnen Themen sind:

- 01 Menschen nutzen Energie neu
- 02 Menschen erzeugen neue Stoffe
- 03 Menschen schaffen neue Lebewesen
- 04 Menschen erfinden Verkehrsmittel
- 05 Menschen entwickeln sich selber fort
- 06 Menschen gestalten Lebensräume

Dies ist ein grober Überblick über die zu bearbeitenden Inhaltsbereiche bei unserem integrierten Unterricht. In einem ersten Entwicklungsdurchgang ging es uns vor allem um eine Materialsammlung mit Handlungsanregungen für die Schülerinnen und Schüler. Jetzt sehen wir viel klarer als zu Beginn der Entwicklung, welche der naturwissenschaftlichen Grundprinzipien für den Unterricht tragend und wichtig sind und wir beginnen, sie in der Revision stärker und fundierter in die Materialien einzuarbeiten. Als wichtiges Beispiel gilt mir das Energieprinzip oder Energiekonzept. An konkreten Beispielen möchte ich zeigen, wie sich dieses Ihnen vertraute Konzept in den PING-Materialien wiederfindet. Ich betone noch einmal: Wir haben ein bildungstheoretisch und pädagogisch begründetes Unterrichtskonzept, in dem sich der Energiebegriff als erklärungsmächtig und nützlich erweist. Es ist nicht so, daß wir Energie unterrichten wollten und uns dazu einen geeigneten Unterricht ausgedacht haben.

Energie ist ein interdisziplinärer Begriff mit großem Bedeutungsumfang. Man lernt ihn nicht wie eine Vokabel, sondern durch Kennenlernen seiner verschiedenen Aspekte.

Aspekte des Energiekonzeptes

- Energieformen
- Energieumwandlungen 5/6
- Energie und Arbeit 7/8 9/10
- Energietransport
- Energieerhaltung
- Energieentwertung

Im Jahrgang 5/6 lernen die Schülerinnen und Schüler verschiedene Energieformen kennen und sie lernen, daß diese Energieformen ineinander umwandelbar sind. In der Einheit "Ich und die Sonne" erfahren sie unter anderem, was man mit der Sonnenstrahlung nützliches machen kann. In der Einheit "Ich und Maschinen" wird der Energiebegriff wieder aufgenommen: Ohne Energie könnten die Maschinen dem Menschen keine Arbeit abnehmen. Im 7. und 8. Jahrgang kommen die verschiedenen Arten des Energietransports und das Prinzip von der Energieerhaltung hinzu (z.B. in "Wir bauen und wohnen") und im 9./10. Jahrgang besonders in der Einheit "Menschen nutzen Energie neu" – wird der Energieerhaltung die Energieentwertung, also Folgerungen aus dem 2. Hauptsatz der Thermodynamik, zur Seite gestellt. Sonst wäre nicht verständlich, daß es trotz der Energieerhaltung ein Problem mit der Energieversorgung gibt.

Wie wir konkret vorgehen, möchte ich anhand einzelner Anregungsbögen aus der Einheit "Ich und die Sonne" verdeutlichen. Die anderen für das Energiekonzept wichtigen Einheiten will ich nur kurz streifen. Zunächst einmal sei erwähnt, daß es in der Einheit "Ich und die Sonne" primär überhaupt nicht um die Sonnenenergie geht. Die größte Faszination für die Schülerinnen und Schüler geht hier von dem Themenkomplex "Sonne, Mond und Sterne" aus. Der Höhepunkt war für fast alle der Gang ins Planetarium, wo immer dies gut vorbereitet und möglich war. Der Kosmos regte ihre Phantasie in einem Maße an, wie wir das kaum erwartet hatten. Weitere Schwerpunkte im Unterricht sind Lichterscheinungen, besonders interessant die farbigen, der Sehvorgang und der Lichteinfluß auf das Wachstum der Pflanzen. Alle unsere Themenmappen sind in 6 Kapitel gegliedert. Hier heißen sie: Sonne für mich, Natur der Sonne, Sonne im Kreislauf der Natur, Qualität der Sonne, Sonne in anderen Kulturen und Was können wir tun? Die folgenden Anregungsbögen sind dem Kapitel "Qualität der Sonne" entnommen, in dem es um positive und negative Wirkungen der Sonne geht. Die Sonne ist zugleich Grundlage allen Lebens auf der Erde und Ursache für Dürrekatastrophen. Man spürt sie angenehm wärmend auf der Haut, und sie verursacht schmerzende Sonnenbrände. Bogen 4.09 zeigt, wie die Schüler mit einem selbst hergestellten Hohlspiegel hohe Temperaturen erzeugen. Sie bespannen eine Plastikschele oder eine große Keksdose mit einer spiegelnden Plastikfolie und saugen mit dem Mund oder einer Wasserstrahlpumpe Luft heraus. So entsteht ein imposanter Hohlspiegel, mit dem man Wasser erwärmen oder Papier anzünden kann. Hohe Temperaturen lassen sich auch ganz anders erzeugen (Bogen 4.10). Wir lassen die Schüler hinter der Linse die Licht- und Schattenverhältnisse untersuchen: Das Licht, das im Schattenbereich fehlt, wird im Brennpunkt konzentriert. Unwesentlich aufwendiger ist das Herstellen einer kleinen Sonnenturbine (Anregungsbogen 4.11A): Eine Plastikflasche wird aufgeschnitten, damit man sie innen schwarz streichen kann. Dann erhält sie auf dem Flaschenhals ein kleines Flügelrad aus stabiler Aluminium-Folie. Das Sonnenlicht erwärmt die Luft in der Flasche. Die warme Luft steigt auf und dreht das Flügelrad. Das ist das Modell eines sogenannten Aufwindkraftwerkes. Statt einer Plastikflasche kann man auch ein Stück schwarze Pappe nehmen, die zu einem Kegel aufgerollt wird und bei dem man die Spitze abschneidet. Ein solches Modell habe ich Ihnen mitgebracht. Ich will es einmal in Gang setzen. Die Sonne ersetze ich dabei

durch eine kleine Kerze. Das ist natürlich nicht ganz in Ordnung. Ich möchte nur zeigen, daß sich das Flügelrad leicht dreht. Mit Sonnenlicht und Solarzellen können elektrische Geräte betrieben werden. Man kann z.B. ein kleines Solarboot bauen (Anregungsbogen 4.13). Sonnenlicht kann also sehr verschiedene Dinge bewirken. Diese universelle Fähigkeit, etwas zu erwärmen, Licht zu erzeugen, elektrische Geräte zu betreiben und etwas in Bewegung zu versetzen, nennen wir "Energie". Dieses ist kein Gesetz, sondern eine Sprachregelung, eine exemplarische Begriffseinführung. Bis auf weiteres gilt:

Die Fähigkeit, Dinge zu bewegen und zu erwärmen, nennt man ENERGIE.

Mit diesem Energiebegriff kann man nun Vorgänge unter neuer Perspektive diskutieren, die in den vorangegangenen Unterrichtseinheiten schon angesprochen waren. Beispiele wären "Das Wasserkraftwerk" aus "Ich und das Wasser" (Wie kommt das Wasser auf die Berge?) oder "Die Photosynthese" aus "Ich und die Pflanzen" (Wie kann man zeigen, daß Holz und Stärke Energie enthalten? Woher kommt diese Energie?).

In der Einheit "Ich und Maschinen" hat der Energiebegriff erneut eine zentrale Bedeutung. Sie werden vermuten, daß dies auch bei PING ein sehr technisch-physikalisches Thema ist und damit liegen Sie ganz richtig. Die sogenannten "einfachen Maschinen" wie schiefe Ebene, Hebel, lose Rolle und Flaschenzug, gehören zu den Standardthemen des Physikunterrichts. Sie werden vermuten, daß wir damit beginnen, um dann zu komplizierteren Maschinen wie z.B. dem Elektromotor überzugehen. Mit dieser Vermutung liegen Sie nun total daneben. Für den Physiker ist z.B. die Treppe als schiefe Ebene eine einfache Maschine und der Fahrstuhl daneben ein kompliziertere Maschine. Für die Schülerinnen und Schüler – übrigens auch für einen Techniklehrer – ist die Maschine ein Gerät, das dem Menschen Arbeit abnimmt. Genau das tun die sogenannten einfachen Maschinen aber nicht. Sie sind Kraftwandler und die Arbeit bleibt bei ihrer Nutzung gerade gleich. Der Begriff stammt aus der Zeit vor der Erfindung der Dampfmaschine und klärt für die Kinder von heute nichts auf. Wir lassen ihn hier weg und untersuchen die entsprechenden Geräte erst später in der Einheit "Wir stellen Werkzeuge her". Maschinen benötigen von außen Energie, damit sie arbeiten. Ohne Energie haben sie keinen Wert, vom Materialwert einmal abgesehen. Was nutzt eine Waschmaschine auf der grünen Wiese?

Die nächste Einheit mit energetischem Schwerpunkt ist "Wir bauen und wohnen" im 7./8. Jahrgang. Da geht es zunächst einmal um Baustoffe und wie sie hergestellt werden. Backsteine, Beton, Zement, Gips usw... Das ist viel klassische Chemie mit verschiedenen chemischen Reaktionen, ohne daß diese Begriffe exotherm und endotherm schon vorkommen. Wichtiger sind uns die phänomenologischen Grundlagen dafür. Ein Aspekt beim Bauen und Wohnen ist die Versorgung mit Wärme und elektrischer Energie. Womit man heizen kann, ist allen klar. Aber ist die Wärme schon drin in den Kohlen und im Heizöl? Wie kommt die Wärme vom Keller ins Wohnzimmer? Was passiert mit der Wärme im Zimmer, wenn man die Heizkörper abstellt? Löst sie sich in nichts auf? Bei der Beantwortung dieser Fragen ist der Energiebegriff außerordentlich hilfreich. Es ist wieder von den Energiearten, von Energiespeichern und den Energieumwandlungen die Rede, hinzu kom-

men die verschiedenen Varianten des Energietransports und eher implizit und am Rande das Prinzip von der Energieerhaltung. Bei der Elektrizitätsverteilung im Haus interessieren in erster Linie die elektrischen Leitungen, Schalter, Sicherungen, sowie Reihen- und Parallelschaltung von Geräten. Sie werden das Ohm'sche Gesetz vermissen, das üblicherweise am Beginn der Elektrizitätslehre steht. Erklärt das wirklich Dinge im Haushalt?

Ich möchte nun die Besprechung einzelner PING-Einheiten abkürzen. In "Wir bewegen uns fort" wird der physikalische Arbeitsbegriff ausgeschärft, weil wir beim Fortbewegen permanent gegen die Reibungskräfte anarbeiten. Bei "Wir ernähren uns" wird der Nährwert vom Brennwert unterschieden. In der Einheit "Wir kleiden und schmücken uns" geht es natürlich auch um eine gute Wärmeisolierung. "Menschen nutzen Energie neu" im 9. Jahrgang hat die Funktionsweise verschiedener Kraftwerksarten zum Thema. Dort wird das Energiekonzept um den letzten Aspekt, die Energieentwertung, komplettiert.

Zum Schluß möchte ich die Schülerinnen und Schüler selbst zum Energiebegriff zu Wort kommen lassen. In Schleswig-Holstein unterrichten alle 20 Gesamtschulen Naturwissenschaften nach dem PING-Konzept. Sechs von ihnen haben wir über die Schuljahre 5 und 6 mit relativ großem Aufwand wissenschaftlich begleitet: Mit Unterrichtsdokumentationen, vielen Fragebögen, Schülergesprächen und Lehrerinterviews jeweils zu Beginn und am Ende einer Einheit. Wir wollten vor allem wissen, wie die Lehrerinnen und Lehrer unser Konzept interpretieren und wie sie mit dem Material arbeiten. Im Rahmen dieser "Fallstudien" habe ich die Schüler der von mir betreuten Klasse am Ende von Klasse 6 gefragt: *Was würdet ihr einem "Kleinen" aus Klasse 5 antworten, wenn er euch fragt, was Energie ist?* Diese Frage war ihnen nie vorher gestellt worden. Ich habe Ihnen vier Schülerantworten mitgebracht: Eine schwache, eine mittlere, eine gute und eine originelle. Ihnen eine schwache Antwort vorzuführen, habe ich mir lange überlegt. Ich will es trotz aller Bedenken tun, um Sie daran zu erinnern, daß wir es mit unselektierten Schülerinnen und Schülern in Gesamtschulen zu tun haben, nicht mit irgendeiner Elite. Es geht uns um eine naturwissenschaftliche Bildung für alle, nicht für einige oder wenige. Ich hatte die Frage "Was ist Energie?" an die Tafel geschrieben. Die Antwort des schwachen Schülers war:

Was ist Innergie?

Innergi ist sher wichtig für uns.

Schmunzeln ist bei dieser Antwort sicher erlaubt. Ich warne aber vor Hochmut, ehe Sie die Frage nicht selbst Ihren Schülern in Klasse 6 gestellt haben. Ich kenne diesen Schüler gut und ich bin sicher, daß er meint, was er schreibt: Energie ist für ihn wichtig. Das ist kein x-beliebiges Fremdwort. Wenn es fällt, heißt das: Achtung, jetzt wird es wichtig.

Normalerweise arbeitet der Schüler rege mit. Das Schreiben ist für ihn aber eine Quälerei.

Zweites Beispiel:

Energie ist Essen für Maschinen. Ohne Energie könnten Maschinen nicht leben. Es ist ungefähr so wie beim Menschen. Wenn wir keine Nährstoffe oder Vitamine bekämen würden wir nicht leben.

Hier finden Sie die starke Ich-Bezogenheit in der Wahrnehmung der Jugendlichen in diesem Alter wieder, von der ich zu Anfang sprach.

Drittes Beispiel:

Energie ist ein Antrieb. Das muß man nicht sehen können wie eine Wasserwelle, die etwas zum laufen (bewegen) bringt. Das kann auch Strom der durch etwas fließt sein. Energie ist meist etwas, was etwas Bewegt. Energie verkörpert Kraft.

Die Vorstellung dieser Schülerin (auch sie ist erst 12 Jahre alt) vom Energiebegriff hat sich schon ganz vom Materiellen gelöst. Energie ist immateriell. Sie ahnt die Nähe zum Kraftbegriff, von dem im Unterricht noch nicht explizit die Rede war.

Viertes Beispiel, das ich für das originellste halte:

Energie ist gestohlene Kraft.

Ich finde, das könnte auch ein Dichter nicht schöner sagen.

Aktuelle Mitteilung

Hinweis auf Seminare des PIB Wien

Subnukleare Physik und Kosmologie (PIB Nr. 926603)

Termin und Ort: 1. bis 3. Okt. 1996 (geänderter Termin gegenüber dem PIB-Programmheft); Wien

Zielgruppe: LehrerInnen von naturwissenschaftlichen Fächern an HTL (KollegInnen anderer Schultypen AHS/BHS sind willkommen)

Seminarziel: Studium der Frage: "Welche Relevanz kann subnukleare Physik und Kosmologie für den lernenden Menschen haben?"

Inhalt: Urknalltheorie (Expansion (Hubble), Hintergrundstrahlung, Supernovae, schwarze Löcher), das Standardmodell der Teilchenphysik (Teilchen und Kräfte), exp. Methoden der Teilchenphysik und Astronomie, die offenen Fragen und der Mensch

Team: Leitung : OStR Dipl.Ing. Dr. Christian Gottfried

Referenten: Univ. Prof. H. Oberhummer, Univ. Prof. H. Pietschmann und Mitarbeiter am CERN, & N.N.

Anmeldung: wegen beschr. Teilnehmerzahl noch im Mai 96 (PIB Wien 0222/60118/DW4242)

Das Weltbild der modernen Physik und der Begriff der Realität (PIB Nr. 957669)

Termin und Ort: 11.bis 13. März 1997; Wien

Zielgruppe: LehrerInnen, die den Wunsch haben, über menschliche Erkenntnis zu arbeiten.

Seminarziel: Studium der Frage: "Was kann heutige Physik und Philosophie zur Bildung und Orientierung des Menschen beitragen?"

Inhalt: Grundlagen der Quantenmechanik und deren Paradoxien, Grundlagen der Erkenntnistheorie und der Konstruktivismus, Stand der Teilchenphysik und Kosmologie und deren Relevanz für den Menschen

Team: Leitung: OStR Dipl.Ing. Dr. Christian Gottfried

Referenten: Univ. Prof. H. Pietschmann, Univ. Prof. Anton Zeilinger und Mitarbeiter am CERN & N.N.

Anmeldung: wegen beschr. Teilnehmerzahl noch im Mai 96 (PIB Wien 0222/60118/DW4242)

Innere Differenzierung durch Individualisierung

Individuelle Leistungsfeststellung im Fach Physik

Hansjörg Kunze

Einleitung

Vor ungefähr zehn Jahren begann ich mit einer geänderten Leistungsfeststellung im Fach Physik Erfahrungen zu sammeln. Ich ging dabei vom Text der Leistungsbeurteilungsverordnung aus, in der von der ständigen Beobachtung der Mitarbeit der Schüler als Grundlage der Leistungsbeurteilung zu lesen ist. Meine Idee war, daß ich die Schüler zu Mitarbeitseleistungen animieren muß, die von ihnen selbst gestaltet werden können. Ich verabschiedete mich von der üblichen Bankfrage und dem Test und überlegte mir Leistungen für die SchülerInnen, deren Erbringung die Grundlage für die Beurteilung ist.

Dieses Konzept entspricht für mich sehr gut der Forderung nach innerer Differenzierung in unserem Schulversuch am BRG Klusemannstraße in Graz. Daher wendete ich diese Form der Leistungsfeststellung in der 2. Klasse im Fach Physik im Schuljahr 1992/93 an. Die Durchführung von innerer Differenzierung wird hier durch Individualisierung ermöglicht.

Grundlagen

Verordnung zur Leistungsbeurteilung: In dieser werden eine Menge von möglichen Mitarbeitseleistungen aufgezählt, die ich zum großen Teil für mein Konzept für den Physikunterricht adaptierte (siehe Verordnung).

Transparenz der Leistungsbeurteilung: Ich schlage den Schülern eine Anzahl von möglichen Leistungsformen vor, sie können ebenfalls Vorschläge einbringen. Mit diesen Vorschlägen wird dann gemeinsam erarbeitet, wieviele Leistungen für welche Noten zu erbringen sind. Derzeit gibt es zehn Leistungsformen. Ich gebe vor, daß Leistungen in festgelegten gleichmäßigen Zeitabschnitten zu erbringen sind, damit soll eine regelmäßige Mitarbeit gewährleistet werden. Aus den Vorschlägen wird mit den Schülern eine endgültige Form festgelegt. Diese wird dann in der Klasse veröffentlicht. Sie gilt für ein Semester quasi als "Vertrag". Damit wird die Notengebung geregelt.

Lernzielkatalog

Als Grundlage für die zu erbringenden Leistungen gelten die im Lehrplan vorgegebenen Klassenlernziele für Physik, dazu kommt noch eine Auswahl der allgemeinen Bildungsziele und der fachübergreifenden Ziele laut Lehrplan.

Individualisierung

Individuelles Lerntempo, Auffassungsvermögen, Interesse u.a.m. scheinen mir auch für die Leistungserbringung wesentliche Aspekte zu sein. Die SchülerInnen können nach diesem

Konzept den Umfang, die Qualität, weitgehend auch die Zeit der Erbringung von Leistungen selbst entscheiden. Sie können auch die Note selbst durch die Anzahl der Leistungen, die sie erbringen wollen, bestimmen.

Durchführung

Für mich ist die Festlegung der Leistungen für das Fundament wichtig, d.h. welche Leistungen zur Note Genügend führen, da dadurch die Aufstiegsqualifikation gesichert ist. Derzeit sind für das Genügend fünf Leistungen zu erbringen. Ich lege ein Blatt mit einem Raster an, in dem die Namen der SchülerInnen verzeichnet sind. In diese Liste trage ich alle voraussichtlichen Physikstunden des Semesters ein. Diese Stundenzahl dividiere ich durch die Anzahl der fünf Leistungen für das Genügend. Damit erhalte ich fünf Abschnitte, in denen jeweils eine dieser fünf Leistungen erbracht werden muß.

Die SchülerInnen können etwa für das Erreichen der Note Genügend aus dem Angebot fünf Leistungsformen selbst wählen.

Die Leistungen werden zum Teil vorgestellt, zum Teil nur mit mir besprochen. Dies ist beliebig modifizierbar.

Die Bewertung der einzelnen Leistungen erfolgt nur dadurch, daß ich sie annehme oder nicht annehme. Bei Nichtannahme erfolgt immer ein aufklärendes Gespräch, das zur verbesserten Ausführung Anlaß geben soll.

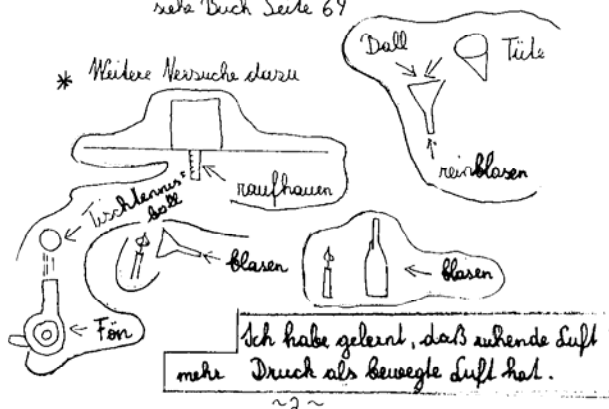
Die Benotung erfolgt durch Abzählen der erbrachten Leistungen nach dem ausgearbeiteten "Leistungsvertrag".

Beschreibung der Leistungsformen

Die Leistungsformen können auch von SchülerInnen vorgeschlagen werden. Diese Formen sind Veränderungen unterworfen, abhängig von Praktikabilität, lehrplanmäßigen Forderungen und eigener methodischer Einsicht. Das heißt, daß diese Formen von LehrerIn zu LehrerIn variieren können und auch sollen. Wesentlich scheint mir dabei nur, daß die Bildungsziele und Lernziele abgedeckt werden. Ich unterrichte nach diesem Konzept nun schon zwölf Jahre und habe im 13. Jahr zwei neue Leistungsformen entdeckt, die der Individualisierung noch besser entsprechen. Das Konzept ist dynamisch angelegt.

Versuch: Ein Versuch (meist Freihandversuch) wird von dem Schüler/der Schülerin (Sch.) in der Klasse vorgestellt. Der Versuch ist zu Hause vorzubereiten und durch ein Versuchsprotokoll zu beschreiben. (siehe nächste Seite)

Medienarbeit: Sch. soll in einer Tageszeitung einen physikalisch relevanten Artikel finden, die physikalischen Begriffe darin unterstreichen und sie erklären, eine Frage dazu stellen oder kritische Bemerkungen, Meinungen, Interpretationen anfügen. Akzeptiert wird die Leistung, wenn die Begriffe unterstrichen und erklärt sind.

*** VERSUCHSPROTOKOLL ***Materialliste: 2 Din-A4 BlätterBeschreibung: zwischen zwei parallel gehaltenen Blättern durchblasen.Vermutung: die zwei Blätter heben sich in die Höhe.Ergebnis: die Blätter gehen zusammen.Variationen: desto stärker man bläst, desto näher flattern die Blätter zusammen.Begründung: bewegte Luft hat weniger Druck als ruhende Luft.
siehe Buch Seite 69

Forscherportrait: Eine schriftliche Beschreibung einer Forscherpersönlichkeit muß vorgelegt werden.

