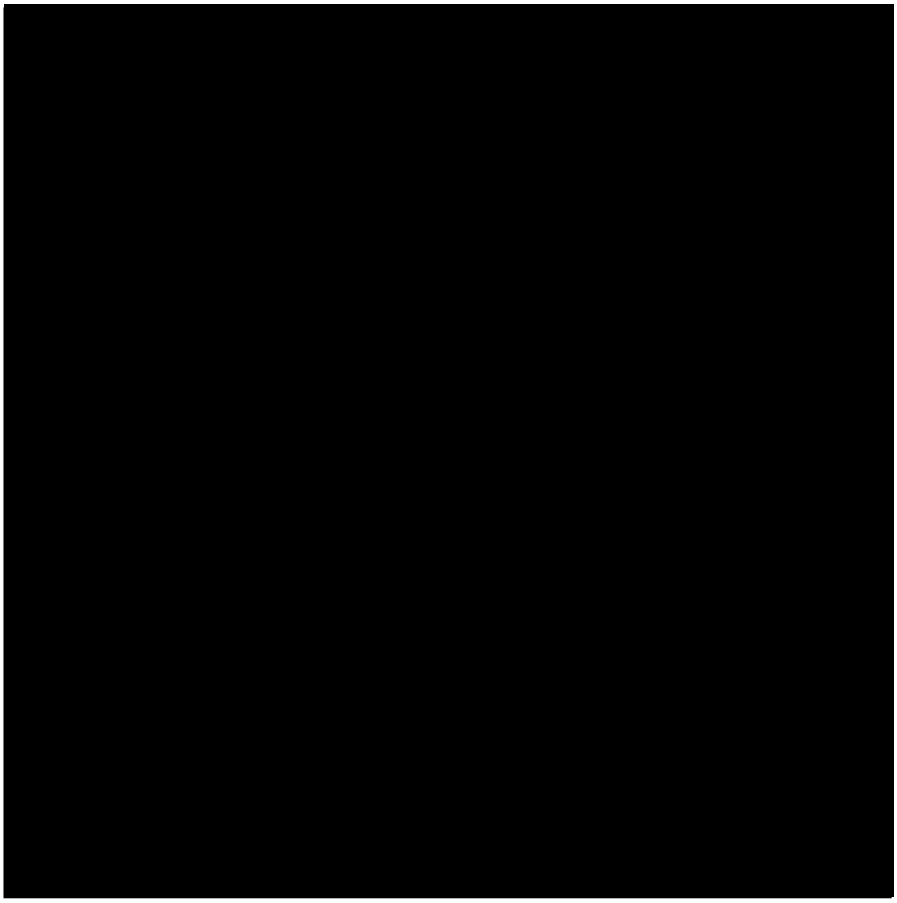
PLUS LUCIS 1/95

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

Ausbildung
Physik-Fundamentum
Erdbeben
Exkursionen
Arbeitsblätter
Stromzange
Experimente
Unterrichtsideen
Loschmidt
Zeiss
Cremer
Bücherecke



Josef Loschmidt

(1821-1895)

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 auch auf Diskette (MS-DOS, Windows oder Macintosh) einzureichen. Bevorzugtes Dateiformat: MS-Word.

Inhalt

Vorwort: 100 Jahre alt - oder jung? 1

Lehrplan und Ausbildung

Fundamentum der Physik 2

Reformvorschlag für das Lehramtsstudium Physik 4

Stellungnahme des Vorstands der ÖPG 7

Aktuelles

Das Erdbeben vom 17.1.1995 in Japan 11

Für die Praxis - Freihandexperimente

Die Stromzange - neue experimentelle Möglichkeiten 12

Versuche mit flüssigem Stickstoff 17

Energiesparen im Straßenverkehr 19

Flummies und die Gesetze der Physik 22

Sturm im Wasserglas 23

Arbeitsblätter zur Mechanik 24

Wissenschaftsgeschichte

100. Todestag von Josef Loschmidt 8

Carl Zeiss 27

Wissenschafter auf Briefmarken 30

Erinnerungen der Forscherin Erika Cremer 36

Mitteilungen

Exkursionsangebot der Physikalischen Institute der Universität Wien 20

Die Österreichische Physikalische Gesellschaft stellt sich vor 33

Conference on Teaching the Science of Condensed Matter and New Materials, Udine, 24-30 August 1995 35

Preise

Fachbereichsarbeiten aus Physik 1994 31

Funktechnik in Theorie und Praxis 31

Ausschreibung des Roman Ulrich Sexl-Preises der ÖPG 32

Ausschreibung der Prämierung von Fachbereichsarbeiten aus Physik 32

Bücherecke 38

Umschlagbild:

Josef Loschmidt (1821-1895)

100 Jahre alt - oder jung?

Die Gründung des Vereins zur Förderung des physikalischen und chemischen Unterrichts erfolgte am 30. März 1895 auf Initiative eines Bürgerschul- und eines Mittelschullehrers. Mut und Weitblick der Proponenten waren bewundernswert. Die Geschichte des Vereins hat der ehemalige Obmann und Ehrenobmann, emer. Univ.-Prof. Dr. Karl Lintner, anläßlich der Fortbildungswoche 1994 sehr anschaulich geschildert und in PLUS LUCIS 2/94 schriftlich dargestellt. Da die den Gründern vorschwebende Vorstellung vom Ideallehrer weiterhin gültig ist, sei sie hier wiederholt:

> Der physikalische Unterricht an allen, namentlich aber an den mittleren Schulen erfordert Lehrer, die einerseits geübt sind im Schülerexperimente und bekannt mit den Fortschritten der Experimentierkunst und dem Stand der Apparatentechnik, die andererseits gewandt sind in der logischen Behandlung der naturwissenschaftlichen Grundbegriffe und Sätze und eingeweiht in die neueren Erkenntnisse der Forschung: sie sollen in ihrem praktischen Berufe sich stets angeregt fühlen, nachzudenken über die Auswahl der grundlegenden Versuche, über deren Verwertung zum Aufbau des Lehrgebäudes und über die zweckmäßigste Ausnützung der elementar-mathematischen Kenntnisse der Schüler. Für den einzelnen scheint nun die Orientierung in all den angedeuteten Richtungen am leichtesten zu erreichen im Zusammenarbeiten mit gleichstrebenden, aber in verschiedenen Richtungen thätigen Männern.

Schon ein halbes Jahr nach der Gründung erschien im Oktober 1895 die erste Nummer der Vierteljahresberichte. Von einer kriegsbedingten Unterbrechung abgesehen bestanden sie bis 1938. Doch für jetzt genug des Rückblicks!

Wie wird sich der naturwissenschaftliche Unterricht in den Jahren bis zur Jahrtausendwende entwickeln? Was werden leere Kassen und einseitige "Bildungsoffensiven" für Österreichs Schüler bedeuten? Erschreckend an der Diskussion um das Schulwesen ist die einseitige Konzentration auf den Sparaspekt. Zum Hinweis des Unterrichtsministers, daß manches überholt sei, weil anders als in anderen Ländern, seien Beobachtungen gebracht, die ich bei einem Studienaufenthalt an einer Schule mit 1050 Schülern in Edinburgh machen konnte.

Dauer der Unterrichtsstunden an der besuchten Schule (fällt in die Autonomie der Schule): 60 Minuten. Lehrverpflichtung: 23 Einheiten plus weitere 5 Stunden Anwesenheit im Schulgebäude. Rahmenbedingungen: Gruppengröße im naturwissenschaftlichen Unterricht wegen der Schülerexperimente: 20. Jährlicher Sachaufwand für Biologie, Chemie und Physik: umgerechnet 170000 S. Drei Laboranten sind für die Sammlung und die Vorbereitung der Experimente zuständig.

PLUS LUCIS beginnt nun das dritte Erscheinungsjahr. Das Echo ist weiterhin gut und veranlaßt so manchen bisher Ferngebliebenen zum Beitritt. Es scheint die Bereitschaft, nach anfänglichem Zögern selbst Beiträge zu liefern, bei vielen zu wachsen.

In dieser Nummer soll die Diskussion zu zwei kontroversiellen Themen eröffnet werden: *Was soll ein Maturant an Physik können, wissen, gehört, gelernt ... haben? Wie könnte die zukünftige Ausbildung der Physiklehrer aussehen?* Das erste Thema sollte wohl die Unterstufe, auch den Chemieunterricht einschließen. Das zweite Thema brennt schon lange, wurde aber durch die schulpolitische Diskussion im Herbst (Schlagwort "Einheitliche Lehrerausbildung") angeheizt. Schreiben Sie uns!