Umweltbeobachtung: Ein physikalisches Phänomen wird in der Umwelt festgestellt und schriftlich dokumentiert, wenn möglich auch erklärt.

Buchvorstellung: Ein Buch, das Sch. gelesen hat, wird vor der Klasse vorgestellt, mit Zitaten von besonders interessanten Stellen, Hinweisen auf Autor, Verlag und Preis. Vorstellbar wäre auch das Verfassen einer Rezension; das habe ich noch nicht durchgeführt.

Arbeit im Buch: Der Unterricht erfolgt öfter dadurch, daß Stoffbereiche mit Hilfe des Lehrbuches bearbeitet werden. Die Sch. sollen dabei Unklarheiten bzw. neue Begriffe entdecken und daraus Fragen schriftlich im Heft notieren und nach einer von mir fest gelegten Zeit (etwa 20 – 30 Minuten) diese mündlich vor der Klasse bekanntgeben. Der Text vor der unklaren Stelle muß ebenfalls berichtet werden. Andere Sch. können die Frage beantworten, oder die Erklärung kommt von mir. Diese Schüleraktivitäten werden als Mitarbeitsleistung eingetragen.

- **Lexikonarbeit:** Physikalische Begriffe werden aus einem Lexikon herausgeschrieben vorgelegt.
- **Aktueller Bericht:** Ein aktuelles physikalisches Ereignis wird schriftlich festgehalten und berichtet (z.B. gesehene Fernsehsendung).
- **Stundenwiederholung:** Die Inhalte der letzten Physikstunde werden als Wiederholung vorgetragen. Dabei sollen auch Unklarheiten angesprochen werden.

Umweltbeobachtung

Als ich heute von der Schule nach Hause kam, hat meine Mutter gerade Marillenknödel gekocht. Und da ist mir schon öfters etwas aufgefallen:
Sie legt die rohen Knödel in das kochende Salzwasser, worauf die Knödel im Wasser versinken und am Boden des Topfes liegenbleiben.
Ungefähr nach 10 Minuten steigen sie langsam auf, was bedeutet, daß sie fertig gekocht sind.

mögliche Begründung: Das Gewicht der Knödel verändert sich ...

- **Frage zur Stundenwiederholung:** Wenn ein Schüler eine Stundenwiederholung macht, ist er quasi Experte und kann von anderen Schülern befragt werden. Sinnvolle Fragestellungen werden als Leistung eingetragen.
- **Beschreibung eines technischen Gerätes:** Ein technisches Gerät ist schriftlich zu beschreiben und wenn möglich hinsichtlich der Funktionsweise zu erklären.
- **Referat:** Ein umfangreicheres Thema wird schriftlich ausgearbeitet und mit dem Lehrer besprochen.

Zusammenstellen eines eigenen Physikbuches: Alle erbrachten Leistungen werden in einer Ringmappe o.ä. gesammelt und mit einem Inhaltsverzeichnis versehen. Weiters ist dieses "Physikbuch" mit einem Sachregister auszustatten. Dabei ist kreative Gestaltung erwünscht.

Die Sch. können aus diesem Angebot an Leistungsmöglichkeiten selbst wählen. Einige dieser Leistungsformen sind zu Hause auszuführen, einige sind im Unterricht durchführbar. Festgelegt und damit vorgegeben ist die gleichmäßige Verteilung der Erbringung der Leistungen. Ich lade aber immer die Schüler ein, selbst ein Konzept zu erstellen.

Nichterbringung von Leistungen

Werden in einem Abschnitt keine Leistungen erbracht, muß über diesen Abschnitt eine Prüfung zum angefallenen Lehrstoff abgelegt werden. Diese erfolgt so, daß der Sch. über das Gelernte berichtet. Ich frage nur aufklärend, nicht "prüfend". Die Erbringung dieser Leistung kompensiert die nichterbrachte Abschnittsleistung.

Umsetzung der Leistungen in die Noten – Bewertung

Die Leistung selbst wird nicht bewertet, ich nehme sie an oder nicht an. Ob ein Sch. sich viel Arbeit macht oder gerade das von mir akzeptierte Minimum erbringt, ist ihm überlassen. Umfangreiche Leistungen werden natürlich von mir hervorgehoben und dem Sch. rückgemeldet. Das Konzept geht dahin, daß nicht für Noten, sondern für Inhalte und persönlichen Lerngewinn gearbeitet werden soll. Dazu sind Noten keine geeignete Motivation.

Ich muß Noten geben, tue dies aber so, daß sie völlig transparent mit den Schülern gemeinsam am Beginn des Schuljahres über die zu erbringenden Leistungen festgelegt werden. Die Sch. können ihre Note damit selbst festlegen, je nachdem, wieviele Leistungen sie erbringen wollen. Ich entscheide nur über die Leistungen zur Erreichung der Note Genügend.

Da die Bewertung mit den Sch. erarbeitet wird, ist sie für mich nicht fixiert, sondern jeweils von den Klassen abhängig. Ich gebe nur das Minimum vor. Als ein mögliches Beispiel lege ich das von einer 1. Klasse Unterstufe erarbeitete Konzept vor:

- *Genügend*: Fünf verschiedene Leistungen, eine je Zeitabschnitt
- *Befriedigend*: Zusätzlich zum Genügend drei weitere Leistungen, gesamt acht Leistungen
- *Gut*: Fünf verschiedene Leistungen, eine je Zeitabschnitt, dazu in jedem Zeitabschnitt eine weitere Leistung
- *Sehr gut*: Zusätzlich zum Gut weitere fünf Leistungen, gesamt also 15 Leistungen
- *Nicht Genügend*: Weniger als fünf Leistungen

Wesentlich bei diesem Konzept ist, daß kein direktes Wissen abgefragt wird, sondern Wissen sich im Laufe der Beschäftigung mit Physik über die erbrachten Leistungen anhäuft. Vermittelt wird methodisches strukturelles Wissen, wie z.B. kritische Auseinandersetzung mit Physikberichten in Medien, Kenntnis der experimentellen Methode in der Physik, sensibel werden für physikalische Phänomene in der Umwelt.

Das erlangte Wissen müssen die Schüler im Heft fortlaufend dokumentieren, derart, daß sie von mir animiert werden, den persönlichen Lernfortschritt zu beschreiben. Dabei geht es mir darum, daß die Sch. nur das für sie gesicherte Wissen festhalten. Es geht im gesamten Konzept darum, daß die Sch. für ihr Lernen, ihren Lernzuwachs sich selbst verantwortlich fühlen lernen. Dies ist ein lange währender Prozeß, der naturgemäß individuell sehr unterschiedlich erfolgt.

Persönliche Erfahrungen

Ich unterrichte nach dem beschriebenen Konzept nunmehr bereits zwölf Jahre. Während dieser Zeit habe ich dieses Konzept ständig weiterentwickelt. Dies ist für mich ein besonders motivierender Aspekt, da ich selber immer wieder dazulerne. Ich stehe dabei in einer Art Forschungsprozeß, der das Unterrichten immer wieder mit neuen bereichernden Akzenten versieht.

Besonders erfreulich ist, daß ich durch diese Methode die Individualität jedes Sch. erfahre, mit den Sch. in gleichwertige Kommunikation treten kann.

Befreiend erlebe ich vor allem, daß die leidige Frage der Benotung wegfällt. Leistungsdiskussionen mit Sch. drehen sich nicht um Punkte und Noten, sondern um Inhalte. Ich erlebe mich vor allem als Helfer, Betreuer, Animator. Ich stehe selbst in einem wechselhaften Lernprozeß mit meinen SchülerInnen.

In letzter Zeit ist es mir auch bewußt geworden, daß es bei auftretenden Problemen an mir liegt, durch methodische Einfälle Schülerinteresse und -aktivitäten auszulösen. Nicht die SchülerInnen sind schuld. Ich ertappe mich in solchen Fällen dabei, wieder durch Notendruck Probleme lösen zu wollen. Inzwischen weiß ich aber, daß dies ein Rückschritt wäre. Es ist ein Beweggrund, diese Arbeit zu veröffentlichen, da ich durch

kollegialen Erfahrungsaustausch zu diesem Konzept viel schneller methodischen Fortschritt erzielen könnte. Als Alleinarbeiter braucht es immer einige Zeit, bis man wieder einen brauchbaren Einfall hat.

Sehr gut bewährt sich das Aufschreiben aller Stunden des Semesters auf der Schülerliste zur zeitlichen Planung. Die stundenweise eingetragenen Leistungen der Sch. ergeben auch eine recht brauchbare Übersicht zur Information für die Eltern. Diese Übersicht, die in der Klasse offen aufliegt, ermöglicht mir auch, laufend die Sch. an fehlende Leistungen zu erinnern. Hilfreich für die rechtzeitige Erbringung der Leistungen ist es, wenn man immer eine Stunde vorher die Sch. eintragen läßt, die Leistungen erbringen wollen. So verhindert man, daß sich in letzten Stunden des Semesters zu viele Leistungserbringungen häufen. Diese Erfahrung mußte ich häufig machen.

Durch diese Art der Leistungsformen komme ich erst darauf, wo und wie die Schwierigkeiten mit dem Fach Physik bei jedem einzelnen Sch. liegen. Ich kann mit jedem Sch. persönlich über seine Probleme reden und sie individuell beseitigen helfen. Das einzige Problem besteht für mich derzeit noch darin, wie ich die Sch. beschäftige, während ein Sch. mir seine Leistung darstellt.

Zusammenfassend kann ich sagen, mit diesem Konzept dem in den letzten Jahren vielfach geforderten "Neuen Lernen" (F. Vester, Club of Rome, Pestalozzi u.a.) einigermaßen gerecht zu werden. Ich hoffe, KollegInnen dazu zu animieren, dieses Konzept zu versuchen, möchte jedoch darauf hinweisen, daß der Beginn schrittweise erfolgen sollte, um selbst Erfahrungen machen zu können, die dann sukzessive ausgebaut werden sollten. SchülerInnen sind es kaum gewohnt, so zu lernen, was zu unkalkulierbaren Reaktionen führen kann, die aber niemals entmutigen sollten. Das Konzept hat sich vielfach bewährt: KollegInnen, die es übernommen haben, berichten über ähnlich positive Erfahrungen wie ich. Dies mag als ein Hinweis auf die Brauchbarkeit dieser Methode dienen.

Eine Evaluation der Methode in größerem Umfang (über Schülerinterviews bzw. Schülerbefragung) ist in der Unterstufe erst in der 4. Klasse sinnvoll, da die Schüler einige Zeit brauchen, um sich an das eigenverantwortliche Arbeiten zu gewöhnen. Am BRG Klusemannstraße habe ich erst Erfahrungen mit einer 2. Klasse, daher war mir eine fundierte Evaluation noch nicht möglich. Für Interessierte habe ich eine Untersuchung dieser Methode mit Schülern einer 4. Klasse aus einer anderen Schule zur Verfügung.

Ausblick

Im vergangenen Schuljahr ist mir erstmals bewußt geworden, daß zur individuellen Leistungsfeststellung konsequenterweise auch der Unterricht selbst individualisiert werden müßte. Damit habe ich in der Oberstufe schon Erfahrungen gemacht. Für die Unterstufe wurde das von mir im Schuljahr 1993/94 in Angriff genommen. Für die Beschäftigung mit dem Thema "Innere Differenzierung durch Individualisierung" wurde eine Arbeitsgruppe an der Schule ins Leben gerufen.

Die Bestimmung der Lichtgeschwindigkeit über das Fernsehen

Engelbert Stütz

1 Die Idee des Projekts

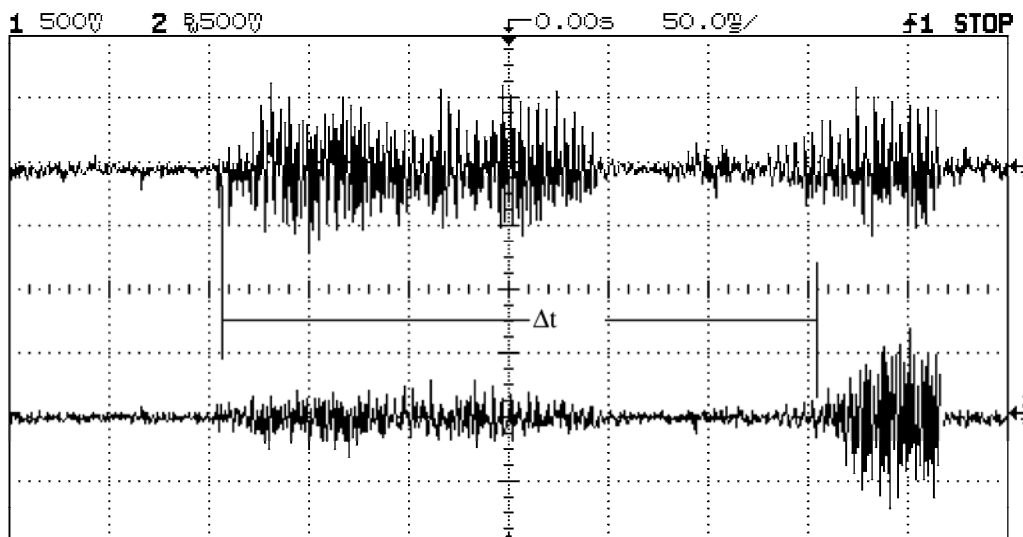
Die Anregung zu diesem Projekt kam von einem Artikel aus Plus Lucis 3/94. Dort wird von einer interessanten Möglichkeit berichtet, die Ausbreitungsgeschwindigkeit elektromagnetischer Wellen zu bestimmen. Wenn man eine Live-Sendung, in unserem Fall die Nachrichtensendung ZiB2, auf ORF2 und 3sat nebeneinander betrachtet, kann man beobachten, daß die Sendung auf 3sat etwa um ein Drittel einer Sekunde später erscheint. Das ist auf den "Umweg" der Nachrichtenübertragung über einen geostationären Satelliten zurückzuführen. Da man den Wegunterschied berechnen und den Zeitunterschied messen kann, ist es möglich, die Lichtgeschwindigkeit daraus zu errechnen.

2.1 Die Messung der Zeitversetzung

Um die Zeitversetzung zu messen, überlegten wir uns geeignete Möglichkeiten, verlässliche Daten zu erhalten. Wir wählten zwei Varianten: eine Videoaufnahme und eine Tonaufzeichnung. Wir stellten zwei Fernsehgeräte nebeneinander auf, eines auf 3sat, das andere auf ORF2 eingestellt.

Mit einer Videocamera filmten wir die beiden Fernseher. Wir wählten, wie vorhin erwähnt, eine Sendung, die "simultan" ausgestrahlt wird, nämlich Zeit im Bild 2.

Bei der Tonaufzeichnung stellten wir eine spezielle Stereoaufnahme her. Am linken Kanal nahmen wir den Ton von ORF2 auf, am rechten Kanal den Ton von 3sat.



2 Die Messungen

Wir führten durch:

1. Die Messung der Zeitversetzung Δt zwischen den Nachrichtensendungen auf ORF2 und 3sat und
2. die Bestimmung des Wegunterschiedes $s_2 - s_1$ der Signale (s_2 ... Signalweg über den Satelliten;
 s_1 ... Signalweg für die terrestrische Ausstrahlung).

Aus 1. und 2. erhält man durch eine einfache Rechnung die Lichtgeschwindigkeit c :

$$c = (s_2 - s_1) / \Delta t = \Delta s / \Delta t$$

2.1.1 Auswertung der Videoaufnahme

Die Videoaufnahme hat den Vorteil, daß sie sehr anschaulich die zeitliche Versetzung der Nachrichtensendung auf ORF2 und 3sat zeigt. Eine genaue Zeitmessung ist jedoch schwierig.

2.1.1.1 Stoppuhr

Mit der Stoppuhr lassen sich keine genauen Werte erzielen, weil die Reaktionszeit in der Größenordnung des zu messenden Zeitintervalls liegt.

2.1.1.2 Einzelbildfortschaltung

Die Aufnahme konnte mit einem Videorecorder mit Einzelbildfortschaltung (Jog-Shuttle) wesentlich besser ausgewertet werden. Wir zählten 8 ± 1 Einzelbilder als Zeitversetzung. Das ergibt bei 25 Bildern pro Sekunde ca. 1/3 Sekunde Laufzeitunterschied.

2.1.2 Auswertung des Tonbandes

2.1.2.1 Speicheroszilloskop oder diBox mit Physikcomputer

Wir werteten das Tonband zuerst mit Hilfe eines Zweikanal-Speicheroszilloskopes aus. Diese Methode erwies sich als wesentlich genauer. Bei der Tonbandaufnahme ist der Meßfehler in der Größenordnung einer Hundertstelsekunde. Es erwies sich als ganz wichtig, das Aufnahme- bzw. Abspielgerät bezüglich der Bandgeschwindigkeit zu vergleichen oder für Aufnahme und Wiedergabe dasselbe Gerät zu verwenden.

Wir schlossen die Audioausgänge des Kassettenrecorders an die zwei Kanäle des Oszilloskops. Wir suchten eine passende Stelle, wo die Versetzung deutlich zu erkennen ist. Unser Ergebnis: $\Delta t = 0,28 \pm 0,02$ s

2.1.2.1 Soundkarte eines PC

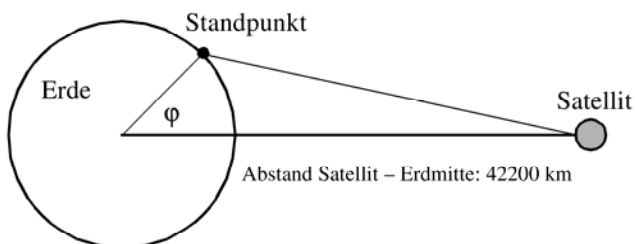
Die Auswertung mit Hilfe einer Soundkarte und der geeigneten Software stellte sich als sehr bequem und einfach heraus. Der erste Schritt war die Erstellung einer WAV-Datei aus der Tonbandaufnahme. Es genügt ein Ausschnitt von wenigen Sekunden. Mit Hilfe des Sharewareprogramms COOL.exe war dann die Messung der Zeitversetzung eine Sache von wenigen Minuten. Die Messungen mit dem Speicheroszilloskop und der Soundkarte stimmen gut überein.

2.2 Die Bestimmung der Signalwege

Die Länge der Strecke zwischen dem ORF-Zentrum in Wien und dem Fernseher zu Hause konnte mit Hilfe von technischen Informationen des ORF und über Landkarten ermittelt werden.

Der Weg von 3sat war etwas schwieriger zu ermitteln. Die Übertragung beginnt terrestrisch (über Kabel) in Wien und verläuft nach Salzburg (250 km), von dort über den Gaisberg-sender nach München (125 km), dann weiter über eine ZDF-interne Leitung nach Mainz (330 km), von wo das Programm zum Satelliten abgestrahlt wird (38600 km). Der Satellit sendet das Signal schließlich zu den Empfängern (38600 km). Der Streckenunterschied Δs ist ziemlich genau 78000 km.

Skizze: (nicht maßstabgetreu!)



φ ... geographische Breite

3 Die Berechnung der Lichtgeschwindigkeit

Hier wird einfach die Definitionsgleichung der Geschwindigkeit benutzt:

$$c = \Delta s / \Delta t$$

c ist die Lichtgeschwindigkeit, Δs entspricht dem Unterschied der Signalwege und Δt der Zeitversetzung.

Der Unterschied der Signalwege entspricht ziemlich genau 78000 km (davon ca. 580 km über Kabel).

$$c = 78000 \text{ km} / 0,28 \text{ s} \approx 280000 \text{ km/s}$$

4 Fehlerabschätzung

Die Fehler können eine Reihe von Ursachen haben:

- Ableseungenauigkeit auf dem Speicheroszilloskopschirm
- Gleichlaufschwankungen des Tonbandes
- Rauschsignale, die den Beginn der Tonsignale "verschmieren"
- Zeitverzögerung in Kabeln und durch eine unbekannte Zahl von Verstärkern und Umsetzern
- Ungenauigkeit in der Bestimmung des Satellitenabstandes (Näherungsverfahren bei der Berücksichtigung der geographischen Breite des Beobachtungsortes und der Position des Satelliten)
- Näherung bei der Bestimmung der Länge der Kabelwege (Luftlinie), etc.

Wir waren ob dieser langen Liste von Fehlerquellen zufrieden, daß unser Meßwert weniger als 10% von 300000 km/s abweicht.

5 Urheberrechte – Danksagung

Alle Urheberrechte, die das verwendete Bild- und Tonmaterial betreffen, liegen beim ORF. Wir danken dem ORF für die Zusage, das Material für Unterrichtszwecke einsetzen zu dürfen.

6 Bereitstellung des Projektmaterials für Schulen

- 1 Videokassette (Videoaufnahmen für dieses Projekt)
- 1 Audiokassette (Tonaufzeichnungen für dieses Projekt)
- 1 3,25" HD-Diskette (WAV-Datei, Sharewareversion von "COOL", Speicheroszilloskopaufnahmen)

Die Speicheroszilloskopaufnahmen auf der Diskette sind im pcx-Format. Mit Hilfe von Winword können Ausdrucke des Oszilloskopbildes und somit Vorlagen für Overheadfolien erstellt werden.

Die Videokassette, die Audiokassette und die HD-Diskette können als "Paket" vom Autor gegen einen Kostenersatz von insgesamt S 250,- abgegeben werden. Bei Versand kommen S 39,- Versandkosten dazu.

Folgende Schüler haben bei diesem Projekt mitgearbeitet:
Roland Barth, Peter Fierlinger, Alexander Heist,
Michael Lindner, Robert Perfler

Literatur

Wolfram Becher-Broßeder, Jürgen Kirstein, Rudolf Rass:
c-Messung mit dem "Tagesschau-Echo", PLUS LUCIS 3/94

Projekt LUFT

Luftqualität in Schulräumen

Eine Untersuchung in den Räumen der HS Heidenreichstein, durchgeführt vom PCÜ-Team der HS Heidenreichstein unter Teilnahme des PCÜ-Teams HS Schrems, im Schuljahr 1994/95

Als Abschluß unseres sich über mehrere Jahre erstreckenden Projektes, bei dem wir **Wasser, Boden und Luft** untersucht haben, legen wir nun die Arbeit zur Luftqualität in unseren Schulräumen vor.

Unsere Untersuchungen zum Wasser, hauptsächlich zur Wassergüte des durch Heidenreichstein fließenden Romaubaches, waren sehr erfolgreich, wie auch unsere Bodenanalysen der Erde um unsere Schule. Dabei haben wir immer versucht, den Computer in die Arbeiten soweit wie möglich einzubinden. Alle Auswertungen unserer Arbeiten haben wir am PC erstellt, und unsere letzten Untersuchungen wären ohne Unterstützung der Mikroelektronik auch gar nicht möglich gewesen. Neben dem Physik- und Chemiesaal, war also auch der Informatikraum eine unsere Arbeitsstätten.

Daß wir beim Projekt LUFT Unterstützung der HS Schrems erhalten haben, liegt daran, daß unser Lehrer Karl-Heinz Holz-müller mit Beginn des Schuljahres 1994/95, in die HS Schrems versetzt wurde. Wir wollten aber unser Projekt beenden, und so führt er unsere Physikalisch-Chemischen Übungen weiter, nunmehr haben wir damit auch Mithilfe unserer "Nachbarschule" bekommen.