Diese Nummer wird nicht nur an die Mitglieder beider Trägervereine, sondern an alle Schulen verschickt. Gratis! Wenn Sie als Nichtmitglied die Zeitschrift wertvoll finden oder über den Termin der Fortbildungswoche früher informiert werden wollen - dann treten Sie bei, so schnell Sie können! Information über den Förderverein und über die Österreichische Physikalische Gesellschaft finden Sie im Inneren dieses Heftes.

Die Fortbildungswoche 1995 steht kurz vor ihrem Beginn. Ist es die Befürchtung, daß Lehrerfortbildung während des Schuljahres unmöglich wird, ist es der gute Ruf und das Programm der Veranstaltung, daß von Jahr zu Jahr mehr Anmeldungen erfolgen und die Organisation vor das Problem gestellt ist, Absagen erteilen zu müssen? Doch leider sind bei Exkursionen übergroße Gruppen technisch weder möglich noch für die Teilnehmer ertragreich, gleiches gilt für Arbeitskreise.

Österreichs wissenschaftlicher "Jahresregent" ist *Josef Loschmidt*. Anläßlich seines 100. Todestags veranstaltet die Universität Wien ein Symposium (25.-27.6.1995), das in einem Großteil seiner Beiträge für Lehrer wie für Maturanten interessant zu werden verspricht.

Ad multos annos, Förderverein! Ihr Helmut Kühnelt

Fundamentum der Physik

Was gehört zu einem physikalischen Allgemeinwissen?

L. Mathelitsch, N. Pucker

Von Physiklehrern höherer Schulen werden an Universitätslehrer öfter folgende Fragen herangetragen: Was erwarten sich die Universitäten von einem Maturanten? Welche Physikkenntnisse soll er haben? Überwiegend sind diese Fragen ausgelöst durch die in unregelmäßigen Abständen erhobenen Klagen der Universitätsseite (z.B. Rektorenkonferenz), daß die Maturanten immer schlechter vorbereitet an die Hochschulen kämen. Ausgehend von dieser Situation haben die Mitglieder der Studienkommission Physik-Lehramt der beiden Grazer Universitäten versucht, in Wechselwirkung mit Kollegen aus dem AHS-Bereich eine Antwort auf die Frage nach einem Grundstock von Physikkenntnissen zu finden.

Bei unseren Diskussionen erwies sich eine Übereinstimmung im Grundsätzlichen als gar nicht so schwierig. Etwa bei der Frage, welche Ziele der Physikunterricht verfolgen sollte. Daraus abgeleitet hätte der Inhalt und der Umfang des physikalischen Marschgepäcks für das weitere Leben, genannt "Fundamentum", zu folgen. Aber Art und Umfang des Inhaltes scheidet die Geister!

Im folgenden wird keine allumfassende Begründung des Physikunterrichts gegeben, sondern kurz zusammengefaßt, was uns nach einiger Beschäftigung mit dem Thema besonders wesentlich erschien. Die Überlegungen sind auch gar nicht so neu (sie sind z.B. in ähnlicher Form im allgemeinen Teil des Lehrplans enthalten!). Sie sind daher hier auch in erster Linie als gedanklicher Rahmen für die nachfolgende Konkretisierung angeführt:

- Der Physikunterricht soll zeigen, daß Physik entscheidend hilft, unsere Umwelt zu erkennen. Damit hängt zusammen, daß Physik die Grundlage vieler technischer Entwicklungen ist. Die Art der Erkenntnisgewinnung ist wichtig: der Schüler soll in die Rolle der Empirie (Experiment als Erkenntnisgewinn) und des theoretischen Erklärungsmodells Einsicht gewinnen. Er soll lernen, Ergebnisse in Frage zustellen und erneut zu überprüfen.
- Der Physikunterricht soll die Schüler nicht auf ein Physikstudium vorbereiten. Der Unterricht soll besonders auf die Zielgruppe ausgerichtet sein, die später nie mehr mit Physik in unmittelbare Berührung kommt.
- Der Physikunterricht soll auswendig gelerntes Faktenwissen nur insoweit vermitteln, als dieses eine notwendige Grundlage bildet, um Fragestellungen beantworten zu können, wie sie in den Lehrinhalten des Lehrplanes festgelegt sind. In dem Sinne sollen nur wenige grundlegende Formeln auswendig gelernt werden, den Rest soll der Schüler im (Schul-)Buch finden und verwenden können.
- Der Physikunterricht soll auf ein **Fundamentum** besonderes Gewicht legen. Daneben soll der Lehrer in individueller Schwerpunktsetzung jene Gebiete in den Vordergrund rükken, die zum unmittelbaren Erfahrungsbereich der Schüler gehören (technische Umgebung, Haushaltsphysik, Verkehr, Biophysik,...).

Adresse der Autoren: Institut für Theoretische Physik, Universität Graz, Universitätsplatz 5/I, 8010 Graz

Fundamentum der Physik

Das Fundamentum soll den Stoff angeben,

* der auch längerfristig als Erinnerung an den Physikunterricht erhalten bleiben sollte (den die Schüler auch fünf Jahre nach der Matura noch qualitativ im Gedächtnis haben sollten),
* der zur physikalischen Allgemeinbildung gehört,
* der nicht einer Schwerpunktsetzung zum Opfer fallen und auf dessen Verständnis man daher verstärkt hinarbeiten sollte.

Dabei beschreiben die drei Charakterisierungen natürlich in etwa den gleichen Sachverhalt, der erst Kontur gewinnt, wenn man konkret angibt, was damit gemeint ist. *Auf keinen Fall ist das Fundamentum ein Lehrplanersatz! Es soll ein Gerüst bilden, in welches lebensnahe Anwendungsbeispiele in Vortrag, Schüler- und Demonstrationsexperiment, Referat, Gruppenarbeit und Projektunterricht eingebunden werden sollen.* Mit dem Fundamentum soll verbunden sein, daß wichtige Konzepte der Physik wiederholt angesprochen werden. Dazu gehören besonders

- die Wechselwirkung zwischen Beobachtung und theoretischer, modellhafter Erklärung,
- die Formulierung in mathematischer Sprache,
- die Wechselwirkunq zwischen Grundlagenphysik und technischer Anwendung.

Zentrale Begriffe (z.B. die verschiedenen Formen von Kraft, Energie, die Erhaltungssätze,...) sollen von den verschiedenen Teilgebieten her und aus unterschiedlichen Gesichtspunkten erörtert werden.

In der inhaltlichen Diskussion hat es sich als hilfreich erwiesen, viele Begriffe auch durch entsprechende Formeln und Stichworte zu verdeutlichen. Das Resultat ist in der Tabelle auf der nächsten Seite wiedergegeben.

Bei der Erarbeitung dieses Stoffkatalogs in der Studienkommission wie auch in der Diskussion mit Kollegen hat sich gezeigt, daß bezüglich des Gewichtes einzelner Punkte beträchtliche Meinungsunterschiede bestehen. Diese Präsentation dient daher auch der Absicht, die Diskussion weiterzuführen. Es wäre schön, wenn diese Diskussion schließlich zu einem gemeinsamen Ergebnis führt, das insbesondere Lehrern am Anfang ihrer Unterrichtstätigkeit als Hilfestellung bei der Gewichtung der einzelnen Lehrplanabschnitte dienen kann.

FUNDAMENTUM DER PHYSIK

Begriffe	**Formeln, Stichworte**
1. Mechanik	
Masse, Weg, Geschwindigkeit	$v = \Delta s/\Delta t$, $a = \Delta v/\Delta t$
Beschleunigung	Durchschnitts-, Momentanwert, Zusammensetzung von Bewegungen (Schiefer Wurf)
Kraftbegriff	Trägheitssatz $F=m.a$ Wechselwirkungssatz Schwerkraft Reibungskraft
Arbeit, Leistung, Energie	$W = F.s$ $P = W/t$ Potentielle, kinetische Energie, Energieerhaltung, Energieumwandlung
Impuls	$p = m.v$, Impulserhaltung
Drehbewegung	Drehimpuls, Trägheitsmoment, Drehimpulserhaltung
2. Gravitation	
Gravitationsgesetz	$F = G.M.m/r^2$
Sonnensystem im historischen, geistesgeschichtlichen Aspekt	1. Keplersches Gesetz 2. Keplersches Gesetz Geozentrisches versus Heliozentrisches Weltbild
3. Wärme	
Temperatur	Temperaturskalen (Celsius, Kelvin)
Wärmekapazität	$Q = c.m.\Delta T$
Zustandsgleichung	$p.V = \text{konst}(T)$
Hauptsätze der Wärmelehre	Umwandlung zwischen thermischer und mechanischer Energie Wärme fließt selbständig nur vom heißeren zum kälteren Körper,
Wärmekraftmaschinen	Motor, Wärmepumpen, Wirkungsgrad hat (prinzipielle) Obergrenze
Wärmeleitung,- strömung,-strahlung	$I \sim \Delta T$
Wärmedämmung	
4. Hydro- und Aerodynamik	
Hydrostatischer Druck	$p = \rho.g.h$
Hydrostatischer Auftrieb	Druck wirkt allseitig, Auftrieb ist Gewicht der verdrängten Flüssigkeit
Aerodynamischer Auftrieb	Warum Flugzeuge fliegen