Wir, das sind: Haider Stefan, 2.a, Baumgartner Andreas, 2.b, Max Peter, 3.b, Stingl Markus, 3.b, Apfelthaler Daniela, 4.a, Bartl Gerald, 4.a, Frank Thomas, 4.a, Pawle Joachim, 4.b, Sadlo Claudia, 4.b, Stangl Ewald, 4.b, Stoifl Georg, 4.b, Trisko Bernhard, 4.b der HS Heidenreichstein

und die an den Auswertungen und an der Erstellung der Posters, der Computershow und dieses Skriptums beteiligten Schüler der HS Schrems: Neuhold Gerhard, 2.c, Schandl Ingrid, 2.c, Spirek Roman, 2.c, Weber Alexander, 2.c, Wunsch Claudia, 2.c, Zauner Alexander, 2.c, Zimmer Daniel, 2.c, Göls Rudi, 3.a, Illetschko Nicole, 3.a, Kuhn Manuel, 3.a, Weißenböck Markus, 4.a, Müller Matthias, 4.a, Bauer Peter, 4.b, Sautner Gerald, 4.b

Danksagungen für die Unterstützung unseres Projektes

Hiermit bedanken wir uns auch bei allen Lehrern, die unser Projekt durch zur Verfügung gestellte Stunden ermöglicht haben. Auch unseren Herren Direktoren und Schulobmännern, ein herzliches Dankeschön für Ihre finanziellen und sonstigen Unterstützungen!

Für Ihre großzügige Bereitstellung finanzieller Mittel, bedanken wir uns recht herzlich auch bei der Firma EVN.

Herzlichen Dank auch dem Verband der Chemielehrer Österreichs, zur Bereitstellung von Schülerarbeitsplätzen, gesponsert von der Firma FLAGA.

Die Methoden

Zur Gewinnung der Daten haben wir drei verschiedene Meßgeräte verwendet:

Temperatur, Luftfeuchtigkeit, Luftdruck, Helligkeit und Radioaktivität wurden mit Hilfe des Interfaces unserer *PC-gestützten Wetterstation* gewonnen. Die ersten drei Werte konnten von im Gerät eingebauten Fühlern gemessen werden, für die Helligkeit verwendeten wir einen LDR, und die Werte zur Radioaktivität erstellten wir mit Hilfe eines externen Geiger-Müller Zählers, der an das Interface angeschlossen wurde.

Kohlendioxid, Sauerstoff, Kohlenmonoxid, Formaldehyd und Schwefelwasserstoff wurden mit Hilfe von *Dräger-Röhrchen* gemessen. CO₂ mit Röhrchen, die einen Meßbereich von 100 - 3000 ppm hatten, O₂ mit 5 - 23 Vol.%, CO mit 0,001-0,03 Vol.%, HCHO mit 2 - 40 ppm, und H₂S mit 0,5 bis 15 ppm. (1ppm = 0,0001 Vol%.)

Die **Temperaturen** von Wand, Fensterflächen, Tafeln und Türen haben wir mit Hilfe eines *Meßgerätes zur berührungslosen Temperatur- und Wärmestrommessung* ermittelt. Dieses, auf Messung der Wärme-(Infrarot-)strahlung basierende Gerät wurde uns von Herrn Ing. Kaspar, Energieberater der EVN in Gmünd/NÖ bereitgestellt und war eines der für uns interessantesten Geräte. (Es war auch faszinierend, unsere Körpertemperatur ohne Berührung der Haut zu messen!)

Die gemessenen Räume

Wir haben versucht, einen Querschnitt der Luftqualität in allen Räumen unserer Schule zu geben. Dazu wählten wir ein Klassenzimmer, unseren Werkraum und den Informatikraum. Ursprünglich wollten wir auch die Luft im Turnsaal messen, dies scheiterte aber daran, daß wir unsere teuren Geräte nicht den Einflüssen einer Turnstunde (Erschütterungen des Bodens bei Laufübungen, Ballspiele, etc...) aussetzen wollten.

Kriterien für die Auswahl der Räume:

Im *Klassenzimmer* ist, bedingt durch den Unterricht in Leistungsgruppen, oft ein Wechsel. Zu jeder Stunde sind andere und auch unterschiedlich viele Personen anwesend.

Im *Werkraum* wird mit Chemikalien (Leim, Klebstoff, Farben, Lacken, etc.) gearbeitet und der Raum ist im Keller (ca. 2/3 unter der Erde).

Im *Informatikraum* arbeiten wir an sechs Personal Computern, die vielleicht auch die Luftqualität beeinflussen könnten.

Meßwerte

Zur Verdeutlichung sind die meisten Werte als Diagramme dargestellt. Eine Darstellung der Werte in Zahlen würde der Lesbarkeit unseres Berichtes nicht dienlich sein, wir geben die Zahlen in Form von Spreadsheets aber gerne an Interessierte, vielleicht zur selbständigen Auswertung, weiter.

Die Wiedergabe der Meßergebnisse gliedern wir nach den gemessenen Räumen auf:

Klassenraum der 4.A

Der Raum ist 7,74 m x 7,30 m x 3,2 m groß mit 3 Fenstern zu je 1,95 m x 1,82 m und einer Tür mit den Maßen 0,9 m x 2,17 m. Das Luftvolumen ist 174,5 m³.

Gemessen wurde am 14.11.1994 bei durchgehend geschlossenen Fenstern und am 30.1.1995 bei Stoßlüftung durch kurzzeitiges Öffnen der Fenster in einer Pause. Diese Fenster sind 2-fach Isolier-Glas-Alu-Fenster. Die Mauern bestehen aus 35 mm Stahl-Beton mit 5 cm Frigulit Isolierung. Der Raum befindet sich im 1.Stock des Gebäudes.

Die Messung erstreckte sich über einen ganzen Schultag von 7⁵⁰ Uhr bis zum Ende des Vormittagunterrichtes um 14¹⁰ Uhr.

In den Unterrichtsstunden waren je Messung 16, 21, 0, 0, 24 und 24 Personen anwesend.

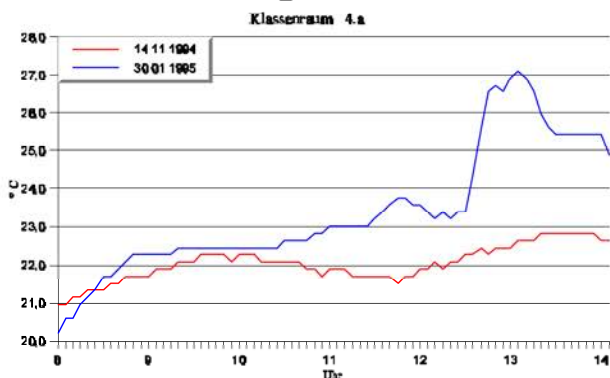
In der letzten Stunde wurde CO₂, CO, CH₂O und H₂S gemessen. Nur CO₂ -Werte konnten erstellt werden, alle anderen blieben unter der Anzeigenauigkeit unserer Teströhrchen.

Bei der ersten Messung erzielten wir - wahrscheinlich durch falschen Umgang mit den Prüfröhrchen - überhöhte Werte für Kohlendioxid. Wir haben deshalb im nachhinein Schätzungen angegeben. Um aussagekräftige Werte zu erzielen, haben wir am 12.12.1994 die Messungen zur gleichen Zeit wiederholt und auch etwas ausgebaut.

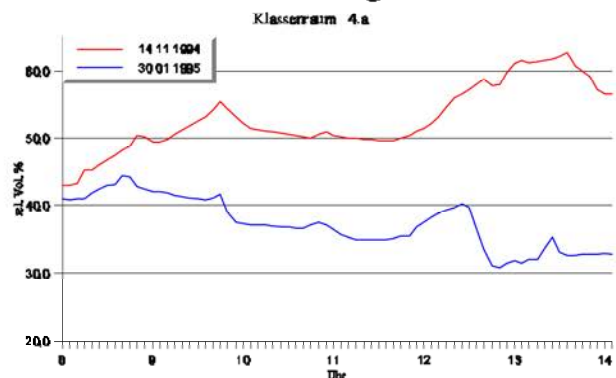
An diesem Tag führten wir auch Sauerstoffmessungen im Klassenraum durch. Permanente O₂-Messungen waren leider nicht möglich, da die Teströhrchen sich beim Test stark erwärmen können. Wir haben die anderen Messungen ohne Aufsicht unseres Physiklehreres gemacht (in der Geographiestunde), er wollte uns nicht alleine mit diesen Teströhrchen arbeiten lassen. Außerdem sind Drägerröhrchen für Sauerstoff sehr teuer.

Mit dem Infrarot-Thermometer haben wir an diesem Tag die Wände unserer Klasse vermessen.

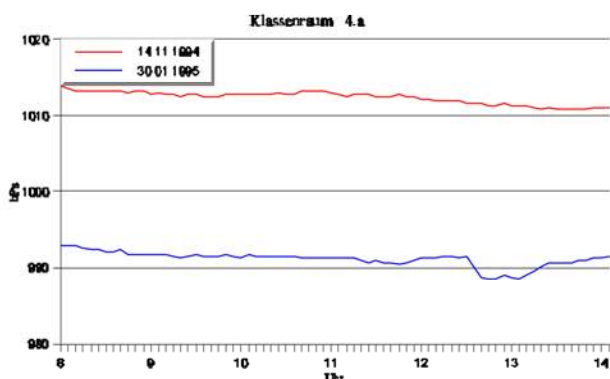
Temperatur



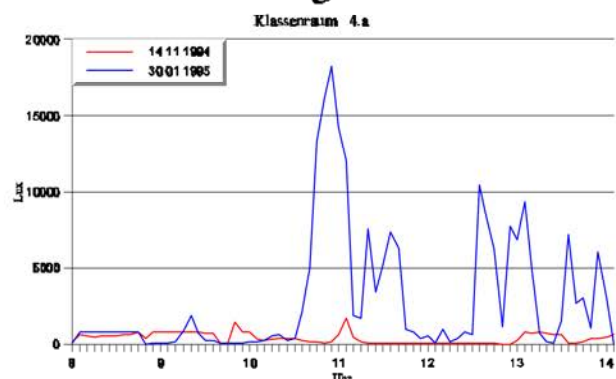
Luftfeuchtigkeit



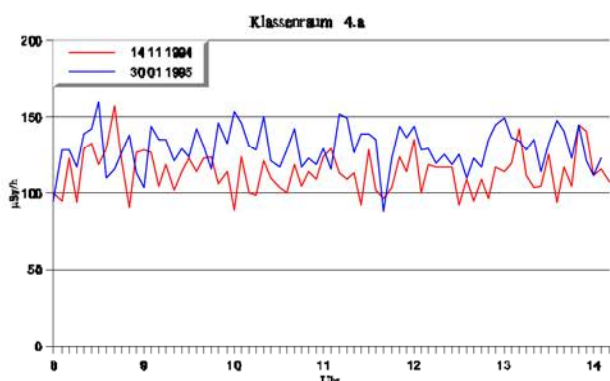
Luftdruck



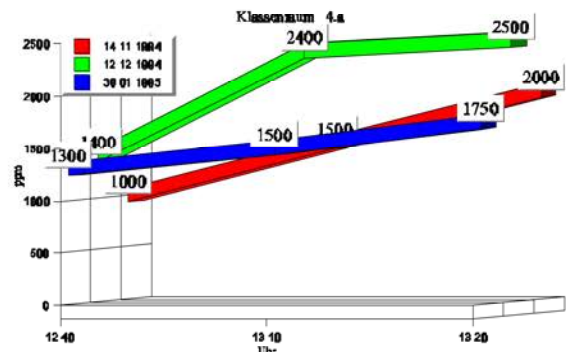
Helligkeit



Radioaktivität



Kohlendioxid



6. Unterrichtsstunde - Geographie - 23 Personen:

Uhrzeit	CO ₂ (ppm)	O ₂ (Vol.%)
12.37	1400	-
13.10	2400	19
13.20	2500	18

	13.10 Uhr	13.25 Uhr
Fensterglas	23,7 °C	22,8 °C
Fenstersteg	21 °C	21,2 °C
Stahlbetonsteg	21 °C	21,5 °C
Heizfl. oben	38,5 °C	38,5 °C
Heizfl. unten	34,5 °C	33,8 °C
Wand hinten	22,5 °C	22,4 °C
Wand (Kork)	22,7 °C	22,6 °C
Wand (Kachel)	21,6 °C	20,6 °C
Tür	22,3 °C	22,3 °C
Tafel (schwarz)	22,6 °C	21,6 °C
Raum	22,2 °C	22,6 °C

Luftdruck: 1015,5 hPa

Außentemperatur: 8,7 °C

Werkraum

Der Raum ist 8,65 m x 8,77 m x 3,15 m groß mit 3 Fenstern zu je 2,07 m x 1,50 m und einer Tür mit den Maßen 1,1 m x 2,28 m. Das Luftvolumen beträgt 238,96 m³.

Gemessen wurde am 29.11.1994 und am 31.1.1995 bei durchgehend geschlossenen Fenstern. Diese Fenster sind 2-fach Isolier-Glas Alu Fenster. Die Mauern bestehen aus 35 mm Stahl-Beton mit 5 cm Frigulit Isolierung. Der Raum ist ein Keller-raum, der nur zu 2/3 über den Boden ragt. Weiters ist noch zu bemerken, daß am 29.11.1994 die Tür ständig geöffnet war, da Schüler aus einer Parallelklasse zum Werkraum Zutritt benötigten.

Die Messung erstreckte sich über je zwei Schulstunden: von 11³⁰ Uhr bis 14¹⁵ Uhr.

In den Unterrichtsstunden waren am 29.11.1994 13 und am 31.1.1995 16 Personen anwesend.

In der letzten Stunde wurde CO₂, CO, CH₂O und H₂S gemessen. Nur CO₂ -Werte konnten erstellt werden, alle anderen bleiben unter der Anzeigegenauigkeit unserer Teströhrchen.

Informatikraum

Der Raum ist 8,67 m x 7,20 m x 2,85 m groß mit 3 Fenstern zu je 2,07 m x 1,50 m und einer Tür (0,89 m x 2,28 m). Das Luftvolumen beträgt 177,91 m³. Wand und Fenster sind wie im Klassenraum ausgeführt. Der Raum befindet sich in den Kellerräumen.

Gemessen wurde am 13.12.1994 und am 7.2.1995 bei durchgehend geschlossenen Fenstern. Die Messung erstreckte sich über je vier Schulstunden: von 11³⁰ Uhr bis 15⁴⁵ Uhr!

Zur Unterrichtszeit waren am 13.12.1994 12, 12, 0, 0, 13, 13 und am 7.2.1995: 11, 11, 0, 0, 13, 13: Personen anwesend.

CO₂, CO, CH₂O und H₂S wurden gemessen. Nur CO₂ -Werte konnten erstellt werden, alle anderen bleiben unter der Anzeigegenauigkeit unserer Teströhrchen.

Am 13.12.1995 nahmen wir auch folgende Daten:

	14.30 Uhr	15.00 Uhr	15.30 Uhr
Fensterglas	19 °C	21,3 °C	18,4 °C
Fenstersteg	18,3 °C	19,1 °C	18,4 °C
Stahlbetonsteg	20,8 °C	21,8 °C	21,4 °C
Heizfl. oben	30,4 °C	27,8 °C	26,7 °C
Heizfl. unten	29,2 °C	27,2 °C	26,4 °C
Wand hinten	20,2 °C	20,5 °C	20,2 °C
Wand recht:	21,4 °C	21,6 °C	21,5 °C
Wand (Kachel)	21,1 °C	21 ,8 °C	21,7 °C
Tür		21,5 °C	22 °C
Tafel (weiß)	21,9 °C	21,8 °C	21,7 °C
Raum	21,2 °C	21,1 °C	21,5 °C

O ₂	19,5 Vol.%	15,5 Vol.%	18 Vol.%
----------------	------------	------------	----------

Luftdruck: 1015,5 hPa

Außentemperatur: 9,4 °C

Der Sauerstoffgehalt am 7.2.1995 war

16 Vol.% um 15⁰⁰ Uhr und 17,5 Vol.% um 15³⁰ Uhr.

Luftdruck: 1001 hPa

Außentemperatur: 12,6 °C

Versuch einer Auswertung der Meßdaten

Eine Interpretation der Daten ist für uns eine schwierige Sache. Wir haben nämlich keine entsprechende Erfahrung mit den Werten und auch keine Vergleichsmöglichkeiten. Wir wissen nur aus unseren Kontakten im Internet, daß wir relativ hohe Werte für CO₂ gemessen haben.

Zur Orientierung haben wir die ÖNORM - H6000 - Teil 3 verwendet.

Temperatur

In der ÖNORM wird zur thermischen Behaglichkeit von Personen das Zusammenwirken von Raumlufttemperatur (t_L) und mittlere Strahlungstemperatur (t_{rd}) der umgebenden Flächen genannt.

Die Bandbreite kurzzeitiger Temperaturschwankungen darf innerhalb von 200 s maximal 1 K betragen.

Solche kurzzeitigen Schwankungen haben wir nicht festgestellt. Im Klassenraum der 4.a war aber am 30.1.1995, bedingt durch intensive Sonneneinstrahlung - siehe auch Helligkeit - ein großer, kurzzeitiger Anstieg zu messen:

12 ³² Uhr	23,4 °C
12 ³⁷ Uhr	24,3 °C
12 ⁴² Uhr	25,6 °C
12 ⁴⁷ Uhr	26,6 °C

Die Anstiege der Temperatur sind im allgemeinen auf die Wärmeabgabe der Personen im Raum zurückzuführen, die bei leichter manueller Arbeit 100 bis 120 Watt pro Person beträgt.

Die empfundene Temperatur t_e wird nach der Formel $t_e = (t_L + t_{rd}) / 2$ berechnet.

Wenn wir den Durchschnitt unsere Strahlungsmessungen vom 12.12.1994 im Klassenraum der 4.a betrachten, so ergibt sich:
Um 13¹⁰ Uhr: $t_e = 23,62$ °C und
um 13²⁵ Uhr: $t_e = 23,67$ °C.

Am 13.12.1994 im Informatikraum:
Um 14³⁰ Uhr: $t_e = 21,79$ °C,
um 15⁰⁰ Uhr: $t_e = 21,80$ °C und
um 15³⁰ Uhr: $t_e = 21,63$ °C.

Die neutrale Temperatur (t_n) in Abhängigkeit von Kleidung und Bewegung wird (ermittelt von einer repräsentativen Personenzahl) mit $t_n = 21,50$ °C angegeben. Da sich bei diesem Wert das subjektiv angenehmste Wärmeempfinden einstellt, war es also im Klassenraum deutlich zu warm, im Informatikraum dagegen nur leicht erhöht!

Im Werkraum haben wir leider keine Temperaturstrahlungsmessungen durchgeführt, da wir das Meßgerät nur kurze Zeit zur Verfügung hatten.

Luftfeuchtigkeit

Die Grenzen der relativen Luftfeuchtigkeit werden mit 35 % bis 65 % angegeben.

Alle unsere Messungen bewegten sich in diesen Grenzen. Wir waren aber trotzdem sehr überrascht, an Hand dieser Kurven genau ablesen zu können, wann und in gewissem Maße auch wieviele Personen sich in einem Raum aufhalten.

Bemerkenswert ist auch die Messung vom 30.1.1995 im Klassenraum der 4.a. Während alle anderen Meßwerte stetigen Anstieg der Luftfeuchtigkeit zeigen, ist hier, wahrscheinlich auf Grund des Öffnen der Fenster, eine fallende Tendenz zu sehen.

Luftdruck

Auf das Raumklima wirkt sich der Luftdruck wahrscheinlich nicht direkt aus, unsere Messungen zeigen aber die unterschiedlichen Zustände an den Tagen der Messungen.

Helligkeit

Interessant ist hier der Unterschied Sonnenlicht - Kunstlicht! Bei Kunstlicht lagen die Werte zwischen 500 und 1000 Lux, während die Sonne ein Ansteigen des Meßwertes um ein Zehnfaches bewirkt

Radioaktivität

Die gemessenen Werte entsprechen unserer normalen Hintergrundstrahlung, die zwischen 80 und 150 μ S/h liegt!

Kohlendioxid

Der lufthygienische Grenzwert (Pettenkoferzahl) liegt bei 0,1% bzw. 1000 ppm. Der MAK-Wert bei 0,5 % bzw. 5000 ppm (In Diskussion sind 2500 ppm).

Dazu ist zu sagen daß der lufthygienische Grenzwert bei allen unseren Messungen überschritten wurde. Unsere Messungen waren jeweils am Ende eines Unterrichtstages angesetzt und sollten so auch den Spitzenwert dokumentieren.

Der MAK-Wert wurde, wenn auch nur einmal, erreicht, am Ende der letzten Stunde im Informatikraum.

Allgemein ist festzustellen, daß eine oftmalige Lüftung angebracht wäre, um erträgliche CO₂-Werte zu ermöglichen.

Das Problem der hohen CO₂-Werte haben wir auch im Projekt "Global Lab" im Internet diskutiert. Einige Berichte dazu seien hier wiedergegeben:

From: rborstsc@igc.apc.org (Rich Borst)
Date: Thu, 26 Jan 95 20:58 EST
To: heidenr@stieltjes.smc.univie.ac.at
Subject: Kohlendioxid

Hallo Österreich!

Habt Ihr Kohlendioxid im Klassenzimmer gemessen. Hier sind unsere Resultate für Kohlendioxid im Chemielabor während die Bunsenbrenner angezündet waren:

Zeit (min)	CO ₂ (ppm)
0	500
5	1000
10	1000
15	1500
20	2000
25	2000

Draußen haben wir 300 ppm gemessen.

Kohlendioxid mit 20 Schüler im Klassenzimmer...eine Vorlesung vom Lehrer.

Erste Klasse von Chemie, Silver Bluff High School, Aiken SC

From: westonma@igc.apc.org (Rivers School)
Date: Mon, 30 Jan 95 11:45:46 EST
To: heidenr@stieltjes.smc.univie.ac.at (HS Heidenreichstein),
gl-ideabank@terc.edu (GL-IdeaBank)
Subject: CO2 Levels @ Rivers

To All Research groups regarding CO2 Levels:
The Rivers School has 250.00 (ppm) CO2 levels.

Rivers School Weston, MA

Date: 7 Feb 1995 18:24:11 -0500
From: "Bart Wise" <Bart_Wise@terc.edu>
Subject: High CO2 Levels
To: "gl-ideabank" <gl-ideabank@terc.edu>,
"Heidenreich Students" <heidenr@stieltjes.smc.univie.ac.at>

Subject: Time: 5:49 PM

OFFICE MEMO High CO2 Levels Date: 2/7/95

Dear students at Heidenreichstein High School,

I read about your high CO2 measurements and I wanted to tell you about an experience we had here at TERC last year. We conducted a meeting with approximately 25 people in a room of around 150 cubic metres volume. This room is ventilated, but not very well. We measured the CO2 level in the room before the meeting as 500ppm. At the end of the 1.5 hour meeting, we measured a CO2 level of nearly 1500ppm! This certainly shows that human respiration can produce high levels of CO2 in short periods if the ventilation is not good. If there are often many people in your computer room, they might be contributing to the high CO2 levels.

You mentioned that you have gas heating in your school, which does produce large amounts of carbon dioxide. Usually, however, the carbon dioxide and more dangerous carbon monoxide gases go through an exhaust system out of the building. Perhaps there is a leak in your exhaust system, and the gases are staying within the building. Our facilities person here at TERC suggests that you check to find out whether the exhaust system and ventilation system pipes run right next to each other and are leaking into each other. Happy experimenting!