5. Schwingungen und Wellen	
Harmonische Schwingung	T, F, λ Kraft proportional zur Auslenkung
Welle	Räumlich sich ausbreitende Schwingung, Longitudinal- und Transversalwelle, Doppler-Effekt, Beugung, Interferenz, Polarisation
Optische Instrumente	Linsen (Brennpunkt; reelle, virtuelle Bilder) Auge, Fotoapparat
6. Elektrizitatslehre	
Stromkreis	Elementarladung; $U = R.I$ Elektrische Arbeit, Leistung
Elektrisches Feld	Elektrische Feldstärke, Potential
Magnetisches Feld	Magnetische Feldstärke Lorentzkraft
Wechselstrom	Generator, Motor Leistung des Wechselstroms
Energiequellen, -versorgung	Kenntnis der Grundlagen der Energieversorgung Österreichs (Wasserkraft, fossile Energieträger,...)
Elektromagnetisches Spektrum	$E \sim f$, Erscheinungsformen, Erzeugung, Anwendung (z.B. Rundfunk, Laser, Mikrowellen, Röntgenstrahlen,)
7. Relativitätstheorie	
Qualitatives Verständnis der Grundlagen der Relativitätstheorie	Lichtgeschwindigkeit ist konstant, $E= m.c^2$, Längen, Massen sind veränderlich, experimentelle Verifikation
8. Quantenmechanik	
Atomphysik	Bohrsches Atommodell, Quantensprünge, Periodensystem,
Grundlagen der Quantenmechanik	Teilchen- und Wellencharakter, grundsätzliche Schranke, die Meßgenauigkeit
Radioaktivität	Statistischer Charakter, Halbwertszeit
Kernphysik	Bindungsenergie, Fission, Fusion
9. Kosmologie und Astrophysik	
Qualitatives Verständnis der Entstehung und des Aufbaus von Kosmos und Sternen	Big Bang, Ausdehnung des Universums, Fusion als Energiequelle der Sterne

Reformvorschlag für das Lehramtsstudium Physik an Höheren Schulen

Österreichische Physikalische Gesellschaft
Arbeitsgruppe Lehramtsstudium

In den zuständigen Bundesministerien wird eine Reform des Studiums für das Lehramt an höheren Schulen langfristig angestrebt. Dabei wurden bisher zwei Modelle, die einheitliche Lehrerausbildung an den Pädagogischen Akademien bzw. an neu zu schaffenden Fakultäten für die Lehrerausbildung in die Diskussion eingebracht. Die bisherige Diskussion lief unter Ausschluß von Fachvertretern. Das folgende Reformkonzept versteht sich als Antwort auf diese Bestrebungen, die aus Sicht des FA LHS und des Vorstands der ÖPG auf das schärfste abzulehnen sind.

Vorbemerkung

Die Ablösung der Lehramtsstudienverordnung 1937 durch die Einführung des Diplomstudiums für das Lehramt an Höheren Schulen brachte zwar eine Verbesserung der rein fachlichen, wie auch der didaktischen und fachdidaktischen Ausbildung, doch ergeben Umfragen unter Studenten, Betreuungslehrern und Organen der Schulaufsicht, daß wegen der in den letzten 20 Jahren geänderten Anforderungen an den Lehrberuf neben der pädagogischen Ausbildung **besonders die fachdidaktische Ausbildung vertieft** werden muß. Der im folgenden dargestellte Reformvorschlag orientiert sich an den folgenden Leitlinien:

In **fachlicher** Hinsicht ist der Physiklehrer primär ein Generalist mit einem breiten Wissen, das er in verständlicher und altersadäquater Weise seinen Schülern vermitteln kann, sowie ein "lokaler Experte", der auch außerhalb der Schule - in der Regel nach selbständiger Erarbeitung - physikalisches Wissen der Öffentlichkeit verfügbar machen kann und dadurch zur Lösung lokaler Probleme beitragen kann;

in **fachdidaktischer** Hinsicht kann er mit einem reichen Repertoire von Methoden einen interessanten und anregenden Unterricht gestalten und damit zum Bildungsauftrag der Höheren Schulen beitragen (zu den Bildungszielen des Lehrplans an Höheren Schulen s. Anhang).

Das *Berufsbild* des Physiklehrers darf nicht das des verhinderten Forschers sein, dem keine andere Wahl als das Unterrichten bleibt, sondern der Studierende muß *eine bewußte Entscheidung zum Lehrberuf* treffen. Dem muß in der Ausbildung Rechnung getragen werden: breite fachliche und didaktische Kompetenz sind von den Studierenden zu erwerben - im Gegensatz zum Diplomstudium Physik, in dem die Spezialisierung auf ein Teilgebiet der Physik erfolgt.

Vorschlag

Es wird daher gefordert, die Lehramtsausbildung verstärkt als Berufsausbildung und weniger als Berufsvorbildung aufzufassen und entsprechend zu reformieren.

Nach einem die fachlichen Grundlagen legenden 1. Studienabschnitt soll der 2. Studienabschnitt der Berufsausbildung dienen, in dem die fachliche Vertiefung mit fachdidaktischer Reflexion eng verzahnt erfolgt.

Reformvorschlag	Derzeit
1. Studienabschnitt	
LA-Grundausbildung gemeinsam mit Physik-Diplomstudium	LA-Grundausbildung gemeinsam mit Physik-Diplomstudium
Förderung der kommunikativen Fähigkeiten ebenso wie der fachlichen	geringer Stellenwert kommunikativer Fähigkeiten
Förderung des Verständnisses von grundlegenden Zusammenhängen und Strukturen	tw. Vermittlung von Spezialkenntnissen und -techniken
verpflichtende praktische Arbeit mit Jugendlichen	----
2. Studienabschnitt	
Berufsorientierung, -ausbildung	Berufsvorbildung
Ausrichtung des Studiums auf die Erfordernisse des Lehrberufs	Erwartung des selbständigen Erwerbs wichtiger Kompetenzen nach dem Berufseintritt
fachliche Vertiefung mit enger Verflechtung von Fachwissenschaft und Fachdidaktik, speziell für Lehramtsstudenten konzipierte Lehrveranstaltungen	großteils am fachwissenschaftlichen Studium orientierte Lehrveranstaltungen
Methodenvielfalt der Wissensvermittlung und des -erwerbs, verstärkte seminaristische Tätigkeit und Arbeit an offenen Fragestellungen (experimentell und theoretisch)	Dominanz von Vorlesungen und Praktika mit festumgrenzten Aufgabenstellungen
Einbindung der Fachdidaktik in das Schulpraktikum	nicht vorgesehen, tw. bereits auf freiwilliger Basis
Angemessener Stellenwert der Fachdidaktik als wissenschaftlicher Disziplin	Hilfsfach
Fachdidaktik als verpflichtender Teil der mündlichen Diplomprüfung	reine Fachorientierung der mündlichen Diplomprüfung

Detailvorschlag für das Studium des Lehramts Physik an Höheren Schulen

1. Studienabschnitt (4 Semester)

Fachliche Aspekte: Die grundlegende Fachausbildung, in der Regel ein mehrsemestriger Zyklus "Einführung in die Physik" und das Grundpraktikum, soll im Sinne einer Durchlässigkeit der Studienzweige gemeinsam für die beiden physikalischen Studienzweige geführt werden. Während die Einführungsvorlesung einen Überblick über die Physik vermitteln soll, dient das Grundpraktikum der Einübung in das Experimentieren, wobei verstärkt die Planung und der selbständige Aufbau von Experimenten, sowie bei Lehramtsstudenten die Erklärung für verschiedene Zielgruppen gefördert werden sollen. Wie bereits teilweise realisiert soll ein Kompaktkurs Klassische Theoretische Physik (Mechanik, Elektrodynamik, Thermodynamik, Einführung in die Quantenmechanik) speziell für Lehramtskandidaten konzipiert gehalten werden, in dem die Klärung der Begriffe und der wichtigsten Ideen erfolgen soll, jedoch keine Spezialtechniken gelehrt werden sollen.

Aus fachimmanenten Gründen ist zusätzlich (unabhängig von der anderen gewählten Studienrichtung) eine *anwendungsorientierte mathematische* Ausbildung notwendig.