Bart Wise

Date: Fri, 10 Feb 95 16:10:45 EET
From: Viktor Muuli <viktor@htg.tartu.ee>
Message-Id: <2f3b762b.htg@htg.tartu.ee>
To: gl-ideabank@terc.edu
Subject: [gl-ideabank] Re: High CO2 Levels

Dear folks,
I would like to write about our experience in this area.

Some weeks ago we did the measurement of CO2 level in classroom.
There were 29 persons in a room with cubature about 200 m3.

Our experiment took 5 lessons and our results were:
CO2 concentration in the morning before lessons - 0,12%
CO2 concentration after 5-th lesson - 0,38%
CO2 concentration outside - 0,03%

Without ventilation the concentration of CO2 increased more than 3 times compared before lessons time and reached level more than 10 times compared with data from outside!

Viktor Muuli, Hugo Treffner Grammar School

Date: Sun, 12 Feb 95 13:13 EST
To: heidenr@stieltjes.smc.univie.ac.at
Subject: Kohlenstoffdioxid

Grüsse

... hoch sind sie...

Solche Kohlenstoffdioxidstufen haben wir noch nie gesehen, aber das Klima ist hier viel anders als in Österreich. Wir haben zentrale Heizung aber im Winter ist sie oft nicht an. Es ist möglich dass die Fenster im Januar offen gelassen sind. Es wäre interessant diese Resultate mit einer Schule im Norden zu vergleichen vielleicht in der Nähe von Boston oder New York.

Rich Borst, Aiken SC

Sauerstoff

Grenzwerte oder Richtwerte zum Sauerstoff konnten wir nicht finden! Interessant ist aber, daß mit der Zunahme von Kohlenstoffdioxid auch der Sauerstoffgehalt abnimmt, (was ja zu erwarten war).

Kohlenmonoxid, Formaldehyd, Schwefelwasserstoff

Von diesen Gasen konnten wir mit Hilfe unserer Teströhrchen keine nachweisbaren Werte verzeichnen. Die Mengen dieser Stoffe sind in unseren Schulräumen unbedeutend.

Abschließende Bemerkungen

Seit September 1994 sind wir in einem Projekt im Computernetz - INTERNET von "Global Lab" mit dem Thema "Classroom Environment" beteiligt. Wir werden also die Messungen weiterführen und hoffentlich noch interessante Daten gewinnen können.

In der HS Schrems soll im Schuljahr 1995/96 mit den Messungen begonnen werden. Dies ist deshalb sehr interessant, da sich die Gebäudeverhältnisse von denen der HS in Heidenreichstein massiv unterscheiden. Die Schule in H'stein wurde erst renoviert. In Schrems sind alte, zugige Fenster, ohne Wärmeschutz ausgeführte Fassaden und anders angeordnete Räumlichkeiten zu finden.

Leider ist die Untersuchung mit der Aufbringung großer finanzieller Mittel verbunden. Unsere Telefonkosten zu INTERNET bewegen sich alleine in der Höhe von ca. 2000,- öS pro Monat, neben den enormen Kosten für Teströhrchen usw. - also eine teure Sache. Wir werden aber versuchen, neben der EVN, der wir nochmals herzlichst danken, weitere Sponsoren zu finden, die uns unsere interessanten Arbeiten ermöglichen - die Firma FLAGA hat uns angeboten, im nächsten Geschäftsjahr eventuell eine Förderung zu gewähren.

Literatur

Beschreibungen der Teströhrchen, PC-gestützte Wetterstation und diverser anderer Meßgeräte.

ÖNORM H6000 3.Teil

Zoomlochkamera

Dieter Manhart

Ich stelle Ihnen hier eine Lochkamera mit einem modernen Feature vor. Die meisten Kameras (ob Kompakt- oder Spiegelreflexkameras) werden heute mit einem Zoomobjektiv ausgestattet geliefert. Die unten angeführte "Zoomkamera" (nicht Zoomobjektivkamera) soll diesem Trend Rechnung tragen. Ich möchte die möglichen Aufnahmen in Weitwinkelaufnahmen (vorderste Stellung in der Kamera), Normalwinkelaufnahmen (mittlere Stellung in der Kamera) und Teleaufnahmen (hinterste Stellung in der Kamera) einteilen (Abb.1).

Die Normalwinkelaufnahme entspricht zirka einem Normalobjektiv (50 mm Objektiv) einer Kleinbildkamera. Ein Hinweis zur Berechnung: Die Bilddiagonale des Aufnahmeformats, z.B.: Fotopapier des Formates 10 x 15 cm (a,b) ist ca. 18 cm (c), sollte ca. dem Abstand von Blendenöffnung zur Filmhalterung (Blatt Fotopapier) entsprechen (Siehe Abb. 2).

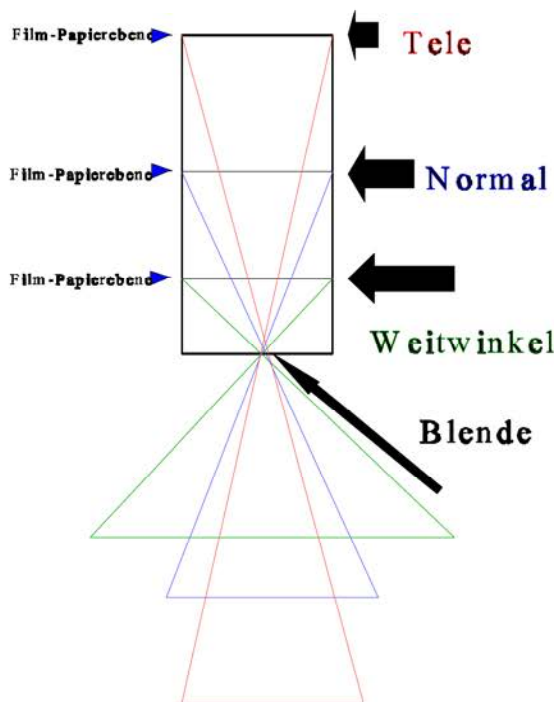


Abb. 1: Lochkamera von oben

Beim Weitwinkel möchte ich darauf aufmerksam machen, daß das Problem der "Vignettierung" auftritt, wenn der Abstand Blendenöffnung zur Filmhalterung zu klein wird. Vignettierung bedeutet, daß am Rand des Fotopapiers zu wenig oder gar kein Licht mehr auftritt und deshalb das Fotopapier nicht geschwärzt wird. Es kommt immer zu einer kreisförmigen Abbildung – Bildkreis (siehe Abb. 2)

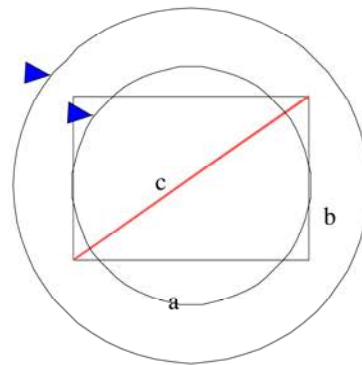


Abb. 2: Bildkreis

Zum Tele ist zu bemerken, daß die Qualität der Aufnahme deutlich zunimmt, auch kleine Details können bereits gut gesehen werden. Hierbei möchte ich auch darauf hinweisen, daß die Belichtungszeiten für die 3 Stellungen in der Zoomkamera nicht gleich sind. Da mit doppelter Entfernung

die auftreffende Lichtmenge zum Quadrat abnimmt, muß dies durch dementsprechend längere Belichtungszeit ausgeglichen werden (Berechnungen sind möglich → Mathematik, Physik).

Nun möchte ich zum Bau der Lochkamera schreiten. Hier bietet sich natürlich die Verbindung zum Unterrichtsgegenstand Technisches Werken an. In der 6. Schulstufe bietet sich eine gute Möglichkeit, das Vorhaben des Zoomkamerabaues zu verwirklichen. Die Kinder haben bereits genug Fertigkeiten (genaues Messen, Kleben und Schneiden) erlernt, um den Bau problemlos zu verwirklichen.

Eine zweite gute Möglichkeit ist in der 7. Schulstufe. Hier bietet sich zusätzlich die Verbindung mit dem Unterrichtsgegenstand Geometrisches Zeichnen an. Hier kann bereits ein Plan im Grund- und Aufriß erstellt werden, möglicherweise sogar ein Schrägriß (siehe Abb. 3). Wobei es hier sehr günstig ist, die zeichnerische Lösung im Informatikunterricht verwirklichen zu lassen.

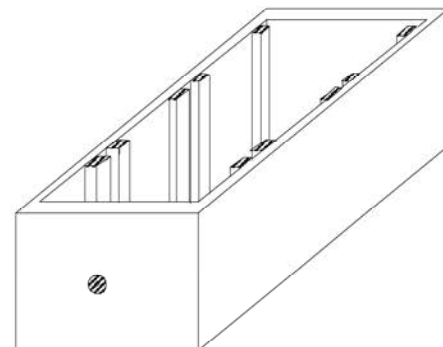


Abb. 3: Schrägriß

Nun zur Durchführung der Arbeit:

Materialliste:

- Eine Schachtel von Vase, Stiefel usw.
Die Schachtel sollte lichtdicht und möglichst langgestreckt sein. Filmebene größer als 10 x 15 cm (= Fotopapier!). Sollte so eine Schachtel nicht vorhanden sein, muß sie mit Hilfe von Hartfaserplatten (4 mm dick) gebaut werden.
- Holzleisten 1x1 cm

- Karton als Filmebene
 - Doppelklebeband
 - Alufolie: dick, nicht glänzend ca. 5 x 5 cm
 - eine feine Stecknadel für die Blende
 - Weißleim für die Leisten
 - Klebeband für die Alufolie
 - schwarze Farbe für die Innenseiten
 - 3 mm Bohrer
-
- ◆ Boden, Seitenwände, und Rückwand zusammenbauen, in die Vorderseite bereits ein Loch (Durchmesser 3 mm) für Objektiv/Blende bohren. Der Abstand vom Boden soll die halbe Höhe des Fotopapiers haben (für 10 x 15 cm = 5 cm).
 - ◆ Halterungen für den Film/Fotopapier anbringen (Seitenwände). Halterungen nicht bis ganz oben, wegen des Dekkels!
 - ◆ Eventuell Innenseiten schwarz ausmalen.
 - ◆ Film/Papierhalter zuschneiden und mit beidseitig klebbarem Klebeband bestücken.

- ◆ Folie für Blende auf der Vorderseite mit Klebeband anbringen und das Loch stechen (Funktionskontrolle ist sehr wichtig! Die Blende muß auch später immer wieder auf Funktionstüchtigkeit überprüft werden!)

Damit ist die Zoomkamera fertig und kann zum Fotografieren eingesetzt werden. Die richtige Belichtungszeit muß nun ermittelt werden und kann eventuell durch Berechnung oder weitere Proben auf die zwei anderen Zoomstellungen umgelegt werden. Noch ein wichtiger Hinweis zum Schluß: Man muß sich bei dieser Zoomkamera bereits in der Dunkelkammer entscheiden, welchen Bildwinkel man zum Fotografieren verwenden will.

Dieses Modell einer Zoomlochkamera soll eine Anregung zum Experimentieren sein. Viele Details sind verbesserbar, deshalb sollte man die Kinder zu Detailverbesserungen anregen. Bei der technischen Umsetzung sollte der WEK-Lehrer behilflich sein.

Im Rahmen eines Projektunterrichts ist eine Kombination von Mathematik, Physik/Chemie, Geometrisches Zeichnen und Technisches Werken leicht denkbar.

Beispiele der 26. Internationalen Physikolympiade – Teil 2

Aufgabe 2

Schallausbreitung

Einleitung: Die Ausbreitungsgeschwindigkeit für Schallwellen im Ozean hängt ab von der Tiefe, der Temperatur und der Salzkonzentration. In der nachfolgenden Abbildung 1(a) ist die Veränderung der Schallgeschwindigkeit c dargestellt als Funktion der Tiefe z für den Fall, daß ein Minimum c_0 der Geschwindigkeit in der Mitte zwischen der Seeoberfläche und dem Seeboden existiert. Beachte, daß zur Vereinfachung die Tiefe dieses Minimums der Schallgeschwindigkeit als $z = 0$ gesetzt wurde, und damit ist $z = z_s$ die Oberfläche und $z = -z_b$ der Seeboden.

Oberhalb von $z = 0$ ist die Geschwindigkeit gegeben durch: $c = c_0 + b_z$
unterhalb $z = 0$ ist c gegeben durch: $c = c_0 - b_z$

In beiden Fällen gilt $b = |dc/dz|$, d.h. b ist der Absolutwert der Ableitung der Geschwindigkeit mit der Tiefe; b wird als konstant angenommen.

Die Abbildung 1(b) zeigt einen Querschnitt durch den Ozean in der z - x -Ebene, wobei x die horizontale Richtung ist. Für jeden Punkt in der z - x -Ebene ist das Geschwindigkeitsprofil $c(z)$ gegeben durch Abbildung 1(a). Im Punkt $z = 0$, $x = 0$ existiert eine Schallquelle S . Ein Teil des Schalles, der von dieser Quelle ausgesandt wird, kann durch einen Strahl beschrieben werden, der, wie dargestellt, von S unter einem Winkel Θ_0 ausgeht. Aufgrund der Abhängigkeit der Schallgeschwindigkeit von der Tiefe z wird der Strahl gebrochen. Dies führt zu einer Änderung von Θ entlang des Strahles.

(a) (6 Punkte)

Zeige, daß die Anfangsbahn des die Quelle verlassenden Schallstrahles innerhalb der z - x -Ebene durch einen Kreisbogen mit dem Radius R gegeben ist, mit

$$R = \frac{c_0}{b \sin \Theta_0} \quad \text{für } 0 \leq \Theta_0 \leq \frac{\pi}{2}$$

(b) (3 Punkte)

Leite eine Formel für den kleinstmöglichen Wert des Winkels Θ_0 her für einen nach oben gerichteten Schallstrahl, der nicht an der Oberfläche reflektiert wird; Θ_0 soll durch z_s , c_0 und b ausgedrückt werden.

(c) (4 Punkte)

Abbildung 1(b) zeigt die Position eines Schallempfängers H an, der sich an der Stelle $z = 0$, $x = X$ befindet. Leite eine Formel für die Folge von Werten des Winkels Θ_0 her, die ein Schallstrahl beschreiben kann, der von S zum Empfänger H geht. Nimm an, daß z_s und z_b so groß sind, daß keine Reflexion an der Seeoberfläche oder am Seeboden auftritt; drücke Θ_0 durch b , X und c_0 aus.

(d) (2 Punkte)

Bestimme die vier kleinsten Werte von Θ_0 für Strahlen, die von S ausgehen und H erreichen, unter der Bedingung

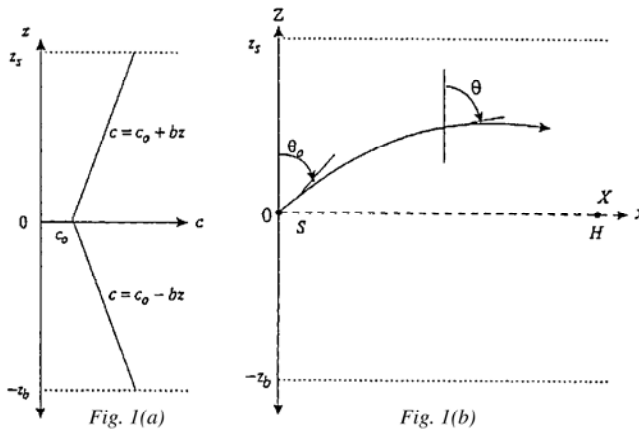
$$X = 10000 \text{ m}, c_0 = 1500 \text{ m/s}, b = 0,02 \text{ s}^{-1}$$

(e) (5 Punkte)

Leite eine Formel her für die Zeit, die der Schall benötigt, um von S nach H auf einer Bahn mit dem kleinstmöglichen Winkel Θ_0 zu gelangen, wie dies in Teil (c) beschrieben worden ist. Berechne den Zahlenwert dieser Zeit unter den Bedingungen, die in (c) gegeben worden sind. Die folgende Formel könnte hilfreich sein:

$$\int \frac{dx}{\sin x} = \ln \tan \left(\frac{x}{2} \right)$$

Berechne die Zeit für den direkten Weg des Strahles von S nach H entlang $z = 0$. Welcher Strahl wird zuerst ankommen, der Strahl mit $\Theta_0 = \pi/2$ oder der Strahl mit dem kleinstmöglichen Wert von Θ_0 , wie er in Teil (d) berechnet worden ist?

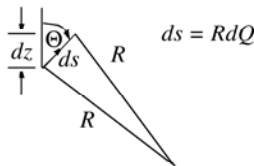


Solution to Question 2

(a) 6 marks

Snell's Law may be expressed as: $\frac{\sin \Theta}{\sin \Theta_0} = \frac{c}{c_0}$ (1)

Consider some element of ray path ds and treat this as, locally, an arc of a circle of radius R . Note that R may take up any value between $-\infty$ and ∞ . Consider a ray component which is initially directed upward from S



$$\text{From (1)} \quad \cos \Theta d\Theta = \frac{\sin \Theta_0}{c_0} dc$$

For the upwardly directed ray $c = c_0 + bz$, so $dc = b dz$ and

$$\frac{\sin \Theta_0}{c_0} b dz = \cos \Theta d\Theta \quad \text{hence}$$

$$dz = \frac{c_0}{\sin \Theta_0} \frac{1}{b} \cos \Theta d\Theta$$

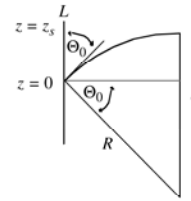
We may also write (here treating ds as straight) $dz = ds \cos \Theta$ so

$$ds = \frac{c_0}{\sin \Theta_0} \frac{1}{b} d\Theta \quad \text{hence}$$

$$\frac{ds}{d\Theta} = R = \frac{c_0}{\sin \Theta_0} \frac{1}{b}$$

This result strictly applies to the small arc segment ds . Note that from equation (1) however, it also applies for all Θ , i.e. at all points along the trajectory, which therefore forms an arc of a circle with radius R until the ray enters the region $z < 0$.

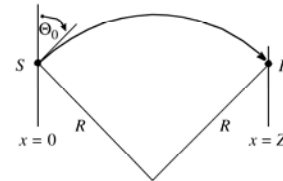
(b) 3 marks



$$\text{Here } z_s = R - R \sin \Theta_0 = R(1 - \sin \Theta_0) = \frac{c_0}{b \sin \Theta_0} (1 - \sin \Theta_0)$$

$$\text{From which } \Theta_0 = \sin^{-1} \left[\frac{c_0}{bz_s + c_0} \right]$$

(c) 4 marks

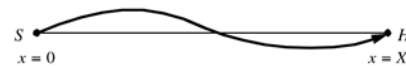


$$X = 2R \cos \Theta_0 = \frac{2c_0}{b \sin \Theta_0} \cos \Theta_0 = \frac{2c_0}{b} \cot \Theta_0$$

$$\text{hence } \cot \Theta_0 = \frac{bX}{2c_0}$$

What other possibilities exist for rays to reach H?

Here is one



$$\text{Here } \frac{X}{2} = 2R \cos \Theta_0 = \frac{2c_0}{b} \cot \Theta_0$$

$$\text{i.e. } \cot \Theta_0 = \frac{bX}{4c_0}$$

In general, for values of $\Theta_0 < \pi/2$, rays emerging from S will reach H for launch angles given by:

$$\Theta_0 = \cot^{-1} \left[\frac{bX}{2nc_0} \right] = \tan^{-1} \left[\frac{2nc_0}{bX} \right], \text{ where } n = 1, 2, 3, 4 \dots$$

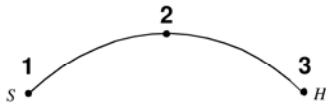
Note that $n = \infty$, $\Theta_0 = \pi/2$, as expected for the axial ray.

(d) 2 marks

With the values cited, the four smallest values of launch angle are:

n	Θ_0 (degrees)
1	86,19
2	88,09
3	88,73
4	89,04

(e) 5 marks



We seek $\int_1^3 dt = \int_1^3 \frac{ds}{c}$

Try first $t_{12} = \int_1^2 \frac{ds}{c} = \int_{\Theta_0}^{\pi/2} \frac{R d\Theta}{c}$, using $R = \frac{c}{b \sin \Theta}$

Gives $t_{12} = \frac{1}{b} \int_{\Theta_0}^{\pi/2} \frac{d\Theta}{\sin \Theta}$

so that $t_{12} = \frac{1}{b} \left[\ln \tan \left(\frac{\Theta}{2} \right) \right]_{\Theta_0}^{\pi/2} = -\frac{1}{b} \ln \tan \left(\frac{\Theta_0}{2} \right)$

Noting that $t_{13} = 2t_{12}$ gives $t_{13} = -\frac{2}{b} \ln \tan \left(\frac{\Theta_0}{2} \right)$

For the specified b , this gives a transit time for the smallest value of launch angle cited in the answer to part (d) of $t_{13} = 6.6546$ s

The axial ray will have travel time given by $t = \frac{X}{c_0}$

For the conditions given $t_{13} = 6.6666$ s

Thus the axial ray takes longer than the example cited for $n = 1$.

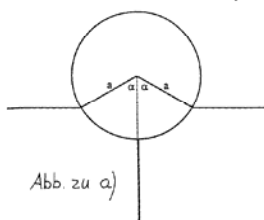
Thus the $n = 1$ ray will arrive first.

Aufgabe 3

Eine zylindrische Boje

(a) (3 Punkte)

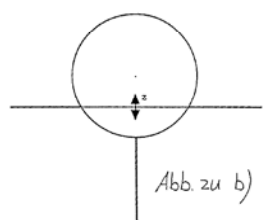
Eine Boje besteht aus einem homogenen Vollzylinder (Radius a , Länge l , aus leichtem Material der Dichte d) und einem daran befestigten homogenen, starren Stab, der an der Stelle $l/2$ radial am Zylindermantel befestigt ist. Die Stabmasse ist gleich der Zylindermasse und die Stablänge ist gleich dem Zylinderdurchmesser. Die Dichte des Stabes ist größer als jene des Meerwassers. Diese Boje schwimmt im Meerwasser (Dichte ρ).



Leite für den Gleichgewichtszustand einen Ausdruck her, in dem der Winkel α (siehe Zeichnung) mit dem Dichteverhältnis d/ρ verknüpft ist. Das Volumen des Stabes kann vernachlässigt werden.

(b) (4 Punkte)

Wenn die Boje in vertikaler Richtung um eine kleine Auslenkung z hinuntergedrückt wird, gibt es eine rücktreibende Kraft, und die Boje beginnt vertikale Schwingungen um die Gleichgewichtslage durchzuführen.



Bestimme die Frequenz dieser Schwingungen in Abhängigkeit von α , a und der Fallbeschleunigung g . Nimm dabei an, daß die effektive Masse der Boje sich infolge der Bewegung des Wassers während der Schwingungen um ein Drittel erhöht. Nimm außerdem an, daß α nicht klein ist.

(c) (8 Punkte)

Nun soll näherungsweise angenommen werden, daß das System Schwingungen um die horizontale Zylinderachse ausführt.



Bestimme die Frequenz dieser Pendelschwingungen in Abhängigkeit von a und g . Die Bewegungen des Wassers und seine Viskosität sollen vernachlässigt werden. Betrachte nur kleine Auslenkungswinkel (Θ).