Fachdidaktische Aspekte: In den die Grundvorlesung begleitenden Übungen und Praktika muß neben dem Erwerb fachlicher Fähigkeiten für Lehramtsstudenten verstärkt Wert auf die Übung kommunikativer Fähigkeiten gelegt werden.

Pädagogische Aspekte: Die zu Recht gefordete Selbstprüfung der Studierenden, ob sie für den Lehrberuf geeignet sind, sollte in Form praktischer Arbeit mit Jugendlichen (z.B. Arbeit in Schülerhorten, Nachmittagsbetreuung, Mitwirkung bei Exkursionen und anderen Schulveranstaltungen, Assistenz bei Schülerversuchen und Laborunterricht, etc.) im Lauf des 1. Studienabschnitts, teilweise auch in den Ferien, zu erbringen sein. Eine Unterrichtsbeobachtung in Physikstunden erscheint

a) wegen des unzureichenden Kontaktes mit Jugendlichen,
b) wegen zu geringer zeitlicher Distanz zum eigenen Schulerleben,
c) wegen zu geringer fachlicher Kompetenz der Studierenden

für die Selbstprüfung ungeeignet.

2.Studienabschnitt (5 Semester)

Der 2.Studienabschnitt dient gezielt der Berufsausbildung. Dies bedingt eine geringe Durchlässigkeit zwischen den Studienzweigen.

Fachliche Aspekte: Aufbauend auf den Grundlagen ist ein vertieftes Verständnis der fundamentalen Konzepte der klassischen und der modernen Physik und ihrer Entwicklung, der Ziele der Forschung, der physikalischen Phänomene in Natur und technischer Umwelt sowie deren grundlegende Bedeutung für andere Disziplinen (Biologie, Medizin,...) u.s.w. anzustreben.

Sowohl die Lehrstoffauswahl als auch die Form der Darbietung haben sich an den Erfordernissen des Lehrberufs zu orientieren. Das heißt bezüglich der Stoffauswahl, daß die Rolle des Lehrers als Generalist und Vermittler besonders zu beachten ist und daher der Vernetzung der Teilgebiete besondere Bedeutung zukommt. Dies heißt jedoch nicht, daß die Lehrstoffauswahl lediglich durch die jeweiligen schulischen Lehrpläne bestimmt ist, der rasche Fortschritt der Wissenschaft und die Rolle des Lehrers als "lokaler Experte" (s. Anhang) erfordern ein darüber hinausgehendes Übersichtswissen und die Fähigkeit und Bereitschaft zum lebenslangen selbständigen Wissenserwerb.

In besonderem Maße sollen die Studierenden jene Unterrichtsformen als Lernende erleben, die sie später als Lehrer praktizieren sollen. "Physik als Prozeß" statt "Physik als Fertigprodukt" bedingt im Unterricht auch offene Fragestellungen. Im Vergleich zum derzeitigen Zustand ist der Anteil von Seminaren gegenüber den Vorlesungen zu verstärken. *Dabei müssen fachdidaktische Aspekte sämtliche Lehrveranstaltungen durchdringen, der Reflexion der Studierenden über den Stoff, über seine Bedeutung für die Unterrichtsziele und über geeignete Vermittlungsformen ist Raum (ev. in Konversatorien und Seminaren) zu geben, wobei die Mitwirkung von Fachdidaktikern und fachdidaktisch erfahrener Lehrer gefordert wird.*

Das Schulversuchspraktikum ist das Vorgeschrittenenpraktikum für Lehramtsstudenten. Hier sollen alle Formen des Experimentalunterrichts (Lehrer- und Schülerexperimente, Demonstrations-, Freihandexperimente, offene Fragestellungen, usw.) geübt werden.

Da das Studium nur ein Teil des lebenslangen Lernens ist, muß auch wegen der begrenzten Studiendauer bei den Fachinhalten des 2.Studienabschnitts zwischen unverzichtbarem Kernstoff und einem Wahlangebot unterschieden werden.

Kernstoff:
- Aufbau der Materie mit Quantenphysik, Kern- und Teilchenphysik, Festkörperphysik
- Relativitätstheorie
- Astrophysik
- Physik in Technik und Umwelt (angewandte Physik)

Wahlangebot:
- Elektronik, automatisierte Datenerfassung
- Geschichte der Physik, Physik als Teil der Kultur
- Wissenschaftstheorie
- Biophysik, Umweltphysik
- angewandte Informatik und Computer für die Lehre,...

Es ist nochmals zu betonen, daß die angeführten Lehrveranstaltungen speziell für Lehramtsstudenten zu konzipieren und abzuhalten sind, d.h. daß die Elementarisierung und Umsetzung für den Unterricht im Rahmen der Lehrveranstaltungen zu erfolgen hat. Die bisherige Praxis, daß wesentliche Teile der Physik nur in LVA angeboten werden, die nur auf die Bedürfnisse einer späteren Forschungsarbeit in diesem Spezialgebiet abgestimmt sind, hat sich nicht bewährt.

Fachdidaktische Aspekte: Fachdidaktik ist die Wissenschaft der Vermittlung der Fachinhalte. Die für die Vermittlung notwendigen Prozesse (individuelle, in der Gruppe, beim Schüler, beim Lehrer) sind Gegenstand wissenschaftlicher Forschung

und wissenschaftlicher Reflexion. (International hat die Didaktik der Physik einen wesentlich höheren Stellenwert, als ihr in Österreich eingeräumt wird.)

Die fachdidaktischen Lehrveranstaltungen dienen dem Kennenlernen des aktuellen Forschungsstandes der Fachdidaktik-Physik, der Reflexion, Vertiefung und Anwendung der im Studium erlebten und geübten Unterrichtsformen. Mögliche Inhalte:

- Auswahl, Begründung und Vermittlung von Lehrinhalten und Unterrichtsmethoden,
  Probleme des Schülerverständnisses, des Vorwissens und der mitgebrachten Vorstellungen, Einstellungen und Werthaltungen,
- Fachsprache vs. Alltagssprache,
- Arbeit mit fachdidaktischer Literatur,
- Mikroteaching (Erprobung von Unterrichtsideen), fachdidaktische Projektarbeit
- fachspezifische Bedeutung allgemeiner Unterrichtsaspekte wie:
  Unterrichtstechniken vom Lehrervortrag zum Projektunterricht,
  Sicherung des Unterrichtsertrages,
  Leistungsbeurteilung, insbes. bei offenen Fragestellungen,
  Evaluation von Unterricht,
  Einsatz von Medien (Zeitungen, populäre Literatur, Audiovisuelles) und Computern, usw.

Schulpraktikum: Dieser der allgemein-pädagogischen Ausbildung hinzuzurechnender Teil des Studiums soll verstärkt fachbezogen erfolgen. Insbes. die Übungsphase soll unter Mitwirkung der Fachdidaktiker durchgeführt werden.

Allgemein-pädagogische Ausbildung: Sie muß enthalten: Praktische Arbeit der Studierenden, Erlernen von Präsentations- und Gruppentechniken, Üben der vielfältigen Unterrichtsmethoden, usw. Eine Ausweitung ihres Anteils am Studium zu Lasten der fachlichen Ausbildung kann nicht akzeptiert werden.

Diplomprüfung: Der 2. Teil der 2. Diplomprüfung soll neben den beiden Fächern eine Prüfung zur Fachdidaktik enthalten, um das Spezifikum des Lehrberufs hervorzuheben.

Postgraduelle Ausbildung: In künftigen Studiengesetzen ist auf die Bedeutung der Universität für die Weiterbildung Bedacht zu nehmen. Ebenso sollten die Unterrichtsbehörden die fachliche und fachdidaktische Vertiefung durch ein Doktoratsstudium aktiver Lehrer fördern.