(d) (5 Punkte)

Auf der Boje gibt es empfindliche Beschleunigungsmesser, die die beiden betrachteten Schwingungstypen registrieren und die Informationen zur Küste übermitteln. In relativ ruhigem Wasser wird eine vertikale Schwingungsdauer von etwa 1 Sekunde und eine Pendelschwingungsdauer von etwa 1,5 Sekunden festgestellt.

Zeige, daß dem ein Winkel α von ungefähr 90° entspricht und schätze damit den Radius und die Gesamtmasse der Boje ab. Die Zylinderlänge l soll gleich dem Zylinderradius a sein.

$$\rho = 1000 \text{ kg/m}^3, \quad g = 9,8 \text{ m/s}^2$$

Solution of Question 3

(a)

The mass of the flat rod is given equal to the mass of the cylinder M which itself is $\pi a^2 l d$. Thus the total mass equals $2M = 2\pi a^2 l d$. The mass of the displaced water is surely less than $\pi a^2 l \rho$ (when the buoy is on the verge of sinking). Using Archimedes' principle, we may at the very least expect that the $2\pi a^2 l d < \pi a^2 l \rho$ or $d < \rho/2$.

In fact, with the float angle α ($< \pi$) as drawn, the volume of displaced water is obtained by geometry:

$$V = l a^2 \alpha - l a^2 \sin \alpha \cos \alpha$$

By the Archimedes' principle the mass of the buoy equals the mass of displaced water. Therefore $2\pi a^2 l d = l a^2 \rho [\alpha - \cos \alpha \sin \alpha]$, ie α is determined by the relation,

$$\alpha - \cos \alpha \sin \alpha = \alpha - \frac{1}{2} \sin 2\alpha = 2d\pi/\rho$$

(b)

If the cylinder is depressed a small distance z vertically from equilibrium, the net upward restoring force is the weight of the extra water displaced or $\rho \cdot 2a \sin \alpha \cdot l z$, directed oppositely to z . This is characteristic of simple harmonic motion and hence Newtonian equation of motion of the buoy is (taking account of the extra factor $1/3$)

$$8Mz/3 = -2\rho g l z a \sin \alpha \quad \text{or} \quad z + \frac{3\rho g \sin \alpha}{4\pi d a} z = 0$$

and this is the standard sinusoidal oscillation equation (like a simple pendulum). The solution is of the type $z = \sin(\omega z t)$, with the angular frequency

$$\omega_z = \sqrt{\frac{3\rho g \sin \alpha}{4\pi d a}} = \sqrt{\frac{3g \sin \alpha}{2a(\alpha - \cos \alpha \sin \alpha)}}$$

where we have used the relation worked out at the end of part (a)

Alternatively $\omega_z = \sqrt{\frac{3g \rho a l \sin \alpha}{2M}}$ where M = mass of buoy which must be worked out before and referenced.

(c)

Without regard to the torque, if the buoy is swung by some angle so that its weight is supported by the net pressure of the water outside, the volume of water displaced is the same as in equilibrium. Thus the centre of buoyancy remains at the same distance from the centre of the cylinder. Consequently we may deduce that the buoyancy arc is an arc of a circle centred in the middle of the cylinder. In other words, *the metacentre M of the swinging motion is just the centre of the cylinder.*

We should also notice that the centre of mass G of the buoy is at the point where the rod touches the cylinder, since the masses of rod and cylinder are each equal M . Of course the cylinder will experience a net torque when the rod is inclined to the vertical. To find the period of swing, we first need to determine the moment of inertia about the metacentre M . Start by finding the moment of inertia of the solid cylinder about the central axis; this is just like a disk about the centre. Thus if M is the cylinder mass

$$I_0 = Ma^2/2 \left(= \int_0^a r^2 dm = \int_0^a r^2 2Mr dr/a \right)$$

The next step is to find the moment of inertia of the rod about its middle,

$$I_{rod} = \int_{-a}^a (Mdx/2a)x^2 = [Mx^3/6a]_{-a}^a = Ma^2/3$$

Finally, use the parallel axis theorem to find the moment of inertia of the buoy (cylinder + rod) about its metacentre M ,

$$I_M = Ma^2/2 + [Ma^2/3 + M(2a)^2] = 29Ma^2/6$$

When the buoy swings by an angle θ about equilibrium the restoring torque is $2Mga \sin \theta \approx 2Mga \theta$ for small angles, which represents simple harmonic motion (like a simple pendulum). Therefore the Newtonian equation of motion is

$$I_M \ddot{\theta} \approx -2Mga \theta \quad \text{or} \quad \ddot{\theta} + \frac{12g}{29a} \theta = 0$$

The solution is a sinusoidal function, $\theta \propto \sin(\omega_0 t)$, with angular frequency $\omega_0 = \sqrt{12g/29a}$

(d)

Accelerometer measurements give $T_\theta/T_z \approx 1.5$ or

$(\omega_\theta/\omega_z)^2 \approx 9/4 \approx 2.25$. Hence

$$2.25 = \frac{3g \sin \alpha}{2a(\alpha - \cos \alpha \sin \alpha)} \cdot \frac{12g}{29a}$$

producing the (transcendental) equation

$$\alpha - \cos \alpha \sin \alpha \approx 1.61 \sin \alpha$$

Since 1.61 is not far from 1.57 we have proved that a physically acceptable solution is $\alpha \approx \pi/2$, which has been shown. Setting $\alpha = \pi/2$ hereafter, to simplify the algebra, $\omega_z^2 = 3g/\pi a$ and $4d/\rho = 1$ to a good approximation. Since the vertical period is 1 sec,

$$1 = (2\pi/\omega_z)^2 = 4\pi^3 a/3g, \text{ giving a radius}$$

$$a = 9.8/1.33\pi^2 = 0.237 \text{ m.}$$

We can now work out the mass of the buoy,

$$2M = 2\pi a^2 l d = 2\pi a^2 \cdot a \cdot \rho/4 = \pi a^3 \rho/2 = \pi \cdot 500 \cdot (.237)^3 \approx 20.9 \text{ kg.}$$

Experiment 2

Streuung und Beugung von Laserlicht

Dieses Experiment hat die Demonstration bzw. Messung der Reflexion, Beugung und Streuung des von einer Laser-Diode emittierten (sichtbaren) Lichtes zum Ziel. Ein Metall-Lineal wird als Beugungsgitter verwendet. Ein Plexiglasgefäß, das mit Wasser und etwas Milch

gefüllt ist, wird zur Bestimmung der Reflexions- und Streuungsphänomene verwendet.

Teil 1 (8 Punkte)

Das vertikal montierte, 150 mm lange Metall-Lineal soll von dem horizontalen Laserstrahl so getroffen werden, daß mehrere Markierungslinien beleuchtet werden. Es soll mit dem polierten Teil des Metall-Lineals gearbeitet werden. Auf dem weißen Papierschirm sind dann mehrere, durch die Beugung erzeugte Lichtpunkte zu sehen.

Die Lage dieser Punkte und ihr Abstand voneinander sollen auf einem etwa 1,5 m entfernten Schirm gemessen werden. Es ist eine Skizze des experimentellen Aufbaues anzufertigen, aus der die Geometrie der Anordnung hervorgeht.

Mit Hilfe der Beziehung: $N \cdot \lambda = \pm h \cdot \sin \beta$

NOrdnung der Beugung
 λWellenlänge des Lichtes
 hGitterkonstante
 βBeugungswinkel

und den Meßergebnissen soll die Wellenlänge des Laserlichtes bestimmt werden. Die Genauigkeit des Wertes ist abzuschätzen.

Teil 2 (2 Punkte)

Stelle das leere Plexiglasgefäß zwischen den Laser und den weißen Papierschirm. Das Gefäß soll möglichst senkrecht zum Laserstrahl stehen.

(I)

Beobachte die Abnahme der Intensität des Strahles und schätze den Prozentsatz dieser Abnahme ab. Berücksichtige dabei, daß das menschliche Auge eine logarithmische Empfindlichkeit hat. Mehrere kalibrierte (geeichte) Transmissionsfilter sind vorhanden, um dir hierbei zu helfen. Die Abnahme der Intensität wird in erster Linie durch die Reflexionsverluste an der Luft/Plexiglasoberfläche, von denen es in diesem Falle vier gibt, verursacht. Der Reflexionskoeffizient R für senkrechten Einfall auf eine Oberfläche ist das Verhältnis zwischen der reflektierten und der einfallenden Intensität und ist gegeben durch

$$R = \left(\frac{n_1 - n_2}{n_1 + n_2} \right)^2$$

Hierbei sind n_1 und n_2 die Brechzahlen vor und hinter der Oberfläche. Der entsprechende Transmissionskoeffizient (unter Vernachlässigung der Absorption im Plexiglas) ist gegeben durch:

$$T = 1 - R$$

(II)

Bestimme den Intensitätstransmissionskoeffizienten des leeren Plexiglasgefäßes experimentell. Die Brechzahl von Plexiglas ist 1,59. Effekte auf Grund von Vielfachreflexionen und Kohärenz sind zu vernachlässigen. Vergleiche dieses Ergebnis mit der in (I) durchgeführten Abschätzung!

Teil 3 (1 Punkt)

Fülle 50 ml Wasser in das Plexiglasgefäß, ohne es zu bewegen und wiederhole dann die Berechnungen und Beobachtungen aus Teil 2.

Die Brechzahl von Wasser ist 1,33.

Teil 4 (9 Punkte)

(I) Zu den 50 ml Wasser im Gefäß sollen 0,5 ml (= 12 Tropfen) Milch als Streumaterial hinzugegeben werden. Gut umrühren!

Miß so genau wie möglich den Gesamtwinkel unter dem das Laserlicht gestreut wird und den Durchmesser des Lichtfleckes an der Austrittsoberfläche des Gefäßes. (Beide Größen hängen natürlich voneinander ab!)

Bestimme außerdem (wie in den vorangegangenen Aufgabenteilen) die Abnahme der Intensitätstransmission!

(II) Füge nochmals 0,5 ml Milch hinzu und wiederhole die Messungen von (I).

(III) Verfahre wie in (II) solange, bis hinter dem Gefäß fast kein Licht mehr beobachtet werden kann.

(IV) Bestimme die Beziehung zwischen dem Streuwinkel und der Milchkonzentration.

(V) Verwende Deine Ergebnisse und die Beziehung

$I = I_0 \cdot e^{-\mu z} = T_{\text{Milch}} \cdot I_0$ zur Abschätzung des Wertes von μ bei einer Milchkonzentration von 10%.

I_0 Eingangsintensität

I Austrittsintensität

z Abstand der Gefäßwände

μ Absorptionskoeffizient (Produkt aus Konzentration und einer Konstanten)

T_{Milch} Transmissionskoeffizient von Milch

Geräte

Du mußt nicht alle Geräte verwenden!

Laserdiode, Metall-Lineal als Reflexionsgitter, Plexiglasgefäß für Wasser bzw. Wasser-Milch-Gemisch, Bandmaß, weißer Papier- schirm, Zerstreuungslinse, Sammellinse, Winkelmesser, Transmissi- onsfiler, Becher und Tropfpipette, Rührer, Linear-linear und log- arithmisch-lineares Papier

Detailed Model Answer and Marking Sceme to Experiment 2

Section 1

- (i) A typical geometrical layout is as shown below.
- Maximum distance from ruler to screen is advised to increase the spread of the diffraction pattern.
 - Note that the grating (ruler) lines are horizontal, so that dif- fraction is in the verical direction.

- (ii) Vis a vis the diffraction phenomenon $\alpha = 0$, $\beta = (y/1400)$ β measured using either a protractor (not recommended) or by measuring the value of y for a given order N .

If the separation between 20 orders is measured, then $N = \pm 10$ ($N = 0$ is central zero order).

The values of y should be tabulated for $N = 10$. If students choose other orders, this is O.K. also.

N	± 10	± 10	± 10	± 10	± 10	± 10	± 10	± 10	± 10	± 10
2ymm	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
yymm	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...

Mean value = (19.25 ± 1.25) mm

i.e Mean "spot" distance = 19.25 mm for order $N = 10$.

From the observation of the ruler itself, $h = 0.5 \text{ mm} \pm 0.02 \text{ mm}$.

Thus in the relation $N\lambda = h (\sin \alpha - \sin \beta)$

$N = 10$, $h = 0.5 \text{ mm}$, $\alpha = \sin \alpha = 0$, $\sin \beta = y/1400 = 0.01375$

Since β is small $\frac{\delta \lambda}{\lambda} = \frac{\delta h}{h} + \frac{\delta y}{y} = 10\%$

$10\lambda = 0.006875 \text{ mm}$; $\lambda = 0.0006875 \text{ mm}$

i.e measured $\lambda = 690 \pm 70 \text{ nm}$

(The correct value is 680 nm.)

Departure from accepted value = 1.5%.

If the students are within 10% of the correct value, no marks should be deducted. If within 20%, deduct 1 mark. If within 30%, deduct 2 marks. [8 marks]

Section 2

(i) Using the $T = 50 \%$ transmission disk, students should not that the transmission through the tank is great than this value, using a linear approximation. 75% transmission could well be estimated. Using the hint about the eye's logarithmic response, the transmission through the tank could be estimated as high as 85%.

Any figure for transmission between 75% and 85% is acceptable.

(ii) Calculation of the transmission through the tank, using

$$T = 1 - R = \left(\frac{n_1 - n_2}{n_1 + n_2} \right)^2$$

for each of the four surfaces of the tank, and assuming $n = 1.59$ for the perspex, results in a total transmission. $T_{\text{total}} = 80.80\%$ [2 marks]

Section 3

(iii) With water in the tank, surfaces 2 and 3 become perspex/water interfaces instead of perspex/ais interfaces as in (ii). The resultant va- lues is $T_{\text{total}} = 88.5\%$ [1 mark]

Section 4

Possible configuration for sections 2, 3, 4

With pure water in the tank only, we see from Section 3 that the trans- mission T is $T_{\text{Water}} = 88\%$.

The aim here is to determine the beam divergence (scatter) and trans- mission as a function of milk concentration.

The following is an example of the calculation expected:

With 0.5 ml milk added to the 50 ml water, we find

Scatter Concentration = $(0.5/50) = 1\% = 0.01$

$2x' = 2.2 \text{ mm}$ $2\theta' = 2x'/30 = 0.073$

$T_{\text{milk}} = 0.7/0.88 = 0.79$

(iii) Note tat $T_{\text{milk}} = T_{\text{total}}/T_{\text{water}}$ and $T_{\text{water}} = 0.88 - (1)$.

If students miss the relationship (1), deduct 1 mark.

One thus obtains the following table of results. $2\theta'$ can be determined as shown above, or by looking down onto the tank and using protractor to measure the value of $2\theta'$. It is important to note that even in the presence of scattering, there is still a direct beam being transmitted. It is much stronger that the scattered radiation intensity, and some skill will be required in measuring the scattering angle $2\theta'$ using either method.

(iv) From the graphed results, one obtains an approximately linear leationship between milk concentration C , and scattering angle $2\theta'$ ($= \phi$): $\phi = 6 C$, where C is the percentage concentration, ϕ is total scatter- ing angle ($= 2\theta'$)

(v) Assuming the given relation $I = I_0 e^{-\mu z} = T_{\text{milk}} \cdot I_0$ where z is the dis- tance into tank containig milk/water. We have $T_{\text{milk}} = e^{-\mu z}$. Thus $\ln T_{\text{milk}} = -\mu z$, and $\mu = \text{constant} \cdot C$.

An approximately linear relationship can be obtained between $\ln T_{\text{milk}}$ and C , the concentration viz.

$\ln T_{\text{milk}} = -0.4 C = -\mu z$

Thus we can write $T_{\text{milk}} = e^{-0.4 C} = e^{-\mu z}$

For the tank used, $z = 25 \text{ mm}$ and thus $0.4 C = 25\mu$ or $\mu = 0.016 C$

By extrapolation of the graph of $\ln T_{\text{milk}}$ versus concentration C , one finds that for a scatter concentration of 10% $\mu = 0.160 \text{ l/mm}$

[8 marks]

Von der Idee zum fertigen Produkt

Meinhard Pontilli

13 Schüler der Klassen 1 – 4 der HS St. Peter haben die Firma MCS (Modulare Computerperipherie und Software) gegründet und gemeinsam mit ihrem Lehrer Meinhard Pontilli ein technisches Produkt entwickelt. Die Fächer Informatik, Physik, Werkerziehung wurden dadurch verknüpft.

Neben der Vorbereitung auf weiterführende berufs- oder allgemeinbildende höhere Schulen ist an der HS St. Peter auch eine Beschäftigung mit der Arbeits- und Berufswelt wesentlicher Teil der Ausbildung. Die Allgemeinbildung in den Gegenständen wird so um den Aspekt der Verwertbarkeit des Wissens erweitert. Dieser Anspruch muß auch durch Unterrichtsformen wie Exkursionen, Projekte und selbsttätiges Lernen verwirklicht werden. Für die Hauptschule als wesentlichem Grundpfeiler des österreichischen dualen Bildungssystems ist es eine wichtige Erfahrung, daß das Bildungsziel der Vorbereitung auf die Arbeitswelt auch tatsächlich verwirklicht werden kann.

Selbständiges Tun, das Produzieren eines auch industriell verwertbaren Produktes und schließlich die praktische Erfahrung im Umgang mit Grundlagen der Programmierung einer einfachen Schaltung sind wesentliche Änderungen im Lernumfeld der Schüler. Die Zusammenführung der Informatik mit anderen Gegenständen ergab eine praxisbezogene Arbeit, in der die Vielschichtigkeit in der industriellen Fertigung exemplarisch gezeigt werden konnte.

Kindern zwischen 10 und 14 Jahren konnte die Produktion eines Produktes und die Vermarktung eindringlich durch selbsttätige Arbeit gezeigt werden. Dabei stand der technische Produktionsprozeß in vielen verschiedenen Facetten genauso im Vordergrund wie die wirtschaftlichen Vorgänge. Die Begeisterung im Mittun, wenn Schule einmal anders erlebt werden kann, ist ein wichtiger Erfolg für die Zukunft der Schule.

Erst das Kennenlernen der beiden Teile Produktion und Vertrieb vermittelte einen umfassenden Bezug zu realen wirtschaftlichen Vorgängen. Die Beschäftigung mit den Voraussetzungen für eine Firmengründung wie Namengebung, Erwerb der Gewerbeberechtigung und die Definition des Firmenprofils waren Bestandteil des Projektes. Damit wurde über das Produkt hinaus auch das Umfeld einer Produktion beleuchtet.

Die Zusammenarbeit der Schüler in unterschiedlichen Produktionsgruppen, in der jeder seinen Platz finden mußte, um das Optimum für die Gemeinschaft zu leisten, stellt eine besondere Erfahrung von Lehrern und Schülern dar. Erst der Einsatz jedes Einzelnen bei seiner wichtigen Aufgabe ermöglichte den Erfolg des gesamten Projektes. (Einsicht in die Sinnhaftigkeit von Arbeitsteilung)

Der Umgang mit Werkzeug und unterschiedlichen Arbeitsabläufen soll allen beteiligten Schülern einen Einblick in die Vielgestaltigkeit des Arbeitsprozesses geben. Die Organisation der Werkzeuge und der wesentlichen Materialien für die Produktion, die Computer für die Programmierung und die Bereitstellung der Arbeitsunterlagen sind technische Grund-

voraussetzungen des Projektes, notwendig sind Ätzstraßen, Bohreinrichtungen und die Werkstraße für die Endfertigung. Auf die Prüfung des fertigen Produktes legen wir großen Wert

Die einzelnen Teile des Projektes – Planung des Produktes und der Firma, Produktion, Programmierung und Vertrieb erforderten eine gute Koordination. Die reinen Materialkosten für das Modul "Laufschrift" beliefen sich auf ca. 1600 öS. Daneben waren noch Ausgaben für die Produktionsmittel zu bestreiten. Die Organisation der Produktionsstätten und des Materials sowie der einzelnen Produktionsabläufe mußten lange geplant und gut vorbereitet werden. Auch war die Dokumentation der Ergebnisse ein wesentlicher, organisatorischer Teil der Arbeit.

Auf Initiative von Meinhard Pontilli begannen 13 Kinder in insgesamt 85 Unterrichtseinheiten mit großem Eifer und Einsatz in der Firma zu arbeiten. Über die eigentlichen Projektzeiten hinaus, die auf Schularbeits- und Prüfungstage abgestimmt waren, wollten die Schüler noch viele freiwillige Überstunden machen. Das Schulhaus wurde kurzerhand zur Produktionsfirma umgewandelt. Der Informatikraum wurde zum Planungsbüro, der PC-Saal zur Belichtungs- und Ätzstraße, der Werkraum zur Bohrstation. Die Schüler erlernten von der "Pike" auf bei der Herstellung eines Prototyps alle Arbeitsschritte und wählten sich dann zur Qualitätssteigerung jenen, der ihnen am meisten lag. Einen Einblick in die Arbeits- und Berufswelt zu vermitteln, war das Hauptanliegen bei der Planung dieses Projektes. Die Schüler erlebten den Werdegang eines technischen Produktes in einer "Firma" von der Firmengründung, über Marktanalyse, Planung des Produktes, Nullserie, Serienfertigung, Dokumentation bis zum Vertrieb. Die "Laufschrift" – eine Box, mit der eine laufende Schrift programmiert werden kann – ist ein Produkt, das von der Idee bis zur Serienreife und Programmierung in der Schule hergestellt wurde.

Werken

Belichten, Entwickeln und Ätzen der Platinen, Bohren, Bestücken mit elektronischen Bauelementen und Löten sind praktische Erfahrungen. Die Schüler lernten dadurch Gebrauch und sicheren Umgang mit Werkzeugen.

Wirtschaftskunde

Erstellen und Verschicken einer Werbeaussendung, Prospektgestaltung, Preispolitik, Abwickeln von Bestellungen gab den Schülern einen Einblick in die wirtschaftlichen Abläufe einer Firma.

Physik und Informatik

Die elektronischen Grundlagen wurden mit einem Digitalbakasten erarbeitet. Die Schaltung wurde von Kindern aufgebaut, getestet, verbessert und umgesetzt.

Erst die Steuerung der Platinen durch den Computer ergibt die praktische Verwertbarkeit des Produktes im Alltag. Fast selbstverständlich wurde so der Sinn des Computers als ein Programmierwerkzeug anschaulich gemacht.