Die Mitglieder der Arbeitsgruppe:
MR Mag. Hermine Dobrozemsky, Wien
LSI HR Mag. Edwin Gräupl Salzburg
Prof. Mag. Dr. Adolf Hohenester Graz
Univ.-Prof. Dr. Helmut Kühnelt Wien
Univ.-Prof. Dr. Christoph Leubner Innsbruck
Dir. Mag. Leo Ludick Wels
Univ.-Prof. Mag. Dr. Leopold Mathelitsch Graz
Prof. Mag. Ing. Helmuth Mayr Wien
Prof. Mag. Helga Stadler Wien
Dipl.-Ing. Dr. Erich Steinbauer Linz
Prof. Mag. Hans-Haimo Tentschert Graz
Prof. Mag. Monika Turnwald Linz

Begründung für den Reformvorschlag

1. Ziele des Physikunterrichts an Höheren Schulen

Der Physikunterricht an Allgemeinbildenden Höheren Schulen, aber auch an Berufsbildenden Höheren Schulen dient der Orientierung und dem Erwerb von Handlungsfähigkeit in einer immer stärker technisierten, durch Überbevölkerung und Ausbeutung der natürlichen Resourcen in ihrem Gleichgewicht bedrohten, durch die Informationstechnologie gleichzeitig immer stärker vernetzten Gesellschaft. Nur ein Teil der Absolventen ergreift später einen naturwissenschaftlich-technischen Beruf, während für den Großteil die naturwissenschaftliche Schulbildung die einzige formale naturwissenschaftliche Bildung bleibt und ihre Einstellung prägt; trotzdem wird im täglichen Leben von jedem Bürger Entscheidungsfähigkeit in technisch-naturwissenschaftlichen Problemen erwartet. Gerade in Hinblick auf dieses Ziel erscheint der Physikunterricht (nicht nur in Österreich) besonders in der Oberstufe wenig erfolgreich. Ein Grund wird darin gesehen, wie Physikunterricht allzu oft abläuft: in hohem Maß abstrakt, fachsystematisch und unter Ignorierung von Schülerinteressen und Erfahrungen. In diesem Zusammenhang sei auf die Studie des Instituts für Pädagogik der Naturwissenschaften in Kiel "Zum Stand Physikalischer Bildung Erwachsener" (P. Häußler et al., ed., 1986) verwiesen.

Auf die besondere Rolle des Lehrers für die naturwissenschaftliche Bildung der Bevölkerung und als (lokaler) Experte vor Ort hat das Forum "Projekt 2000+" der UNESCO im Juli 1993 hingewiesen.

2. Geänderte Anforderungen an Lehrerkompetenzen
(Beispiele ohne Anspruch auf Vollständigkeit)

a) fachlich: Neben dem Verständnis der klassischen Physik ist ein verstärktes Verständnis der "modernen" Physik gefordert. Hier ist sowohl der "Wandel des Weltbilds" anzusprechen als auch der "Anwendungsaspekt". "Paradoxien" der Quantenphysik faszinieren viele Jugendliche, ihnen muß der Lehrer kompetent Auskunft geben können. Ein Verständnis bspw. der chemischen Bindung oder der Farben in unserer Umgebung ist nur auf quantenphysikalischer Grundlage möglich. Konnte noch vor zwanzig Jahren die Relativitätstheorie als zwar spannend, aber für den Alltag irrelevant abgetan werden, zeigt z.B. der Einsatz von Funkuhren oder die Navigation mittels Satelliten (GPS), daß dies nicht mehr zutrifft. Ein Physiklehrer sollte auf die Frage nach den zugrunde liegenden Prinzipien eine richtige Antwort geben können. Die Fortschritte in der Kosmologie und in der Teilchenphysik, genauso jedoch in der "Chaosforschung" haben unser physikalisches Weltbild revolutioniert, trotzdem beherrscht das mechanistische Weltbild noch weitgehend Unterricht und öffentliche Meinung.

Die Wichtigkeit interdisziplinärer Arbeit zur Lösung globaler Probleme ist immer deutlicher geworden.

b) fachdidaktisch: Die Entwicklung der Höheren Schulen von einer Schule für wenige zu einer Schule für einen großen Teil der Jugendlichen hat das Unterrichten wesentlich verändert. Reichte vor 30 Jahren ein fachlich guter Lehrervortrag, so ist

heute ein wesentlich größeres Methodenspektrum (Schülerexperimente, Gruppenarbeit, Projektmanagement, ...) erforderlich. Die fachdidaktische Forschung zeigt die Bedeutung von Schülervorstellungen und -einstellungen für den Wissens- und Kompetenzerwerb der Schüler. Die Ausbildung ist bisher an dieser Problematik vorbeigegangen. Ein Wechsel der Lehrerrolle wird auch dadurch notwendig, daß Schüler heute ihre Erstinformation über Begriffe wie Energie oder Atom unsystematisch außerschulisch aus Zeitung und TV erhalten. International festigt sich die Einsicht, daß das bisherige Modell des "Transfers von Wissen vom Lehrer zum Schüler" einer geänderten Rolle des Lerners als dem "Konstrukteur" seines Wissens weichen sollte, wobei sich die Rolle des Lehrers verschiebt.

Physik darf auch in der Schule nicht als fertiges Gebäude von Ideen und Fakten ("Fertigprodukt", zu dem bestenfalls noch Genies einen Beitrag leisten können), sondern muß als beständig forschender Prozeß (Stellen von Fragen; Sammeln von Daten; Bilden, Überprüfen und Mitteilen von Hypothesen) gesehen werden. Dies bedingt ein Abgehen vom Versuch, enzyklopädisch Wissen für spätere Anwendung bereitstellen zu wollen, und ein verstärktes Üben und Reflektieren der Methoden des Wissenserwerbs, besonders des Bearbeitens "offener" Fragestellungen. Für die Ausbildung bedeutet dies eine Verringerung der Rolle der Vorlesungen zugunsten von verstärkter seminaristischer Eigentätigkeit der Studierenden. Gleichzeitig wird auf diese Weise die Notwendigkeit lebenslangen Lernens vor Augen geführt.

3. Ein Einstellungswandel in der universitären Ausbildung ist in mehrfacher Hinsicht notwendig.

Es muß anerkannt werden, daß der Lehrberuf hohe, jedoch anders gelagerte Qualitäten als jene der im Fach forschenden Physiker erfordert: Der Physiklehrer ist nicht ein gescheiterter Forscher, sondern Spezialist für die Vermittlung eines eher schwierigen Faches. Neben einer qualifizierten fachlichen Ausbildung, die auf die Rolle des Lehrers als Generalist zielen muß, ist eine verbesserte fachdidaktische Durchdringung des Gegenstandes Physik notwendig. Die oft stillschweigend getroffene Prämisse, daß didaktische Fähigkeiten nicht gelehrt oder gelernt werden können und es daher nur auf die fachliche Ausbildung ankommt ("Ein guter Physiker ist auch ein guter Lehrer"), ist falsch. **Es wäre jedoch unverantwortlich, die fachliche Qualifikation zu Gunsten der pädagogischen Qualifikation zu vernachlässigen.**

Stellungnahme des Vorstands der ÖPG

In letzter Zeit sind Bestrebungen zu einer Zusammenlegung der Ausbildungen für alle Lehrer (Lehrer an Pflichtschulen sowie Lehrer an AHS/BHS bekannt geworden. Davon wäre auch die Ausbildung von Physiklehrern für AHS und BHS betroffen. Im Interesse der Physik als Fach und im Interesse der Physiker, die das Fach unterrichten, fühlt sich die ÖPG verpflichtet, zu dieser Problematik Stellung zu nehmen.

Der Vorstand der ÖPG hat in der Sitzung vom 2.12.1994 einstimmig beschlossen, sich nachdrücklich gegen eine Zusammenlegung der Ausbildungsstätten, sei es an einer eigenen Akademie oder an einer entsprechenden Fakultät auszusprechen.

Eine sinnvolle Reform der Lehrerausbildung muß von den zu unterrichtenden Inhalten ausgehen und daher vom Unterrichtsfach. Der in der ÖPG zuständige Fachausschuß für Lehrer an höheren Schulen und Lehrerfortbildung hat eine Arbeitsgruppe gebildet, die Vorschläge für eine Reform erarbeitet hat. Der Vorstand der ÖPG hat am 2.12.1994 beschlossen, diese Vorschläge den zuständigen Bundesministern und den Vorsitzenden der Studienkommissionen zu übermitteln. Die Vorschläge sind realisierbar, sie orientieren sich an Entwicklungen, die im Gange bzw. z.T. schon ein gutes Stück weit gediehen sind.

o.Univ. Prof. Dr. Heinrich Mitter, Vorsitzender der ÖPG

Zur Erinnerung an Josef Loschmidt

Ludwig Boltzmann

Am 8. Juli 1895 verstarb in Wien Josef Loschmidt (geboren am 15. 3. 1821 in Putschirn bei Karlsbad) im 74. Lebensjahr. Er ist vor allem wegen der erstmalig von ihm vorgenommenen Bestimmung der Molekülgröße und der Teilchenzahl pro Mol (heute Avogadrosche Zahl genannt) bekannt. Er wirkte von 1868 bis 1891 als Professor der Physik an der Wiener Universität und wurde 1870 von der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien zum wirklichen Mitglied gewählt. Der chemisch-physikalischen Gesellschaft in Wien gehörte Loschmidt seit der Gründung an. Der erste Teil des folgenden Nachrufs wurde von Ludwig Boltzmann in der Akademiesitzung vom 29. Oktober 1895 gehalten, der zweite Teil bei der Enthüllung der Büste Loschmidts im Arkadenhof der Universität Wien am 25. November 1899.