Planung des Projektes

Marktanalyse – Bedarfserhebung – Kapitalbeschaffung	
3 UE	Einführung – Firmengründung Exkursion zur Firma XY - Voraussetzungen zu einer Firmengründung - Organisation einer Firma - Management
5 UE	Gründung und Organisation der eigenen Firma Gespräche in der Klasse, Vorschläge der Schüler, Durchspielen der Situationen - Organisation der Firma - Name der Firma - Entwurf eines Firmenlogos mit dem PC
	Marktanalyse – Bedarfserhebung Damit die Firma eine Zukunft hat, soll eine Bedarfserhebung für die zur Herstellung in Frage kommenden Produkte durchgeführt werden. - Liste der Produkte, von Schülern – Diskussion - Abstimmung über den Favoriten (<i>Laufschrift</i>) - Vorteile – Nachteile - Arbeitsaufwand – Durchführbarkeit - Materialbesorgung – Finanzielles
	Entwurf einer Werbeaussendung • Erschließen des Textes (aussagekräftig – reißerisch) • Gestalten der Seite (Layout) • Vervielfältigung und Versand
4 UE	Kapitalbeschaffung (fällt weg, da 30.000.- von BMfUK) • Vorsprache bei einer Bank • Kreditaufnahme
Planung des Gerätes	
	Digitaltechnik - Kennenlernen des Digitalbaukastens - Wichtige digitale IC's - Schieberegister – Bustreiber – Anzeigen - Aufbau der Laufschrift mit Digitalbaukasten - Erprobung der Schaltung in Detailfunktionen
	Die Schnittstellen des PC - Die serielle Schnittstelle - Die parallele Schnittstelle

8 UE	- Programmierung der parallelen Schnittstelle - Lauflicht – Programmierung - Lichterketten – Programmierung Anfertigen von Skizzen und Entwürfen - Schaltplan des Gerätes - Gehäuse des Gerätes - Modellanfertigungen Reinzeichnen - Kennenlernen des Programmes ULTIBOARD - Schaltplan mit Ultiboard, Routen mit Ultiboard
Herstellung der Nullserie	
10 UE	Herstellen der Platine - Anfertigen der Folie - Die photobeschichtete Platine - Das UV-Belichtungsgerät: Studium des Geräts: Aufbau, Verarbeitung, Manual, Bedienung, Ermitteln der Belichtungszeit mittels Probestreifen - Belichten der Platine - Entwickeln der Platine: NAOH-Lösung, Gefahren, richtiger Umgang - Ätzen der Platine: EisenIIIchlorid, Das Ätzgerät: Studium des Geräts: Aufbau, Verarbeitung, Manual, Bedienung, Gefahren, richtiger Umgang - Bohren + Bestücken + Löten - Zusammenbau und Anschluß an den PC - Test Spezialisierung der Firma Es erfolgt eine Spezialisierung der einzelnen Schüler auf bestimmte Arbeiten. Dieser Teil ist sehr wichtig, dadurch sollen die Arbeiten optimiert werden. Jeder Schüler ist für seine Arbeit voll verantwortlich und kann selbst Optimierungen vornehmen. Bis hierher haben die Schüler alle Arbeitsschritte mitverfolgt und wählen nun nach ihren Stärken die Station aus, an der sie in der Serienfertigung arbeiten möchten. Diskussion – Verbesserungsvorschläge Eventuelle Probleme bei der Fertigung werden diskutiert und Verbesserungen durchgeführt. Die Mitsprache des Einzelnen ist sehr gefragt.
Serienfertigung	
Die optimierte Serienfertigung erfolgt in einzelnen Teilschritten (Arbeitsstationen mit max. 2 Schülern).	

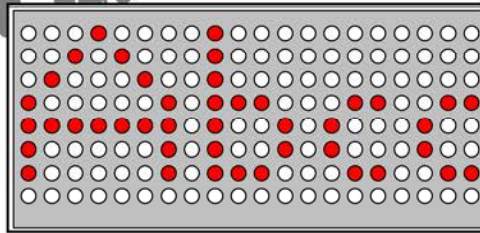
32 UE	Herstellen der Platine - Anfertigen der Folie (falls Veränderungen!) - Belichten, Entwickeln, Ätzen der Platine - Bohren + Bestücken + Löten - Zusammenbau und Anschluß an den PC
Erstellung der Dokumentation	
10 UE	Dieser Teil erfolgt teilweise zeitgleich mit der Serienfertigung. Hier ist wichtig, daß die Informationen bezüglich der Hardware mit einbezogen werden. Textverarbeitung - Erfassen des Textes - Erstellen der Grafiken - Layout – Text und Grafik - Gliederung – Index - Ausdrucken des Manuals – Vervielfältigung - Binden des Manuals
Programmierung	
12 UE	BASIC - Basicbefehle für die Programmierung - Programmieren der Laufschrift - Test der Programme - Kopieren der Disketten – Seriennummer
Testphase – Versand	
2 UE	Testen der Geräte - Anschluß der Geräte an den PC, Test der Geräte - Ausstellen der Garantieurkunden - Rechnungserstellung - Versand
Kalkulation	
- Berechnung und Zusammenfassung des Arbeitsaufwandes "Entlohnung" der Mitarbeiter - Kalkulation des Preises	

Modulare Laufschriften



Modulare
Computerperipherie
Software

Brucknerstraße 53-55
8010 G R A Z
Telefon 0316/47-23-16



Laufschriften für den Unterricht viel zu schwer?

Ab nun nicht mehr!

Sie können ab sofort jeden beliebigen Text (Grafik) über die 8 x 24 Matrix laufen lassen:

von links nach rechts
von oben nach unten
von unten nach oben
von rechts nach links

Sie benötigen dazu nur 5 BASIC-Befehle.

Sichern Sie sich Ihre Laufschrift! Sie haben nur einmal die Chance!

Hergestellt wird die Laufschrift von der Firma MCS (Schüler der 3. und 4. Klassen) im Unterricht der HS-St.Peter. Eine Nachbestellung ist daher unmöglich. Nützen Sie die Gelegenheit und erwerben Sie Ihr(e) Modul(e) zum Selbstkostenpreis.

Das Modul "LAUFSCHRIFT" besteht aus:

- der Box Laufschrift mit Computeranschluß
- einer genauen Beschreibung (mit Kopiervorlagen)
- Diskette mit Beispielen und Anregungen
- Garantieschein (2 Jahre)
- Bei schneller Entscheidung Gratiseinführung an Ihrer Schule

Technische Daten

MCS-Laufschrift: Ist ein Modul, das Sie mit der Druckerschnittstelle Ihres PCs verbinden können. Danach können Sie mit dem Programmieren in GW-Basic (auch jede andere Hochsprache) beginnen. Jede Leuchtdiode einzeln ansteuerbar (aus und ein). Sie können auch mehrere Laufschriften miteinander kombinieren zu einer großen Laufschrift.

Größe: 22x13x8 cm

Gewicht: ca. 700 g

Aufbau: 8 Platinen, 48 IC's, 192 LED

Anschlüsse: Verbindung zum Parallelport des PC mit 1 m Kabel: Centronics 36 oder Sub-D-25 Stecker. Netzteilstecker (3,5mm Klinke)

Zubehör: Diskette mit Beispielen, Ausführliche Beschreibung (User Manual)

Garantie: Auf Fehler unsererseits und Bauteilefehler 2 Jahre!



Das Team der Hauptschule Graz-Brucknerstraße

Gleichgewicht und Stabilität

Martin Apolin

Arbeitsblätter zum Thema Gleichgewicht und Stabilität

Aufgabe 1: Abb. 1 zeigt einen Block und einen Eimer, die mit einem Seil über eine Rolle verbunden sind. Sie befinden sich in Ruhe. Welcher der Gegenstände ist schwerer, der Eimer oder der Block?

Aufgabe 2: Stell Dich so an die Wand, daß die Außenseite Deines rechten Fußes und die rechte Schulter die Wand berühren. Versuche nun, das linke Bein zu heben. Was passiert? Wieso passiert es?

Aufgabe 3: Stelle Dich mit dem Rücken an die Wand, so daß beide Fersen, Gesäß und Schultern die Wand berühren und laß Dir etwa 50 cm vor Deine Füße einen Gegenstand legen. Versuch nun, diesen Gegenstand aufzuheben, indem Du Dich vorbeugst, ohne daß Fersen und Gesäß den Kontakt zur Wand verlieren. Was passiert? Wieso passiert es?

Aufgabe 4: Wie weit kann man einen beliebigen Gegenstand über die Tischkante schieben, ohne daß er hinunterfällt? Formuliere die Antwort genau und verwende dabei den Begriff Körperschwerpunkt.

Aufgabe 5: Wie weit kann man einen beliebigen Gegenstand kippen (etwa auf einer schiefen Ebene), ohne daß er umfällt?

Aufgabe 6: Suche Dir zwei Partner und versucht, Euch wie Sumo-Ringer gegenseitig wegzudrücken. Durch welche Maßnahmen kannst Du Deine Stabilität vergrößern? Wie verändert sich die Stabilität, wenn Du einen Mitschüler trägst?

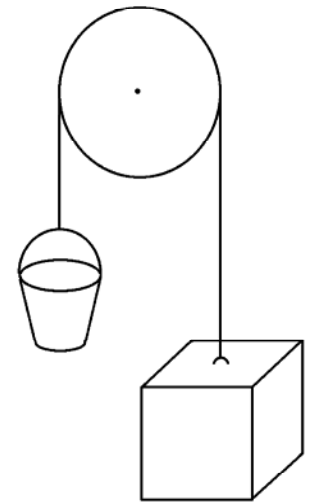


Abb. 1: Was ist schwerer: der Block oder der Eimer?

Die Frage in Aufgabe 1 wurde 400 australischen Studenten gestellt, und etwa 30% antworteten, daß der Block schwerer sei. Diejenigen, die meinten, daß der Block schwerer sei, haben sich durch dessen tiefere Lage täuschen lassen und dabei die Bedeutung des Begriffs "Gleichgewicht" außer acht gelassen. Da sich beide Gegenstände in Ruhe befinden, müssen sie auch im Gleichgewicht und demnach gleich schwer sein. Wäre dies nicht der Fall, würde sich die größere Masse nach unten bewegen. Der große Prozentsatz an falschen Antworten zeigt, daß der Begriff des Gleichgewichts kein selbstverständliches Wissen darstellt.

Gleichgewicht

Richtiges Balancieren – in Ruhe oder in Bewegung – ist für fast alle Sportbewegungen ein entscheidender Faktor. Alle Körperhaltungen und Körperbewegungen beinhalten Gleichgewichtsaspekte, sei es das Gehen oder Laufen, das Werfen, Hinsetzen oder Aufstehen. Es ist für die Analyse solcher Körperlagen wichtig, den Gleichgewichtszustand zu definieren und seinen Stabilitätsgrad zu kennen.

In der Mechanik kann man drei verschiedene Gleichgewichtsarten unterscheiden, das *stabile*, das *labile* und das *indifferente* Gleichgewicht.

Das stabile Gleichgewicht ist dadurch gekennzeichnet, daß bei geringer Abweichung des Körpers aus der Gleichgewichtslage

eine Rückkehr in die Ausgangslage erfolgt (Abb. 5 oben und Abb. 6a). Das stabile Gleichgewicht ist daher leicht zu halten bzw. es stellt sich von selbst ein.

Im labilen Gleichgewicht ruft eine geringe Abweichung eine noch größere Auslenkung hervor, so daß der Körper nicht mehr von selbst in die Ausgangslage gelangt (Abb. 5 Mitte und Abb. 6b). Das labile Gleichgewicht ist schwer zu halten, weil man ständig korrigieren muß, sobald das Lot des KSP außerhalb der Auflagefläche ist. Je kleiner die Standfläche (z.B. Seiltanzen, Einradfahren, auf den Zehenspitzen stehen,...), desto schwieriger ist das Gleichgewicht zu halten. Alle Maßnahmen, die die Standfläche vergrößern, vergrößern auch die Stabilität.

Beim indifferenten Gleichgewicht wird bei beliebigen Abweichungen das Gleichgewicht in jedem Fall beibehalten (Abb. 5 unten und Abb. 6c).

Man nennt die Fläche, die von den Berührungspunkten zwischen einem Körper und dem Boden begrenzt wird, Stützfläche. Befindet sich die senkrechte Projektion des Körperschwerpunktes (KSP) innerhalb dieser Stützfläche, so ist dieser Körper im stabilen Gleichgewicht (Abb. 7/8), und bei kleinen Auslenkungen kehrt der Körper in die Ausgangslage zurück. Wird der Körper so weit gekippt, daß das Lot des KSP nicht mehr durch die Stützfläche geht, so kippt der Körper um.

Die oben erklärten Gleichgewichtsaspekte gelten für starre Körper und sind daher nicht ohne weiteres auf den Menschen übertragbar. Der menschliche Körper ist ein mehrgliedriges System, das die Fähigkeit besitzt, einer Störung des Gleichge-

Der Punkt eines Körpers, an dem die Schwerkraft angreift, heißt Körperschwerpunkt (KSP). Dieser Schwerpunkt eines Körpers verhält sich so, als ob die gesamte Masse in ihm vereinigt wäre. Bei einem Weitsprung oder Turmsprung z.B. beschreibt der KSP genau die Bahn einer Wurfparabel, egal, welche Arm- und Beinbewegungen man ausführt.



(aus DYSON 1977, S.23)

Bei einem geometrischen Körper ist der KSP sehr leicht durch Schnitt der Schwerlinien zu finden.

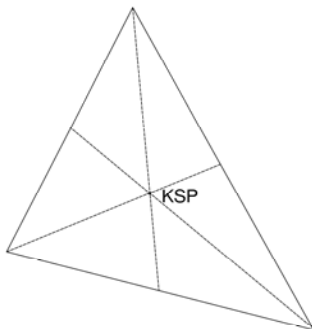
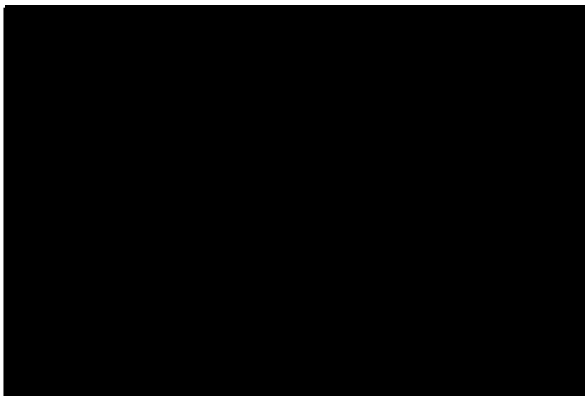


Abb. 3: Schwerpunkt eines Dreiecks durch Schneiden der Schwerlinien.

Beim menschlichen Körper ist der Schwerpunkt sehr schwer zu bestimmen und nur durch den Einsatz von komplizierten Computerprogrammen möglich. Außerdem verändert sich die Lage des KSP bei jeder Bewegung.



(aus WIELING 1988, S.86)

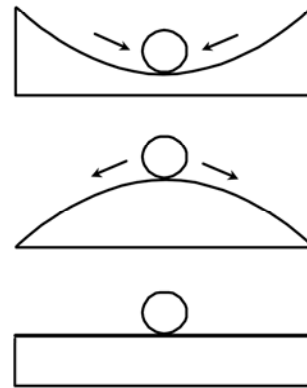


Abb. 5: oben: stabiles Gleichgewicht
Mittel: labiles Gleichgewicht
unten: indifferentes Gleichgewicht

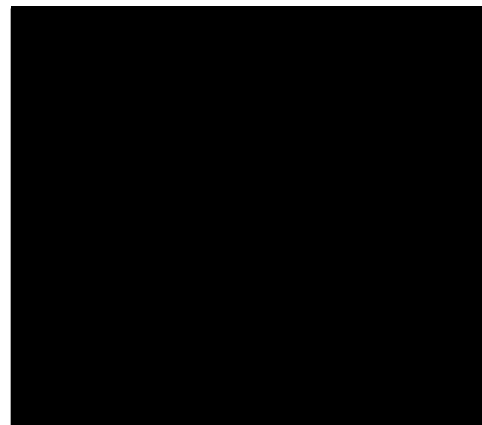


Abb. 6: Beispiele für Gleichgewichtsarten aus dem Sport
(aus BÄUMLER/SCHNEIDER 1981, S.83)

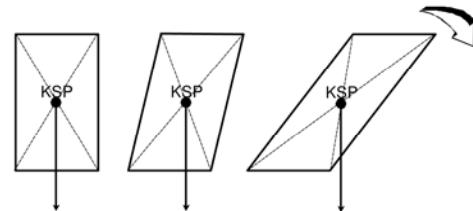


Abb. 7: Solange das Lot eines Körpers durch die Unterstützungsfläche geht, kippt er nicht um.

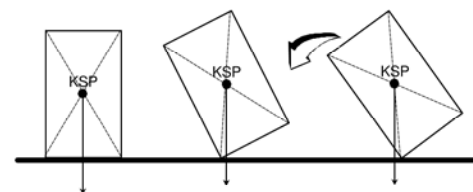


Abb. 8: wie Abb. 7, nur wurde der Gegenstand gekippt

wichts aktiv entgegenzuwirken, um die Lage zu behalten oder sie wiederherzustellen. Trotzdem können die Gesetzmäßigkeiten beim starren Körper auch für den menschlichen Körper von Interesse sein.

Aufgabe 7: Was bezeichnet man als KSP, und welche Eigenschaften besitzt dieser Punkt?

Aufgabe 8: Welche drei Arten des Gleichgewichts gibt es? Gib zu jeder Art ein oder mehrere Beispiele aus Alltag oder Sport an!

Stabilität

Bei Sportbewegungen sind oft Körperhaltungen erforderlich, in denen zwar der Gleichgewichtszustand aufrechterhalten wird, die sich aber hinsichtlich ihres Stabilitätsgrades unterscheiden. Ein Ringer in Verteidigungsstellung ist um hohe Stabilität bestrebt, ein Schwimmer am Start um geringe Stabilität bemüht, da er beim Start sein Gleichgewicht möglichst rasch aufheben möchte. Der Grad der Stabilität hängt von folgenden Faktoren ab (vgl. Aufgabe 6):

Größe der Stützfläche: Je größer die Stützfläche, desto größer die Stabilität (Abb. 9). Die Stützfläche bekommt man, wenn man eine imaginäre Gummischnur um alle Auflagepunkte spannt (siehe Abb. 11).

Eine Turnerin etwa, die auf den Zehenspitzen auf dem Schwebebalken steht, hat einen geringeren Stabilitätsgrad als beim Stand auf der ganzen Fußsohle (siehe Abb. 10). Ein Ausfallschritt bedeutet eine weitere Vergrößerung der Stabilität. Die Größe der Stützfläche kann auch durch technische Hilfsmittel, etwa einen Schistock, vergrößert werden.

Aus diesem Grund ist es einfacher, das Radfahren mit Stützrädern oder das Einradfahren mit nicht so stark aufgeblasenen Reifen zu erlernen, weil dann die Auflagefläche größer ist.

Höhe des KSP über der Stützfläche: Je größer die Höhe des KSP über der Stützfläche ist, desto geringer ist die Stabilität. Höhe und Stabilität sind daher indirekt proportional. Man kann somit die Stabilität umso mehr vergrößern, je tiefer man den KSP bringt, etwa indem man die Knie beugt oder sich zusammenkauert. Ein Judoka z.B. würde den Angriff des Gegners nie in aufrechter Haltung erwarten.

Horizontale Entfernung des KSP vom Rand der Stützfläche

(s_E): Je größer s_E , desto größer ist die Stabilität. Beugt sich eine Person nach vorne, z.B. ein Läufer beim Start, so wird der KSP in horizontaler Richtung verschoben. Die Entfernung vom Rand der Stützfläche, die in die gewünschte Bewegungsrichtung zeigt, wird verkürzt (Abb. 14). Das hat in diesem Fall eine erwünschte Verringerung der Stabilität zur Folge; der Sprinter will ja möglichst rasch diese Stellung verlassen und in den Beschleunigungslauf übergehen.

Beugt sich ein Basketballspieler nach hinten, um aus dem Lauf zu stoppen, so werden damit s_E und die Stabilität vergrößert.

Körpergewicht: Je größer das Körpergewicht, desto größer ist die Stabilität. Bei gleicher Haltung hat also die Person mit dem größeren Gewicht den höheren Stabilitätsgrad. Das gilt daher für alle Kampfsportarten, bei denen allerdings das Körpergewicht aufgrund der Gewichtsklasseneinteilung begrenzt ist. Von großer Bedeutung ist dieses Kriterium hingegen für das Sumo-Ringen, wo es keine Gewichtslimitierung gibt. Leichte Sumoringer scheinen also von vornherein nur wenig Chancen zu haben (manche Sumoringer haben fast 300 kg). Sumoringer sollten aus dem vorher genannten Grund auch nicht zu groß sein.

Aus den vier genannten Punkten lassen sich zwei für den Sport wichtige Kriterien ableiten: Um schnell in eine Richtung starten zu können (etwa beim Sprint oder beim Schwimmen), sollte sich u.a. der KSP möglichst hoch über der Stützfläche und möglichst nahe am Rand der Stützfläche in Bewegungsrichtung befinden. Beides verringert die Stabilität und erhöht dadurch die Möglichkeit des schnellen Reagierens (siehe Abb. 14). Um große Stabilität zu erreichen, sollte die Stützfläche groß und die Entfernung des KSP von der Stützfläche klein sein.

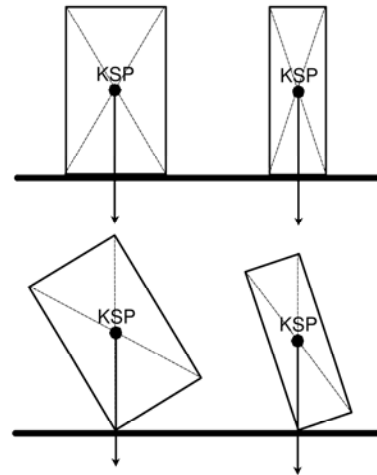


Abb. 9: Je größer die Stützfläche, desto weiter muß ich einen Gegenstand kippen, bevor er umfällt $\Rightarrow$ Vergrößerung der Stützfläche bedeutet Vergrößerung der Stabilität.

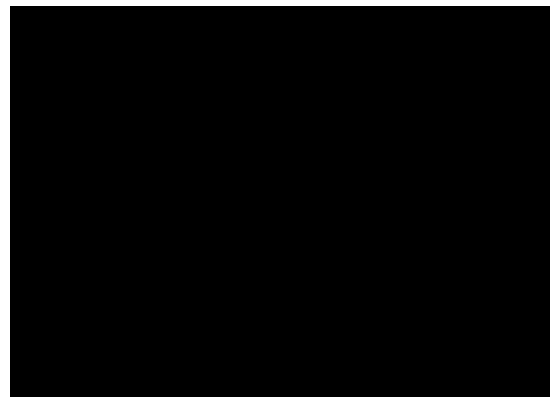


Abb. 11: Stützfläche bei enger und breiter Beinstellung

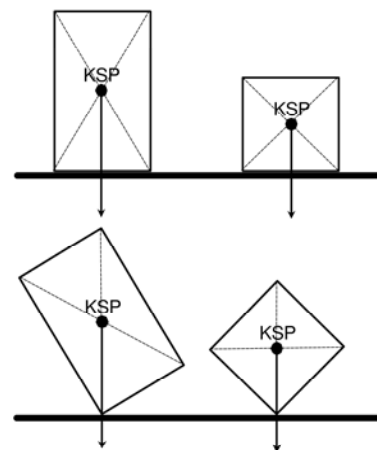


Abb. 12: Liegt bei einem Gegenstand der KSP tiefer, so muß er weiter gekippt werden, bevor er umfällt $\Rightarrow$ Absenken des KSP bedeutet Vergrößerung der Stabilität.

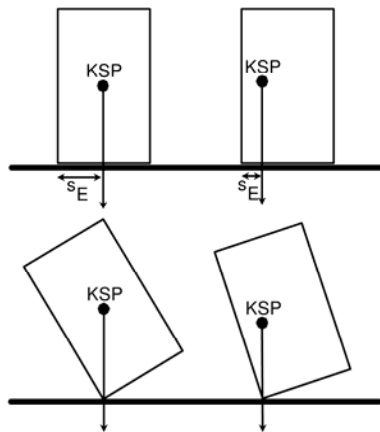


Abb. 13: Je geringer der horizontale Abstand des KSP-Lots zum Rand der Fläche, desto geringer die Stabilität $\Rightarrow$ Vergrößern von s_E bedeutet Vergrößerung der Stabilität.
(Anm.: Im Fall rechts muß die Massenverteilung im Inneren des Quaders ungleichmäßig sein).