[I.] ... Eine Arbeit Loschmidts, die Berechnung der Größe der Luftmoleküle, wurde aus Anlaß seines Todes in letzter Zeit in den Zeitungen wieder viel besprochen. In einem Kreise von Physikern und Chemikern ist es wohl nicht nötig, auf die Prinzipien dieser Berechnung und ihre Bedeutung für die Wissenschaft hinzuweisen, ebenso wenig auf einige später von anderen ausgeführte ähnliche Berechnungen, welche aber erst durch Lord Kelvins berühmte Abhandlung "On the size of molecules" zu allgemeiner Anerkennung gelangten. Später wurden noch die verschiedensten Berechnungen dieser Größe nach den mannigfaltigsten Methoden ausgeführt, so daß ich selbst die Titel aller betreffenden Abhandlungen hier nicht aufzählen könnte. Nur eines ist ihnen allen gemein, daß sie durchwegs auf die zuerst von Loschmidt gefundene Zahl führen, wodurch dieselbe eine fast an Gewißheit grenzende Evidenz erhielt.

Die Berechnung dieser Zahl ist meines Erachtens die größte, aber keineswegs die einzige wissenschaftliche Leistung Loschmidts. [...]

Eine andere wiederum höchst originelle Leistung Loschmidts ist in seinen Arbeiten über den II. Hauptsatz der mechanischen Wärmetheorie niedergelegt. Ganz der idealen Natur dieses Gelehrten entspricht der Feuereifer, mit dem er bemüht war, das Universum von dem sogenannten Wärmetode durch die Dissipation der Energie zu erretten, womit es durch die Untersuchungen von Clausius und Lord Kelvin bedroht wurde. Diese Rettung, wenn sie überhaupt notwendig sein sollte, ist ihm nicht gelungen, aber er gelangte bei ihrem Versuche doch zu höchst interessanten Resultaten, indem er hierbei zur Anwendung des II. Hauptsatzes auf die Theorie der Lösungen und chemischen Verbindungen geführt wurde. Er war in dieser Beziehung ein Vorläufer von Horstmann und Gibbs, deren gewaltige Leistungen sicher beschleunigt worden wären, wenn ihnen Loschmidts Arbeiten bekannt gewesen wären. Um die Resultate seiner diesbezüglichen Untersuchungen durch das Experiment zu prüfen, stellte er im Keller des physikalischen Institutes in der Erdbergstraße drei riesige, mit Salzlösungen gefüllte Glasröhren auf. Es sollte bestimmt werden, ob sich im Verlaufe der Zeit zwischen den obersten und untersten Schichten der Lösungen ein Konzentrationsunterschied herausbilden werde. Mit der Berechnung der Länge der hierzu erforderlichen Zeit kam er erst nach Aufstellung der Röhren zu Ende und fand dafür rund 3000 Jahre. Zucken Sie hierüber nicht die Achseln; vor einigen Monaten hat Des Coudres behufs eigener in gewisser Hinsicht analoger Versuche Rechnungen von ganz gleicher Art publiziert, und die Professoren Voigt und Nernst waren nicht wenig erstaunt, als ich ihnen erzählte, daß Loschmidt vor so langer Zeit mit den damaligen Mittel schon das gleiche Resultat zu erhalten imstande war.

Da der II. Hauptsatz von dieser Seite unangreifbar schien, versuchte es Loschmidt mit anderen Mitteln. Viel beschäftigte ihn die Idee des Umkehrens alles Geschehens, die von Professor Mach durch die Geschichte des Krebses im Mohriner See so drastisch illustriert wurde, der zwar noch nicht den Weltlauf aber bis heute schon wiederholt die Köpfe zahlreicher theoretischer Physiker in Verwirrung brachte.

Ein anderesmal fingierte er winzige intelligente Wesen, welche imstande wären, die einzelnen Gasmoleküle zu sehen, mit irgendeiner Vorrichtung die langsamen von den schnellen zu trennen, und so, wenn alles Geschehen in der Welt aufgehört hätte, neue Temperaturdifferenzen zu schaffen. Bekanntlich wurde dieselbe von Loschmidt nur in ein paar Zeilen einer Abhandlung angedeutete Idee viel später in Maxwells Wärmetheorie vorgebracht und dann vielfach besprochen. Ich wollte sie aber schon damals nicht gelten lassen und wandte dagegen ein, daß, wenn alle Temperaturungleichheiten aufgehört hätten, auch keine intelligenten Wesen sich mehr bilden könnten. In einem Keller von durchaus gleichförmiger Temperatur, sagte ich, kann keine Intelligenz bestehen. Als wäre es heute, so sehe ich Stefan vor mir, der unserem lebhaften Streite schweigend zugehört hatte und nun lakonisch bemerkte: "Nun weiß ich, warum Ihre Versuche mit den großen Glasröhren im Keller so kläglich gescheitert sind." [...]

[II.] Eine der wichtigsten Fragen zur Zeit der Vollkraft Loschmidts war die nach der Zusammensetzung der Materie. Sie ist es wohl auch noch heute; nur daß man die Fragestellung etwas anders stilisiert hat. Während man damals die letzten Elemente des Seienden, der Materie selbst suchte, so fragt man heute, aus welchen einfachen Elementen man die geistigen Bilder zusammensetzen muß, um die beste Übereinstimmung mit den Erscheinungen zu erzielen. Was man meint, ist wohl in beiden Fällen so ziemlich dasselbe; doch wir wollen uns zunächst in die Zeit versetzen, in der die Hauptarbeiten Loschmidts erschienen.

Damals hatte man gerade eine Fülle von Tatsachen erkannt, welche darauf hinwiesen, daß die Wärme, die man früher für einen Stoff gehalten hatte, eine Bewegung der kleinsten Teilchen der Körper sei. Man hatte auch eine bestimmte Hypo-

Entnommen ist diese Rede Ludwig Boltzmanns *Populären Schriften*, Vieweg Verlag, Braunschweig, herausgegeben von Engelbert Broda

these über die Art dieser Bewegung aufgestellt. In festen Körpern sollte jedes Teilchen um eine fixe Ruhelage pendelartig hin- und herschwingen: in tropfbaren Flüssigkeiten sollten die Teilchen umeinander herumkriechen, in Gasen dagegen sind die kleinsten Teilchen, welche man ihre Moleküle nennt, viel weiter voneinander entfernt, so daß sie keine erhebliche Wirkung mehr aufeinander ausüben. Da trotzdem jedes derselben in lebhafter Bewegung begriffen ist, so kann diese keine andere als eine geradlinig fortschreitende sein, wie die einer abgeschossenen Flintenkugel; denn sie ist viel zu schnell, als daß die Bahn durch die Schwerkraft eine erhebliche Krümmung erfahren könnte. Nur wenn zwei Moleküle einander ungewöhnlich nahe kommen, was man einen Zusammenstoß nennt, so lenken sie sich ganz wesentlich von der geradlinigen Bewegung ab. Der Druck des Gases, den man früher einer Abstoßungskraft der Moleküle zuschrieb, wurde nach der neuen Ansicht, die man die kinetische Gastheorie nennt, durch die Stöße der Moleküle auf die Gefäßwand erklärt. Es ist dies das erste Beispiel, daß man eine Kraft als eine bloß scheinbare, durch dem Auge verborgene Bewegung hervorgerufene, betrachtete, eine Anschauung, die dann später eine so wichtige Rolle in der Mechanik zu spielen berufen war. Aus der Größe des Druckes berechnete Clausius die Geschwindigkeit, mit der die Gasmoleküle sich durchschnittlich bewegen. Sie ist für verschiedene Gase verschieden und von der Größenordnung der Schallgeschwindigkeit. Würden nun die Gasmoleküle lange Strecken zurücklegen, ohne mit anderen zusammenzustoßen, so müßten sie vermöge ihrer großen Geschwindigkeit fast momentan durch die engste Röhre strömen. In der Tat ist aber die Strömungsgeschwindigkeit in genügend engen Röhren eine sehr geringe, und man nennt die Eigenschaft der Gase, welche dies bedingt, ihre Zähigkeit oder innere Reibung. Aus quantitativen Experimenten über dieselbe fand Maxwell, daß in der Luft unter normalen Verhältnissen jedes Gasmolekül in der Sekunde 5000 millionenmal mit anderen zusammenstößt und daß der Weg, den ein Molekül von einem bis zum nächsten Zusammenstoße durchschnittlich zurücklegt (die sogenannte mittlere Weglänge) etwa gleich dem zehntausendsten Teil eines Millimeters ist. Man könnte also die Molekularbewegung mit einem Menschengedränge vergleichen, wo jeder nach kurzer Verfolgung seines Weges mit einem anderen zusammenstößt; aber wir begegnen hier schon einem drastischen Beispiele der Unvorstellbarkeit dieser molekularen Zahlen. Man bedenke, 5000 Millionen Zusammenstöße jedes einzelnen Individuums im Zeitraume einer einzigen Sekunde.

Trotz der Raschheit der Bewegung entfernt sich infolgedessen jedes Molekül nur sehr langsam von der Stelle, wo es sich anfangs im Zickzack bewegte, wodurch sich auch die langsame Verbreitung eines Gases in ein anderes hinein erklärt.

Die Berechnung der allerwichtigsten Konstante stand noch aus, nämlich der Größe des Bezirkes, innerhalb dessen ein Molekül erhebliche Wirkung auf ein anderes ausübt, wie man kurz sagt, der Größe eines Moleküls. Besser definiert ist diese Größe durch die Anzahl der Gasmoleküle in der Volumeneinheit, welche wir die Loschmidtsche Zahl nennen wollen, da Loschmidt der erste war, dem es gelang, diese Konstante zu berechnen. Er wies zuerst durch mühevolle Überlegungen nach, daß, wie man schon früher vermutet hatte, in allen Körpern, in denen die Moleküle ohne Unterbrechung aneinanderliegen, jedem derselben ein bestimmter P<aum zukommt, der durch Druck, Temperaturveränderung usw. zwar etwas vergrößert oder verkleinert, aber dessen Größenordnung nicht total verändert werden kann, wofern nicht enorme, uns ganz unbekannte Kräfte wirksam sind. Diesen Raum definierte er als die Größe eines Moleküles. Ferner machte er wahrscheinlich, daß die Entfernungen, bis zu denen sich die Mittelpunkte zweier Gasmoleküle beim Zusammenstoße nähern, angenähert gleich den linearen Dimensionen dieses Raumes sind. Erst hierdurch war eine feste Basis zur Berechnung der Anzahl der Moleküle gegeben, und es ergab sich die Zahl der Moleküle, welche sich in einem Kubikzentimeter Stickstoff bei der Temperatur Null Grad Celsius und dem Normalbarometerstande befinden, rund gleich 100 Trillionen. Dies ist also die Loschmidtsche Zahl, nach deren Berechnung alle zum Ausbaue der kinetischen Gastheorie erforderlichen Daten gegeben waren. Jeder in der Geschichte der Naturwissenschaften einigermaßen Bewanderte weiß, wie schwer es ist, der Natur in die Karten zu sehen. Es konnte daher einer Theorie, welche sich eines so tiefen Einblickes in den inneren Bau der Materie vermaß, erst nach der sorgfältigsten Prüfung ihrer Konsequenzen an der Erfahrung Glauben geschenkt werden. Eine höchst merkwürdige Konsequenz dieser Theorie bezüglich der Abhängigkeit der Reibung vom Drucke wurde von Maxwell experimentell bestätigt. Daran anschließende, ebenfalls ganz unerwartete Konsequenzen betreffs der Reibung in verdünnten Gasen aber fanden ihre Bestätigung durch Kundts Versuche.

Wir sahen bereits, daß aus der kinetischen Gastheorie eine große Langsamkeit der Mischung zweier Gase, der sogenannten freien Diffusion folgt. Da nun alle Daten der Gastheorie bekannt waren, so konnte diese Geschwindigkeit in jedem bestimmten Falle quantitativ voraus berechnet werden. Aber die Lösung des Problems, Versuchsbedingungen zu realisieren, unter denen die freie Diffusion so leicht beweglicher Körper wie der Gase genau quantitativ verfolgt und gemessen werden kann, war nur ein einzigesmal von Graham mit sehr geringem Erfolge versucht worden. Da war es wieder Loschmidt, der alle Schwierigkeiten dieses Problems glänzend überwand und die Übereinstimmung der Diffusionsgeschwindigkeit für eine sehr große Zahl von Gaspaaren, sowie für mannigfaltige Drucke und Temperaturen mit der von der Gastheorie berechneten nachwies, natürlich innerhalb der Fehlergrenzen, welche durch unsere Unbekanntschaft mit der näheren Beschaffenheit der Moleküle bedingt sind. [...]

Die Bedeutung der Loschmidtschen Zahl reicht also weit über die Gastheorie hinaus, sie bietet den tiefsten Einblick in die Natur selbst, die Antwort auf die Frage nach der Kontinuität der Materie. Wenn wir einen Wassertropfen vom Volumen eines Kubikmillimeters haben, so lehrt die Erfahrung daß wir ihn in zwei Teile teilen können, von denen jeder wieder ganz die Natur des Wassers hat. Es kann auch jeder wieder in zwei solche Teile geteilt werden usf. Die Loschmidtsche Zahl zeigt uns nun die Grenzen dieser Teilbarkeit; wenn wir den genannten Tropfen in eine Trillion gleicher Teile geteilt haben, so hört die Möglichkeit der Teilung in gleichartige Teile auf. Wir erhalten Individuen, über deren genauere Beschaffenheit wir freilich sehr wenig wissen. Wir werden sie uns wohl noch weiter teilbar denken, die Art der Teilbarkeit aber wird dann eine andere. Die Teile sind nicht mehr gleichartig dem früher gegebenen Wasser.

Freilich sind dies Resultate, deren Richtigkeit heute und vielleicht immer durch direkte Anschauung unbeweisbar ist, da die Teilbarkeit praktisch schon viel früher aufhört. Weil nun schon oft die Spekulation sich zu weit von der Erfahrung entfernt hatte und dadurch auf Irrwege geraten war, so bildete sich eine Partei, welche alle Schlüsse verwarf, die nur ein wenig über das unmittelbar Handgreifliche hinausgehen und daher auch der Gastheorie abhold war. Allein es ist ein großer Unterschied zwischen den leichtsinnig von der Erfahrung abirrenden Phantasiegebilden der Naturphilosophen und den in bewährten Schlußformen langsam unter steter Kontrolle durch die Erfahrung fortschreitenden Methoden der theoretischen Physik. Die letzteren vermögen bis zu ganz erheblicher Tiefe in die Geheimnisse der Natur einzudringen, ohne den sicheren Boden zu verlieren, ja, sie feiern gerade dann ihre höchsten Triumphe. Beispiele dafür bietet besonders die Astronomie Kein Gebildeter hegt Zweifel an den von ihr berechneten Siriusfernen der Gestirne, obwohl zwischen denselben nie ein Sterblicher eine Meßkette spannen wird. Ja, aus dem Helligkeitswechsel von ein paar Lichtpunkten am Himmelgewölbe und einer minimalen Verschiebung einiger dunklen Linien in einem lichtschwachen Farbenstreifen kann man mit zwingender Sicherheit auf die Bewegung der Massen schließen, die unsere Sonne weit an Größe übertreffen. Wenn sie auch dieses Muster nicht erreichen, so haben doch auch die Schlüsse der Gastheorie in ähnlicher Weise für jeden, der sie völlig erfaßt hat, einen hohen Grad von Sicherheit.

Ein anderer gegen dieselben erhobener Einwand beruht auf einem Mißverständnisse eines Ausspruches Maxwells, der, wie bekannt, nicht zu den Widersachern, sondern zu den Begründern der Gastheorie zählt. Dieser führt mit besonderer Klarheit und Kraft der Überzeugung den Physikern zu Gemüte, daß alle Theorien nur geistige Bilder der Erscheinungen sind und daß es, statt zu fragen, ob eine Theorie wahr oder falsch sei, zweckmäßiger ist, zu untersuchen, ob sie die Erscheinungen in der vollständigsten und einfachsten Weise darstellt. Während man diesem Gedanken Maxwells in Deutschland anfangs wenig Beachtung schenkte, wurde er später zum Schlagworte und fand die sonderbarsten Anwendungen. Da alle unsere Begriffe und Vorstellungen nur in uns vorhanden sind, sagte man, so können auch die Vorstellungen, die wir uns von den Atomen machen, nicht außer uns existieren; es gibt daher keine Atome und die Lehre von denselben ist falsch. Freilich unsere molekulartheoretischen Begriffe existieren nur in uns; aber die Erscheinungen, die ihnen konform sind, existieren unabhängig von uns, also außer uns, und wenn wir uns heute statt zu sagen: "Die Moleküle existieren", lieber der Phrase bedienen, "unsere betreffenden Vorstellungsbilder sind ein einfaches und zweckmäßiges Bild der beobachteten Erscheinungen", so mag die neue Ausdrucksweise gewisse Vorteile haben, im Wesen aber dachte man sich bei der alten genau dasselbe.