Überprüfe nun die Richtigkeit der Antworten bei den Aufgaben 1-6.

Aufgabe 9: Abbildung 15 zeigt zwei Gabeln, die in einem Stück Kork stecken und auf einem Bleistift balancieren. In welchem Gleichgewicht befindet sich dieses System?

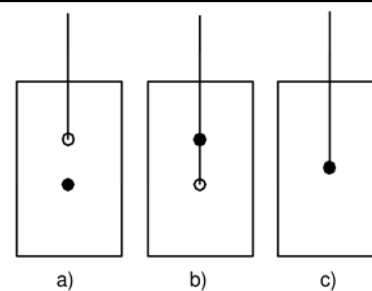
Aufgabe 10: Versuche, aus einem Sessel aufzustehen, ohne die Hände zu benutzen und ohne den Oberkörper nach vorne zu lehnen. Was passiert, warum passiert es?

Aufgabe 11: In Abbildung 16 sind drei Blöcke dargestellt, die an einer Schnur hängen. Überleg Dir anhand der Definitionen für stabiles, labiles und indifferentes Gleichgewicht, wie diese Gleichgewichtsarten den Fällen a) bis c) zuzuordnen sind.

Aufgabe 12: Welches Gleichgewicht kommt im Sport am häufigsten vor?

Aufgabe 13: Abbildung 17 zeigt die Auflagefläche zweier Schier und den Einstichpunkt eines Schistocks. Zeichne die Standfläche ein!

Aufgabe 14: Faß zusammen, auf welche Art und Weise man die Stabilität vergrößern kann, und gib jeweils ein Beispiel aus dem Sport dazu an.



● KSP
○ Aufhängepunkt

Abb. 16: zu Aufgabe 11

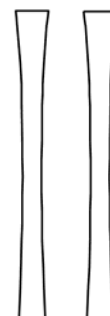


Abb. 17: zu Aufgabe 13

Literatur

BÄUMLER Günther, SCHNEIDER Klaus; *Sportmechanik*; blv 1981

DYSON Geoffry; *The Mechanics of Athletics*; Hodder and Stroughton; London 1978

MATHELITSCH Leopold; *Gleichgewicht – einige physikalische Betrachtungen*; in: Leibesübungen – Leibeserziehung 3/94

WILLIMCZIK Klaus; *Biomechanik der Sportarten*; Rowohlt 1989

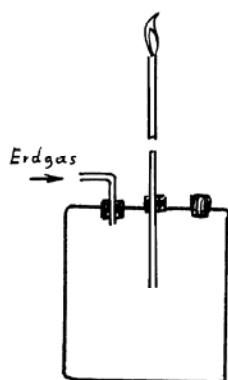
Freihandexperimente

Werner Rentzsch

Donnerflamme

Material: Woulfische Flasche, Glasrohr (1 m lang, Durchmesser 1 cm), zum Glasrohr passender einfach durchbohrter Korkstopfen, durchbohrter Korkstopfen mit passendem Winkelrohr, Korkstopfen, Gaszuleitungsschlauch, Reagenzglas, Brenner

Durchführung: In der mittleren Öffnung der Woulfischen Flasche fixiert man das lange Glasrohr mit dem durchbohrten Korkstopfen. Das Glasrohr soll ca. bis zur Hälfte in die Flasche ragen. Das Winkelrohr wird im durchbohrten Korkstopfen fixiert und mit dem Gasschlauch in eine der beiden äußeren Flaschenöffnungen gesteckt, die dritte Öffnung mit einem Korkstopfen verschlossen.



Nun dreht man den Gashahn auf und läßt etwas Gas durch die Flasche strömen. Bevor das Gas am Ende des Glasrohres entzündet wird, sollte man die Knallgasprobe durchführen. Dazu stülpt man eine Proberöhre über das Glasrohr, verschließt mit dem Daumen und nähert die Reagenzglasöffnung der Brennerflamme. Bei negativem Ausgang der Knallgasprobe entzündet man das Gas.

Im weiteren geht man folgendermaßen vor:

3. Der Stopfen mit dem Gaszuleitungsrohr wird entfernt.
4. Der Gashahn wird abgedreht.
5. Der Stopfen wird gelockert.

Beobachtung: Zu Beginn brennt das Gas mit sehr großer Flamme, sie wird dann zusehends kleiner. Nach einigen Minuten färbt sich die immer kleiner werdende Flamme schließlich gelblich (der Glasrand wird heiß und Natrium färbt die Flamme). Zum Schluß "kriecht" die Flamme langsam in das Glasrohr. Ein singender Ton, der sich in der Tonhöhe verändert, ist zu vernehmen, und schließlich erfolgt eine kleine Explosion: der Korkstopfen wird aus der Flasche geschleudert.

Erklärung: Die in die Flasche nachströmende Luft bildet mit dem verbleibenden Erdgas ein explosives Gemisch.

Hinweise:

- Für diesen Versuch sollte der Raum so gut wie möglich verdunkelt werden.
- In der letzten Phase des Versuches sollte es ganz leise sein.

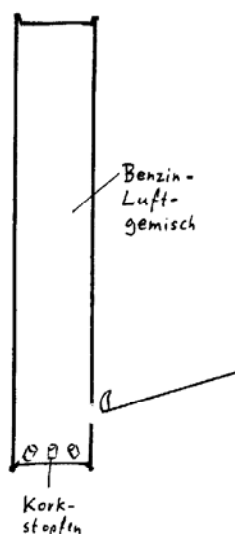
Das Explosionsrohr

Material: Pappendeckelrohr auf beiden Seiten verschließbar (ca. 1,2 m Länge, 12 cm Durchmesser), Hexan, Meßpipette, Peleusball, Flaschenkorken, Brenner oder Feuerzeug, Holzspan, Korkbohrer

Durchführung: Etwa 20 cm von einem der beiden Enden des Pappendeckelrohres wird mit dem Korkbohrer ein ca. 1 cm großes Loch gebohrt.

Drei mögliche Vorgangsweisen:

1. Man verschließt ein Rohrende mit dem Kunststoffverschluß und tropft ca. 2,5 ml Hexan in das Rohr. Auch das zweite Rohrende wird verschlossen. Man verschließt die Bohrung mit dem Finger und bewegt das Rohr einige Male hin und her. Nun stellt man das Rohr so auf den Tisch, daß die Seite mit der Bohrung unten ist. Das Gemisch wird mit einem brennenden Holzspan bei der Bohrung gezündet.
2. Eine der beiden Kunststoffkappen wird mit einem Klebeband am Rohr fixiert. Nach dem Beschicken mit Hexan und dem Durchmischen, stellt man das Rohr mit der nicht fixierten Seite auf den Tisch. Nun wird wie in 1) mit dem brennenden Holzspan gezündet.
3. Das Rohr wird wie in 2) vorbereitet. Diesmal liegt das Rohr am Tisch quer zum Publikum. Die Korkstopfen sollen vor dem Zünden an die "Mündung" gebracht werden. Mit dem brennenden Holzspan wird gezündet.



Beobachtung:

1. Die Verschlußkappe wird durch die Explosion an die Decke geschleudert.
2. Die gesamte Röhre wird ein Stück in die Höhe geschleudert.
3. Das Publikum sieht das Mündungsfeuer – die Korkstopfen und der Deckel werden nach vorne geschleudert.

Hinweise:

- Die zu verwendende Hexan- bzw. Benzinmenge hängt vom Rohrvolumen ab (Zündgrenzen: 1,4 – 7,0 Vol.%). Sollte bei der Zündöffnung nur eine kleine Stichflamme entstehen, hat man zuviel brennbare Flüssigkeit verwendet, und die Menge ist zu reduzieren.
- Soll nach dem ersten "Schuß" ein zweiter abgegeben werden, ist das Rohr gut zu entlüften.
- Vor dem Entzünden des Brenners bzw. des Gemisches ist die Hexanflasche zu entfernen.
- Beim waagrechten "Schuß" muß das Rohr wegen des Rückstoßes gut festgehalten werden.
- Für Variante 3) den Raum unbedingt verdunkeln.
- Als mögliche Abänderung kann bei Variante 3) noch etwas Bärlappulver zusätzlich in das Rohr gegeben werden. Das brennende Pulver erhöht den Effekt des Mündungsfeuers.
- Das Publikum sollte bei Variante 3) seitlich von der Schußrichtung sitzen – nicht direkt auf die Zuschauer zielen.

Freihandexperiment – Videoanalyse – Simulation

Slinky will nicht fallen

Helmuth Mayr und Helmut Kühnelt

Am 28.1.1947 erhielt Mr. James ein US-Patent auf ein bis heute populäres und faszinierendes Spielzeug: *Slinky*, die weiche Schraubenfeder, die Treppen und Rampen hinuntersteigt. Weniger bekannt ist die Fähigkeit der 50-jährigen, im freien Fall teilweise und kurzfristig der Schwerkraft zu trotzen.

Glauben Sie dies nicht?

Freihandexperiment

Fassen Sie mit einer Hand Ihre Slinky – um wenig Geld ist sie in guten Spielwarengeschäften erhältlich – am einen Ende und lassen sie senkrecht nach unten hängen. Knapp unter das frei hängende untere Ende halten Sie Ihre andere Hand. Lassen Sie Slinky nun in Ihre Hand fallen. Was beobachten Sie? Wenn Ihnen nichts merkwürdig vorkommt, wiederholen Sie das Experiment mehrmals, anschließend auch mit einem Stab.

Zur besseren Beobachtung lohnt es sich, Slinky an einem Faden – am besten bifilar – aufzuhängen und zunächst ihre verschieden starke Dehnung zu beachten. Eventuell könnte man das Dehnungsgesetz durch Nachmessen an der hängenden Feder und graphische Darstellung untersuchen (lassen) und anschließend die Schüler nach einer Erklärung suchen lassen. (Bei einer neuen Slinky werden im Hängen etwa die letzten fünf Windungen nicht gedehnt sein. Slinky hat eine Vorspannung, die sie im entspannten Zustand auf die kürzest mögliche Länge zusammenziehen möchte.)

Anschließend nehmen Sie ein Streichholz und brennen Sie (oder ein Helfer) den Aufhängefaden durch. Beobachten Sie genau Slinkys Fallbewegung. Wie vergleicht sich Ihre Beobachtung mit dem vorangegangenen "Handexperiment"? Schlägt nicht wenigstens ein Teil von Slinky der Schwerkraft ein Schnippchen?

Videoanalyse

Da der Vorgang trotz seiner offensichtlichen Verzögerung doch nur kurz (etwa $1/3$ s) dauert, hilft eine Videoaufnahme (bei guter Beleuchtung mit Kurzzeitbelichtung). Sie erhalten etwa 8 Bilder, die den Vorgang in gleichen Zeitabständen von $1/25$ Sekunden zeigen. Steht Ihnen zur Wiedergabe ein Videorekorder mit "Jog-shuttle"-Funktion (Einzelbildwiedergabe) zur Verfügung, können Sie am Videoschirm die Fallbewegung in Zeitlupe qualitativ und anschließend quantitativ studieren. Sie sehen nun viel deutlicher, was Sie zuvor gefühlt haben: Das untere Ende der Slinky bleibt relativ lange schweben, obwohl der Haltefaden durchgebrannt wurde. Was macht das obere Ende?

Die Betrachtung der Einzelbilder am Bildschirm bestätigt den Eindruck vom Freihandexperiment: Das obere Ende setzt sich

mit großer Beschleunigung in Bewegung und sammelt beim Fallen immer mehr Windungen der darunterhängenden restlichen Feder auf, wodurch ein immer größer werdender, ziemlich kompakt erscheinender "Block" ohne beobachtbare innere Schwingung dem unteren Ende entgegenfällt, das erst dann zu fallen beginnt, wenn es von dieser Kontraktion erreicht wird.

Zur *quantitativen* Auswertung der Videoaufnahme haben wir eine OH-Folie an den TV-Schirm anlegt und markante Punkte der Einzelbilder in eine "Stroboskop-Aufnahme" übertragen. (Die Genauigkeit dieser Methode ist wegen der Dicke des Frontglases der TV-Röhre gering.) Für das Fortschreiten der Front fanden wir nach jeweils $1/25$ s, wobei das erste Bild wegen der unsicheren Startzeit unberücksichtigt blieb, folgende Geschwindigkeiten in ms^{-1} : 5,0; 5,0; 4,9; 4,6; 4,4; 4,3; 3,6.

Die bereits nach etwa $1/25$ s erreichte Geschwindigkeit von 5 ms^{-1} entspricht einer Beschleunigung von über $12g$. Interessanterweise bleibt diese Frontgeschwindigkeit zunächst konstant, um dann abzunehmen. Nach $0,28$ s hat die Front eine Strecke von 127 cm durchfallen. Die über diesen Zeitraum gemittelte Beschleunigung beträgt etwa $3g$. (Da das obere Ende der Feder den Abschluß des fallenden Blocks aus Slinky-Windungen bildet, gelten auch dafür praktisch die gleichen Werte.)

Modifikation: Läßt man gleichzeitig eine Meßplatte gleicher Länge wie die gedehnte Slinky fallen, so kann man leicht und eindrucksvoll für verschiedene Teile der Feder die Geschwindigkeiten relativ zum freien Fall eines starren Körpers sehen und vergleichen.

Haben Sie schon eine Erklärung für Slinkys paradoxes Verhalten?

Einfaches Modell der Schraubenfeder

Zum besseren Verständnis des Verhaltens der Schraubenfeder ersetzen wir sie in Gedanken durch eine Reihe von n gleichen Massestücken (Masse m), die untereinander durch masselose Federn (Federkonstante k , ungedehnte Länge Null) elastisch gekoppelt sind (Abb. 1).

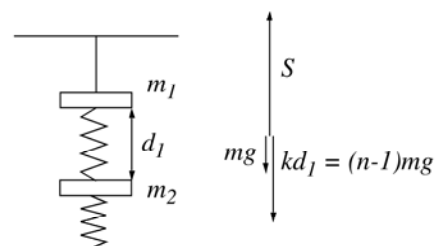


Abb.1: Modell aus Massen und Federn. Gleichgewicht der Kräfte, die an m_1 angreifen.

a) Hängende Feder

Die auf die einzelnen Massenstücke wirkenden Kräfte ergeben sich gemäß der Abbildung (Abb. 1): Auf Massestück 1 wirkt nach oben die Fadenkraft S , nach unten wirkt ihr Gewicht und über die elastische Kopplung das Gewicht der restlichen $(n-1)$ Massestücke. Auf Massestück 2 wirkt nach oben die elastische Kraft der gedehnten Feder, nach unten das eigene Gewicht und das über die Feder übertragene Gewicht der restlichen $(n-2)$ Massestücke, u.s.w. Alle Massen befinden sich im Kräftegleichgewicht und in Ruhe. Mit g als Erdbeschleunigung, d_i als Abstand der Massen m_i und m_{i+1} lassen sich die resultierenden Kräfte anschreiben:

$$\begin{aligned} F_1 &= -mg - kd_1 + S = 0 \\ F_2^I &= -mg - kd_2 + kd_1 = 0 \\ &\dots \\ F_n &= -mg - kd_{n-2} + kd_{n-1} = 0 \\ F_n^{n-1} &= -mg - kd_{n-1} = 0 \end{aligned}$$

Addition sämtlicher Gleichungen liefert sofort: $S = nmg$, daher $d_1 = (n-1)mg/k$, $d_2 = (n-2)mg/k$, usw. Die Zunahme der Ganghöhen ist damit verständlich. (Allerdings werden auch Sie bei Ihrer eigenen Feder finden, daß die letzten Windungen nicht gedehnt sind: Gute Slinky's haben eine Vorspannung!)

b) Die Feder beginnt zu fallen.

Das Bewegungsverhalten können wir zumindest ansatzweise aus den obigen Gleichungen ablesen, indem wir die Grundgleichung der Mechanik, das 2. Newtonsche Gesetz, verwenden: $ma_i = F_i$. Zum Zeitpunkt $t = 0$ schneiden wir die Aufhängung durch ($\dot{S} = 0$):

$$\begin{aligned} ma_1 &= -mg - kd_1 \\ ma_2^I &= -mg - kd_2^I + kd_1 \\ &\dots \end{aligned}$$

Beschleunigung a_i und Abstand d_i werden nun zeitabhängig. Bei $t = 0$ wirkt auf Masse 1 eine Kraft, die das n -fache ihres Gewichts ist, während Masse 2 sich bei $t = 0$ noch im Kräftegleichgewicht befindet und sich unter dem entstehenden Kräfteungleichgewicht (wegen $d_1 \rightarrow 0$) langsam in Bewegung setzt. Wenn nun Masse 1 die praktisch noch ruhende Masse 2 erreicht, ist zweierlei zu beachten: wegen $d_1 = 0$ wirkt nun auf Masse 2 neben dem eigenen Gewicht jenes der daranhängenden $(n-2)$ Massestücke, was wieder zu einer großen Beschleunigung $(n-1)g$ führt. Da weder in der realen Schraubenfeder, noch in unserem Modell ein Überholen möglich ist, erfolgt stattdessen ein Stoß gleicher Massen, den wir idealisiert entweder als elastisch oder als total unelastisch annehmen wollen.

Elastischer Stoß: Dadurch tauschen die Massen ihre Geschwindigkeiten aus. Masse 2 beginnt ihre Abwärtsbewegung mit der Endgeschwindigkeit von Masse 1 und wird weiter beschleunigt. (Sie wird nur wenig gebremst, da Masse 1 wieder zurückbleibt.)

Unelastischer Stoß: Trifft die erste Masse auf die zweite, bilden sie einen Block der doppelten Masse. Die Anfangsgeschwindigkeit des neugebildeten Blocks ist wegen der Addition der Impulse (Impulserhaltung gilt weiterhin!) der Mittelwert der Geschwindigkeiten vor dem Stoß. Die Zunahme der Masse muß bei der Bestimmung der Beschleunigung für den weiteren Vorgang berücksichtigt werden.

Im wesentlichen ergibt sich in beiden Fällen: Die Entspannung der Feder läuft wie eine Schockwelle durch die Feder und erst wenn die Welle bei dem letzten Massestück angekommen ist, beginnt auch dieses zu fallen. Elastischer und unelastischer Fall werden sich geringfügig unterscheiden.

Steht dies nicht in Widerspruch zu Galileis Aussage "Alle Körper fallen gleich schnell"?

Addieren wir alle Bewegungsgleichungen, dann sehen wir, daß die mittlere Beschleunigung $(a_1 + a_2 + \dots)/n$ der gesamten Feder stets g beträgt. Wir haben es nicht mit einem starren Körper zu tun, sondern mit einem Körper mit inneren Freiheitsgraden und inneren Kräften. Daher können Teile des Körpers mit hoher Beschleunigung und andere geringer beschleunigt werden. Die Gesetze des freien Falls sind nur auf den Schwerpunkt der Anordnung anzuwenden.

Numerische Simulation

Eine numerische Lösung der Bewegungsgleichungen in einem EXCEL-Arbeitsblatt ist in der Oberstufe möglich und zeigt die Vorteile des Computereinsatzes zum Verständnis des Vorgangs, der wie mit einem Stroboskop betrachtet werden kann. Ausgehend von den durch den statischen Fall bestimmten Anfangswerten für d_i haben wir die Bewegungsgleichung für 6 Massen "integriert", indem wir näherungsweise während der einzelnen Zeitschritte Δt die Beschleunigung als konstant angenommen haben. (Die Zahl der Massen kann beliebig gewählt werden.) Nach j Schritten berechnen wir für jede einzelne Masse i den Ort x_i , die Geschwindigkeit v_i und die Beschleunigung a_i

$$\begin{aligned} t &= j \Delta t \\ v_i(t) &= v_i(t-\Delta t) + a_i(t-\Delta t) \Delta t \\ x_i(t) &= x_i(t-\Delta t) + v_i(t-\Delta t) \Delta t + a_i(t-\Delta t) \Delta t^2 / 2 \\ a_i(t) &= -g - k((x_i(t) - x_{i+1}(t)) - (x_{i-1}(t) - x_i(t))) / m \end{aligned}$$

Als Startwerte sind $v_i(0) = 0$, $x_i(0) = x_{i-1}(0) - (n-i)mg/k$ für $i = 1, \dots, n$ zu wählen und der Ort der obersten Masse $x_1(0)$ ist frei wählbar. Mit der Wahl $k = 125 \text{ N/m}$, $m = 0,02 \text{ kg}$, $g = 10 \text{ ms}^{-2}$ und $n = 6$ erhält man eine realistische Simulation der Feder. Mit einer zeitlichen Schrittweite von z.B. $\Delta t = 0,002 \text{ s}$ wurden die Bewegungsgleichungen numerisch gelöst.

Neben den Bahnen der einzelnen Massen ist leicht auch die Bahn des Schwerpunkts $x = (x_1 + x_2 + \dots)/n$ mit zu verfolgen. Die graphische Darstellung gibt mehr Einblick als die Zahlenkolonnen. (Unter den Darstellungsmöglichkeiten sei für den Genießer besonders die Relativbewegung zum Schwerpunkt genannt und auf die Analogie zu den Schwingungsmöglichkeiten gestreckter vielatomiger Moleküle verwiesen. Man sieht, daß zunächst eine einzelne Masse gegen die restlichen schwingt, dann zwei gemeinsam gegen $(n-2)$, etc.)

Elastischer Stoß: Eine kleine Komplikation ergibt sich dadurch, daß "Überholen" ausgeschlossen sein soll und in solchen Fällen die Geschwindigkeiten der entsprechenden Massen entsprechend einem elastischen Stoß vertauscht werden müssen. Die logische EXCEL-Funktion WENN(...) ermöglicht dies. Das Weg-Zeit-Diagramm der einzelnen Massen und des Schwerpunkts zeigt Abb. 2. Die Massen setzen sich nacheinander in Bewegung, durch die elastischen Stöße kommt es zu inneren Schwingungen. Die Frontgeschwindigkeit nimmt

zu, da die einzelnen Massestücke von ihren Stoßpartnern viel Impuls übertragen bekommen und jeweils eine einzelne Masse durch das Gewicht der darunter hängenden Massen beschleunigt wird. Nach etwa 0,14 s trifft die oberste Masse m_1 auf die nächste, die erst langsam fällt, überträgt ihre Geschwindigkeit und wird selbst abrupt langsamer. Die einzelnen Massen durchfallen immer kürzere Distanzen, und nach 0,25 s setzt sich die unterste in Bewegung, während der Schwerpunkt die Anfangshöhe der letzten Masse (1,00 m) nach 0,3 s erreicht.

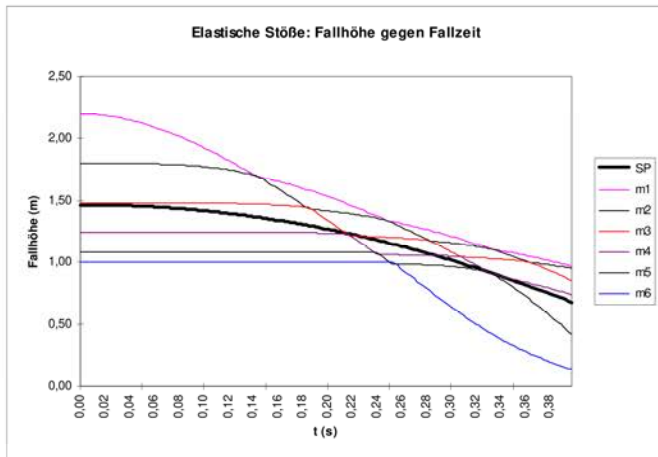


Abb. 2: Weg-Zeit-Diagramm der einzelnen Massen und des Schwerpunkts SP. Elastische Stöße verursachen innere Schwingungen.

Unelastischer Stoß: Dieser ist etwas mühsamer zu behandeln, da bei jedem Stoß sich die Masse des Blocks ändert, und die bereits "eingesammelten" Massen nicht mehr unabhängigen Bewegungsgleichungen gehorchen. Es wurde daher mit einer festen Schrittweite gerechnet. Bei Eintreten eines Stoßes wurden im Rechenblatt sowohl die Geschwindigkeiten gemäß dem unelastischen Stoß korrigiert als auch die Masse im Ausdruck für die Beschleunigung. Das Ergebnis zeigt Abb. 3. Man sieht, wie die Geschwindigkeit des fallenden Blocks mit zunehmender Masse abnimmt und schließlich der Fallgeschwindigkeit des Schwerpunkts entspricht.

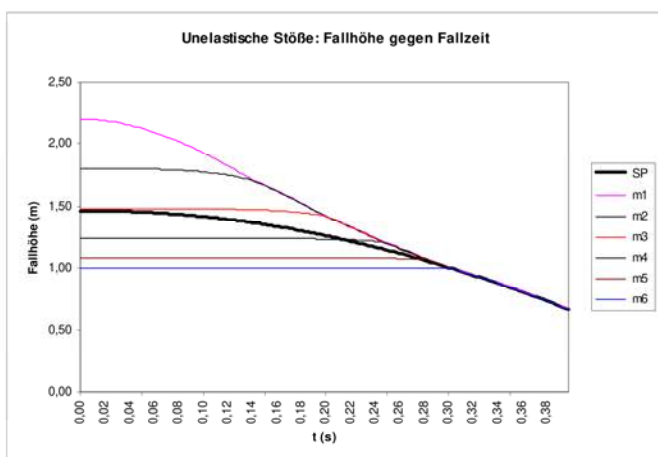


Abb. 3: Weg-Zeit-Diagramm der einzelnen Massen und des Schwerpunkts SP. Unelastische Stöße bremsen den fallenden Block.

Der Vergleich mit der Videoaufnahme ergibt also, daß die Simulation mit unelastischen Stößen das Verhalten von Slinky besser wiedergibt. Das einfache Modell aus Masse- und Federstücken benötigte eine Zusatzannahme (Was geschieht bei der Kollision der Windungen?), um neben groben Zügen die feineren Einzelheiten gut wiederzugeben!

Lange Leitung?

Wie lange dauert es, bis Slinkys unteres Ende erfährt, daß es fallen darf? Es muß, wie wir sowohl aus der Videoanalyse als auch aus den Überlegungen zu den wirkenden Kräften gesehen haben, die nach oben wirkende Federspannung abgebaut werden. Dies erfolgt, wenn die wie eine Schockwelle durch die Feder laufende Kontraktion der Feder das untere Ende erreicht. Die Zeit, die dafür benötigt wird, entspricht praktisch der Fallzeit des Schwerpunkts, der sich anfangs wegen der Massenverteilung der hängenden Feder in einer Höhe von $1/3$ Länge der gedehnten Feder über dem unteren Ende befindet (für unsere Feder also etwa 50 cm). Der Schwerpunkt braucht daher etwa 0,3 s, bis er das untere Ende erreicht – solange bleibt das untere Ende von Slinky schweben.

Abschlußbemerkung: Die Information, daß die Aufhängung durchgetrennt wurde, breitet sich entlang der Feder nur mit der Geschwindigkeit von elastischen Wellen $c = (k/p)^{1/2}$ aus: je weicher die Feder, desto länger dauert die Informationsweitergabe, desto länger schwebt das untere Ende. (Außerdem: Je weicher die Feder, desto größer ist die Dehnung der Feder, desto weiter muß der Schwerpunkt fallen.) Die Signalübertragung durch die Kontraktionswelle ist evident und daher schließlich auch das "Schweben" von Slinky verständlich.

Wenn Ihre Schüler Ihnen bis hierher gefolgt sind – und vielleicht selbst die Lösung des paradoxen Verhaltens von Slinky gefunden haben, dann stellen Sie ihnen einmal die Frage, wie lange der Mond brauchen würde um zu merken, wenn ihm die Erde durch einen Zauberer "gestohlen" worden wäre. Wie könnte seine Bahn danach aussehen?

Literaturhinweis: Prof. Bürger vergleicht in seinem vergnüglich zu lesenden Buch *Der paradoxe Eierkocher* (Birkhäuser 1995) den freien Fall einer Slinky und einer Kette. Unter Vernachlässigung möglicher innerer Schwingungen leitet er eine Differentialgleichung für die Fallbewegung und das Fortschreiten der Wellenfront ab, die elementar lösbar ist. Das Ergebnis für die Dauer des Vorgangs entspricht unserem.

EAAE – Europäische Gesellschaft zur Förderung von Astronomie-Unterricht gegründet

Gerhard Rath

Astronomie als die älteste Naturwissenschaft hatte und hat einen bedeutenden Einfluß auf die europäische Kultur, auf unser Welt- und Selbstverständnis. Sie erfreut sich nicht nur großen öffentlichen Interesses, sondern steht im allgemeinen auch bei den Kindern und Jugendlichen hoch im Kurs.

Die "European Association for Astronomy Education" ist das erste europaweite Netzwerk für Lehrer in einer Naturwissenschaft. Ihr Ziel ist die Förderung von Astronomie im Unterricht in allen Schultypen und in anderen damit befaßten Institutionen.

Nach dem Start im November 1994 bei der ESO in Garching bei München erfolgte im November 1995 in Athen die offizielle Gründung. Neben Lehrern aus 18 Nationen beteiligten sich Vertreter von Planetarien und Universitäten sowie Abgesandte von Ministerien und der EU, die den Verein finanziell unterstützt.

Inhaltlich wurden zwei Themenbereiche behandelt: *Multimedia* und *Internet* im Zusammenhang mit Astronomie-Unterricht. Vor allem in den nördlichen Ländern sind diesbezüglich mannigfaltige Aktivitäten zu bewundern – Schüler arbeiten als „Desktop-Explorers“ daheim am PC mit konkreten Forschungsaufträgen und beziehen ihre Daten aus dem Internet, oder: ein Wettbewerb der NASA ermöglicht Zugänge zum Hubble-Space-Teleskop (für drei Umläufe um die Erde) zwecks gezielter Beobachtung der vier großen Planeten.

Natürlich ist auch der EAAE im Internet vertreten: Unter der URL <http://www.algonet.se/~sirius/eaee.htm> finden sich Beschreibungen der Aufgaben und Ziele, astronomische „hot links“, Home-Pages der teilnehmenden Nationen, ein Beitrittsformular und natürlich das periodisch erscheinende *newsletter* in elektronischer Form. Diese Zeitschrift, die man nach Beitritt neben anderen Informationen in gedruckter Form erhält, enthält viele interessante Beispiele für Unterrichts-Aktivitäten aus ganz Europa.

Derzeit ist die Arbeit im EAAE in verschiedene, international besetzte Gruppen organisiert (in Klammern die Gruppenleiter):

- Astronomische Konzepte (R. Gaitzsch, Deutschland)
- Didaktisches Material (L. Gougouenheim, Frankreich)
- Astronomische Projekte von Schülern (M. Winther, Dänemark)
- Lehrer-Ausbildung (R. Ros, Spanien)
- Zusammenarbeit mit Planetarien (T. Kraupe, Deutschland)
- Erwachsenenbildung und Öffentlichkeitsarbeit (N. Matopoulos, Griechenland)
- Forschung und Entwicklung auf dem Gebiet des Astronomie-Unterrichts (J. Engstedt, Schweden)

Dr. Gerhard Rath, BRG Keplerstraße 1, 8020 Graz,
e-mail: rath@borg-6.borg-graz.ac.at

Ein neunköpfiges Komitee bildet die zentrale Instanz, derzeitiger Präsident ist D. Simopoulos aus Griechenland.

Österreich ist bisher durch ca. 10 Mitglieder vertreten, es wäre erfreulich, wenn diese Zahl steigen würde. Allen Kolleginnen und Kollegen, die ihre Erfahrungen einbringen könnten und selbst vom reichen Erfahrungsschatz anderer Kollegen profitieren möchten, steht die Mitgliedschaft zu einem Jahresbeitrag von derzeit 130 ÖS offen. Schicken Sie mir dazu eine formlose Beitrittserklärung und überweisen Sie den Mitgliedsbeitrag auf das Konto:

EAAE, KontoNr:14216-003427, Steiermärkische Sparkasse
BLZ 20815

Für weitere Auskünfte stehen die unten genannten Mitglieder gerne zur Verfügung:

Fritz Grabmeier, BRG Bertastraße 35, 3340 Waidhofen/Ybbs

Gerhard Rath, BRG Keplerstraße 1, 8020 Graz,
e-mail: rath@borg-6.borg-graz.ac.at

Hartmut Wallisch, BG Donaugelände 72, 3430 Tulln

Im Rahmen des Lehrertags der ÖPG-Jahrestagung in Linz am 27.9.1996 ist eine informelle Zusammenkunft Interessierter geplant.

Internationales Großprojekt European Astronomy on line

Im Rahmen der alljährlich im November stattfindenden „*European week for scientific and technological culture*“ veranstaltet die EAAE gemeinsam mit der ESO in diesem Jahr ein weitläufiges Projekt. Dieses hat zum Ziel, Schüler und Amateurastronomen mit Wissenschaftlern zusammenzubringen, wobei das World Wide Web als Kommunikationsmedium benutzt werden soll. Dort werden aktuelle Daten und Bilder eingespielt, die in der ersten Projektphase (Oktober 1996) nur für die teilnehmenden Gruppen zugänglich sein werden und für Auswertungen und Forschungsaktivitäten zur Verfügung stehen. In der zweiten Phase treten Gruppen, die sich mit ähnlichen Problemen beschäftigen, via Internet miteinander in Kontakt und tauschen ihre Erfahrungen aus, wobei auch Experten der ESO zur Verfügung stehen werden. Den Abschluß bildet ein Projekttag (Ende November), an dem europaweit online gearbeitet und diskutiert werden kann, womit sich das Projekt gleichzeitig der Öffentlichkeit präsentiert.

Entsprechende Ausschreibungen werden noch erfolgen, Interessierte können aber bereits jetzt auf Wunsch nähere Informationen bei mir erhalten.

Das originelle Geschenk zu besonderen Anlässen

Die Wetterkarte von damals

Wetterkarten der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik

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

.... Stück Wetterkarten (1950 - 1994) vom __. __. 19__

.... Stück Wetterkarten (1900 - 1949) vom __. __. 19__

.... Stück Wetterkarten (1865 - 1899) vom __. __. 18__

.... Stück Älteste Wetterkarte von Österreich

A4-Format

zu ÖS 245,- ☐

zu ÖS 350,- ☐

Originalformat

Originalformat

A3-Format

zu ÖS 315,- ☐

zu ÖS 410,- ☐

zu ÖS 750,- ☐

zu ÖS 1800,- ☐

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

Name:

Adresse:

Spiel und Spielzeuge im Physikunterricht

G. Dussler

106 S., 181 Abb., Brosch., Original erschienen 1933, Reprint 1995 im Stark Verlag, Postfach 1852, D-85318 Freising, Bestell-Nr. 11956. DM 19,90, keine ISBN-Nummer (nur beim Verlag beziehbar).

Nostalgie auch im physik-didaktischen Bereich ist angesagt. Das jetzt als Reprint herausgekommene Buch von G. Dussler aus dem 1933 ist die erste ausführliche und systematische Zusammenstellung der Verwertung physikalischer Spielzeuge im Physikunterricht unter Beachtung physik-didaktischer und allgemein-pädagogischer Überlegungen. 1930 promovierte der

Besonderes Augenmerk hat der Verfasser auch auf altersgerechte Einbettung und pädagogisch-didaktische Begründung der Verwendung der Spielzeuge im Unterricht gelegt. Ihm kommt dabei eine große Kenntnis und Belesenheit der Literatur zugute, aus der reichhaltig zitiert wird. Trotz seines Alters kann dieses Buch auch heute noch jeden spielzeuginteressierten Physiker und Lehrer faszinieren. Es stellt eine hervorragende Ergänzung entsprechender moderner Werke dar. Und es ist auch ein schönes Präsent.

Dr. Christian Ucke, Physik - TU München

Die Stimme - Instrument für Sprache, Gesang und Gefühl.

Leopold Mathelitsch, Gerhard Friedrich

189 S, 73 Abb., Springer Verlag 1995, ISBN 3-540-58400-5

Die menschliche Stimme ist für Lehrer/innen in vielfacher Hinsicht interessant: im Physikunterricht können am Beispiel der Stimme grundlegende Überlegungen zum Bereich Schwingungen, Resonanz etc. erörtert werden, für den fächerübergreifenden Unterricht gewährleistet das Thema Anlaß, mit Biologie- und Musiklehrer/innen zusammenzuarbeiten, und nicht zuletzt ist das Kommunikationsmittel Sprache nach wie vor das zentrale Unterrichtsmedium schlechthin und somit die Kenntnis dieses Werkzeugs für Lehrerinnen und Lehrer unverzichtbar.

Der theoretische Physiker Leopold Mathelitsch und der HNO-Arzt Gerhard Friedrich haben in ihrem Buch alle für die genannten Bereiche wichtigen Themen abgedeckt: die Stimme als Klangkörper und Instrument, die Entwicklung der menschlichen Stimme vom Kind zum Erwachsenen, Lauterzeugung im Tierreich und die Evolution der menschlichen Stimme, die kranke Stimme und die unterschiedlichen Möglichkeiten der Singstimme. Die Sachverhalte werden klar und verständlich dargestellt, so daß sie auch von Schüler/innen z.B. bei Projektarbeiten ohne besondere Hilfe durch den Lehrer bearbeitet werden können.

Ein Buch, dessen Thematik jeden betrifft und das damit auch außerhalb des Unterrichts zu interessanten Gesprächen Anlaß geben wird.

Helga Stadler

Akustik in der Schulphysik

Immo Kadner

156 S, Aulis-Verlag Köln 1994, ISBN 3-7614-1681-4

Daß unsere sinnliche Erfahrung zum Ausgangspunkt physikalischer Fragestellungen werden kann, daß wir unsere sinnlichen Erlebnisse mit wissenschaftlichen Methoden analysieren und auch Widersprüche zwischen unseren Sinneserfahrungen und "objektiven" Gegebenheiten entdecken können, dies alles gehört wohl zu den spannendsten Kapiteln menschlichen Den-

Verfasser mit dieser Thematik an der Universität Würzburg summa cum laude und erweiterte seine Arbeit dann zum vorliegenden Buch. Das Werk ist mit fast 200 klaren und anschaulichen Zeichnungen reich bebildert. Es ist ein Vergnügen darin zu blättern und eigene Erinnerungen an Spielzeuge wieder aufkommen zu lassen. Nicht nur verbale Beschreibungen sondern auch viele quantitative Ableitungen und Abschätzungen im Rahmen der Schulmathematik werden gegeben, so daß Freude am Spielen und naturwissenschaftliche Vorgehensweise einander näher gebracht werden. Dabei stehen Beispiele aus der Mechanik naturgemäß im Vordergrund, weil in diesem Gebiet seit jeher am meisten Spielzeuge erdacht und benutzt wurden. Von einfach zu erklärenden Schwerpunktspielzeugen bis hin zu nicht mehr mit schulmathematischen Mitteln zu behandelnden Kreiseln ist eine enorme Vielfalt von Objekten beschrieben. Auch die Metallbaukästen mit ihren physikalisch-technischen Anwendungen gehören dazu. Verbindungen von Physik und Sport (Salto, Stelzenlaufen, Billard usw.) werden spielerisch untersucht. Jedoch auch Beispiele aus der Akustik (Pfeifen, Sirenen, Brummkreisel, diverse Musikinstrumente), Wärmelehre (Ofenschlange, Scherzthermometer), Optik (Thaumatrope, Kaleidoskop) finden Erwähnung. Aus der Elektrizität/Magnetik sind allerdings praktisch keine Spielzeuge erwähnt.

kens. Die Akustik gibt Anlaß zu derartigen Erfahrungen. Darüber hinaus bieten sich bei diesem interdisziplinären Thema vielfache Vernetzungen zwischen Physik und anderen Lebensbereichen an: mit biologischen und psychologischen Fakten zum Thema Hören, mit der Erzeugung von Schall, insbesondere mit Musikinstrumenten, mit elektrotechnischen Möglichkeiten der Schallaufzeichnung und -wiedergabe, mit Umweltfragen in Zusammenhang mit Lärmschutz etc.

Das vorliegende Buch gliedert sich im wesentlichen in zwei Teile: Der erste Teil beschreibt die physikalischen Aspekte der Akustik und bearbeitet die genannten Themen unter den Kapitelüberschriften "Erzeugung und Merkmale akustischer Schwingungen", "Schallausbreitung", "Schallwahrnehmung" und "Schallaufzeichnung und -wiedergabe", wobei bezüglich Verständlichkeit und Ausführlichkeit in etwa das Niveau eines Oberstufenlehrbuchs erreicht wird. Dieser erste Teil wird durch Anleitungen zu Experimenten und Aufgaben ergänzt und kann von Schülern und Schülerinnen im wesentlichen auch ohne Hilfestellungen von außen bearbeitet werden. Der zweite Teil widmet sich der didaktischen und methodischen Umsetzung im Unterricht. In diesem Teil findet man Beschreibungen von weniger bekannten Experimenten, Anregungen zu relevanten und interessanten weiterführenden Fragen sowie konkret ausgearbeitete Vorschläge zur Durchführung von Unterrichtsprojekten zu den Themen Lärm, Bau von Musikinstrumenten und Konstruktion einer Telefonanlage.

Insgesamt wird das Buch den meisten Lehrerinnen und Lehrern weder inhaltlich noch unterrichtstechnisch wesentlich neue Erkenntnisse bringen, doch bietet es für die Behandlung des Themas Akustik einen guten Überblick und man findet ohne lange zu suchen alle für den Unterricht benötigten Unterlagen in diesem Band gesammelt vor. Sieht man von den Projektvorschlägen ab, bleibt allerdings die konkrete Umsetzung, insbesondere die Vorbereitung geeigneter Arbeitsblätter weiterhin dem Lehrer und der Lehrerin überlassen. Hier wurde eine Gelegenheit, den Lehrerinnen und Lehrern tatsächlich ihre Arbeit zu erleichtern, insbesondere Impulse zur Unterrichtsgestaltung in Hinblick auf autonomes Arbeiten von Schülern und Schülerinnen zu geben, versäumt.

H. Stadler

Physik

Paul A. Tipler

1552 S., geb., durchgehend vierfarbig 1400 Abb., 62 Tab., Spektrum Akademischer Verlag 1994, korrr. Nachdruck 1995. Aus dem Amerikanischen übers. von M. Baumgartner u.a. ISBN 3-86025-122-8, öS 990.

Arbeitsbuch zu Tiplers Physik

James S. Walker

322 S., Spektrum Akademischer Verlag, 1994. ISBN 3-86025-124-4

Ein Buch, das nach seinem Erscheinen beim Gang durch die einschlägigen Buchhandlungen nicht zu übersehen war: 29cm x 21cm x 6cm und dementsprechend schwer. Dennoch oder gerade deshalb nimmt man das ästhetisch gestaltete Buch gerne zur Hand. Die durch die sinnlichen Eindrücke vermittelte Erwartung, einen umfassenden und soliden, gleichzeitig

aber auch anregenden Einblick in die Welt der Experimentalphysik zu gewinnen, wird bei einer genaueren Sicht des Inhalts auch nicht enttäuscht. Die Inhalte werden klar und verständlich dargeboten, wobei insbesondere die grafische Aufbereitung im Vierfarbendruck zur Übersichtlichkeit und Verständlichkeit viel beiträgt. Um die Interdisziplinarität des Ansatzes bzw. die Alltagsrelevanz der einzelnen Themenbereiche aufzuzeigen, ist jedem Abschnitt ein Essay angeschlossen: dem Kapitel Akustik folgt ein Aufsatz zum Thema Seismische Wellen, dem Abschnitt Elektrisches Potential folgt ein Essay zum Thema Elektrostatik und Xerographie etc.

Wie in allen aus dem Amerikanischen kommenden Lehrbüchern wird besonderes Augenmerk darauf gelegt, daß Lehrbücher nicht nur Nachschlagewerke sind, sondern den Studierenden als Arbeitsunterlage beim Erlernen und Erarbeiten des Lehrstoffs dienen sollen. Dies wird einerseits in der farblichen Unterlegung besonders wichtiger Gleichungen oder Definitionen deutlich, gilt aber insbesondere für die Rechenaufgaben. Zunächst werden in jedem Kapitel einzelne Beispiele analysiert und durchgerechnet, gefolgt von einer weiteren Übungsaufgabe und einigen Verständnisfragen. Jedem Abschnitt folgt eine nach Punkten übersichtlich gegliederte Zusammenfassung und eine nach drei Schwierigkeitsstufen gegliederte Aufgabensammlung. Die ausführlich durchgerechneten Lösungen der Aufgaben findet man im *Arbeitsbuch zu Tiplers Physik*.

Insgesamt ein Buch, das Studienanfängern empfohlen werden kann, doch auch für interessierte Schüler verständlich ist.

Helga Stadler

Experimente mit Spaß - Hydro- und Aeromechanik, Akustik

Werner Rentzsch

HptheK-Unterrichtsthemen Band 5, Verlag Hölder-Pichler-Tempsky 1995, 140 S., zahlr. farb. Abbildungen, ISBN 3-209-01969-X, öS 298.

Weitere 120 einfache Versuche für Lehrer und Schüler bringt der nunmehr 3. Band von Werner Rentzsch. Er folgt dem erprobten Takt: Das wird gebraucht, So wird es gemacht, Das ist noch wichtig - und so kann wohl jeder Versuch gelingen. Verstärkt wird die Wirkung des kompakten, doch leicht verständlichen Textes durch Farbfotos, die das Wesentliche deutlich machen und die immer wieder daraufhinweisen, daß diese Experimente eigentlich von den Schülern gemacht werden sollten. Dabei ist das Experimentiermaterial in der Regel leicht zu beschaffen, so finden z.B. Einweglimonadeflaschen immer wieder Verwendung und natürlich auch Einwegspritzen.

Ein Experiment sei hier erwähnt: das Hören des eigenen Herzschlags mit einem aus Kunststofftrichter und Schlauch improvisierten Stethoskop. Insgesamt also keine neuen, jedoch erprobte alte Tricks. Der Wert des Buches besteht neben den schon zuvor geschilderten Vorzügen in der Sammlung und Weitergabe thematisch zusammengehöriger Experimentalvorschläge. Daß in allen Fällen eine nicht-mathematisierte Erklärung der Beobachtung folgt, wird bei diesem Autor sicher nicht überraschen.

H. Kühnelt