Nun kamen gar noch die begrifflichen Kernbeißer. Sauerstoff und Wasserstoff existieren im Wasser nicht nebeneinander fort, sondern der begriffliche Kern unserer betreffenden Vorstellungen ist bloß, daß und in welchen Quantitäten sie wieder zum Vorschein kommen. Dieses und ähnliche Argumente sollten gegen die Atomistik sprechen. Gerade so reduziert sich der begriffliche Kern aller unserer Anschauungen von der Fixsternwelt auf die Wahrnehmung von Lichtpunkten und schwachen Farbenbändern mit dunklen Linien, und doch schließen wir aus diesen auf zahllose Welten, größer als die unsrige. Ja, wie schon Fichte auffiel, unterscheiden sich die Wahrnehmungen der wirklichen Gegenstände überhaupt nicht qualitativ, sondern nur quantitativ durch größere Regelmäßigkeit und Beharrlichkeit von den Erinnerungen und Träumen. Wenn ich sage, fremde Länder und Menschen existieren, so ist der begriffliche Kern davon eigentlich nur die Tatsache, daß auf gewisse energische psychische Akte, die man Willensakte nennt (das Lösen der Fahrkarte, Besteigen des Eisenbahnwagen usw.), konsequent und nur vorübergehend durch Schließen der Augen, Einschlafen oder erst nach einer langen Reihe psychischer Akte (durch Rückfahren) abweisbar eine enorme Fülle neuer Vorstellungen folgt, die mittelst Landkarte, Fahrplan usw. mit bewunderungswürdiger Genauigkeit vorhersehbar sind. Davon unterscheidet sich die Erinnerung an die Reise nicht qualitativ; auch an sie knüpfen sich, bevor wir es hindern können, mit Zwang etliche Vorstellungen an; aber diese sind viel unbeständiger, in der kürzesten Zeit sind wir imstande, sie wieder los zu werden, gewissermaßen die Rückreise anzutreten.

Wer sich ausreichend in diese Anschauung verbissen hat, dem scheint es nicht mehr sonderbar, daß oft bloße Vorstellungen in ähnlicher Weise auf unser Gemüt wirken wie die Wirklichkeit, was man in einem fort, so beim Eindrucke eines Romanes oder rührenden Theaterstückes, bei der Emotion durch den bloßen Gedanken an ein großes Glück oder Unglück oder durch erotische Vorstellungen bemerken kann, er staunt vielmehr bloß, daß im allgemeinen doch die Wirklichkeit einen so erheblich stärkeren Eindruck macht, als die bloße Vorstellung.

Ich bin der letzte, der eine solche bis zum äußersten getriebene Analyse der Elemente unseres Denkens für uninteressant hält; aber bei Beurteilung der Atomtheorien haben wir sie genau ebensowenig zurate zu ziehen, wie beim Entwurf unseres Reiseplanes.

Phantastischer Spekulationen über die nähere Beschaffenheit der Atome müssen wir uns enthalten; aber, daß gewisse Diskontinuitäten im inneren Bau der Materie vorhanden sind, das wird für immer eine der wichtigsten Tatsachen der Naturwissenschaft bleiben, und eine der größten wissenschaftlichen Entdeckungen, die der Größenordnung der Dimensionen, an welche diese Diskontinuitäten gebunden sind, ist von niemand anderem als unserem Loschmidt gemacht worden. Daran läßt sich einmal nichts mäkeln. Entschuldigen Sie, daß ich es so scharf hinsage, es ist einfach unbestreitbar wahr. [...]

Nun ist Loschmidts Leib in seine Atome zerfallen; in wie viele, können wir aus den von ihm gewonnenen Prinzipien berechnen, und ich habe, damit es in einer Rede zu Ehren eines Experimentalphysikers nicht an jeder Demonstration fehle, die betreffende Zahl dort an die Tafel schreiben lassen (10 Quadrillionen = 10^{25}). Diese Zahl ist freilich nur eine runde. Das kleinste Härchen würde Billionen hinzufügen; es können 10mal so viel oder auch 10mal so wenig, sagen wir 100mal so viel oder so wenig Atome sein, aber größer ist der Fehler wohl sicher nicht. Sie werden begreifen, daß bei einer Zahl, von deren Größenordnung man vorher nicht die leiseste Ahnung hatte, selbst eine so ungefähre Bestimmung schon eine Errungenschaft ist, begreifen die Worte des eingangs gehörten Liedes:

Kannst du den kleinsten Staub fühllos beschau'n?

Das Erdbeben vom 17. Jänner 1995 in Japan

E. Fiegweil

Am 17. Jänner 1995 um 5.47 Uhr Ortszeit (16. Jänner, 21.47 Uhr MEZ) wurde die südöstliche Küstenregion der japanischen Hauptinsel Honshu von einem starken Erdbeben erschüttert, dessen Herd in der Bucht der Hafenstadt Kobe, annähernd 20 Kilometer unterhalb der Insel Awaji-shima lokalisiert wurde. Der Erdstoß erreichte eine Richter-Magnitude von 7,2, was etwa der Energie entspricht, die bei der Explosion von mehreren Megatonnen TNT frei wird, und forderte im weiteren Epizentralbereich über 5000 Todesopfer.

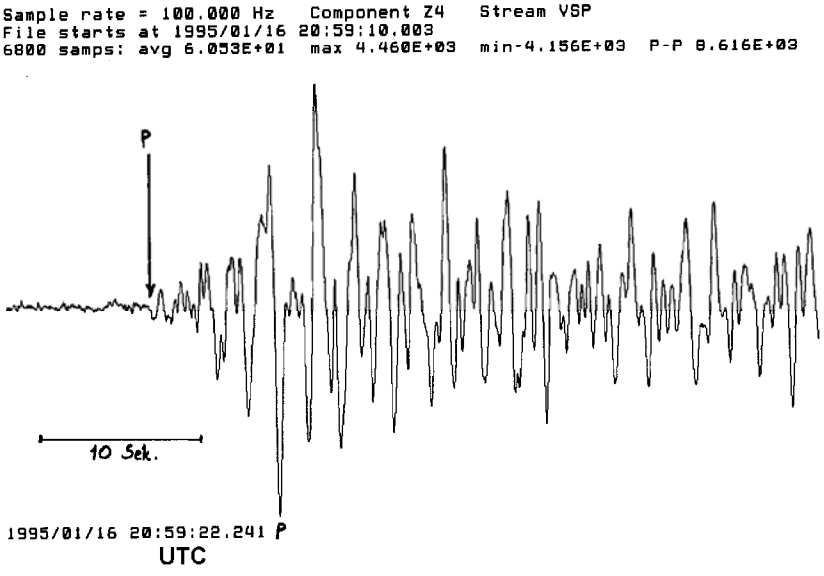
Japan, das als eines der erdbebenreichsten Länder der Welt gilt, liegt in seiner gesamten Ausdehnung im sogenannten zirkumpazifischen Gürtel, einer Zone, welche den Randbereich der Pazifischen Platte darstellt und im Bereich von Japan mit der Eurasischen Platte und der Philippinen-Platte kollidiert und eine Subduktions-Zone bildet. Bei diesem komplexen Vorgang schiebt sich eine Platte unter die andere und taucht relativ steil in den Erdmantel ab, wo sie in der Folge aufgeschmolzen wird. Bedingt durch die lokalen geologischen Gegebenheiten und die physikalischen Eigenschaften der Erdkruste geht dieses Abtauchen nicht immer glatt vor sich; es werden Spannungen akkumuliert, welche sich mehr oder weniger regelmäßig in Form von Erdbeben lösen.

Die weitere Umgebung von Kobe und Osaka wurde seit 1891 von sieben besonders energiereichen Beben mit Magnituden zwischen 7,3 und 8,4 erschüttert, wobei die folgenschwersten jenes von Mino-Owari am 27. Oktober 1891 mit über 7000 Todesopfern und das von Fukui am 28. Juni 1948 mit fast 4000 Todesopfern waren. Der Herd des oft erwähnten Kanto-Bebens bei Tokyo vom 1. September 1923, das weit über 100 000 Tote forderte, liegt etwa 500 Kilometer nordöstlich dieser Region, jedoch an derselben Störungszone.

Die Abbildung zeigt den Beginn der Registrierung des Kobe-Bebens an der seismischen Station Wattenberg in Tirol, die Zeit ist in Weltzeit (UTC) angegeben. Die erste eintreffende Welle (P) ist eine Kompressionswelle und benötigt vom Bebenherd bis zur mehr als 9000 Kilometer entfernten Station etwa 12 Minuten, weitere eintreffende Wellen mit geringeren Geschwindigkeiten (Scherwellen, Oberflächenwellen) benötigen für diese Distanz bis zu einer Stunde länger, so daß aus den verschiedenen Einsatz-Zeiten die Entfernung bestimmt werden kann. Die Richter-Magnitude wird aus der im Seismogramm gemessenen Amplitude (in diesem Fall im Bereich von einigen hundert Nanometern) und der Periode (bzw. Frequenz) der Wellen unter Berücksichtigung der Distanz ermittelt.

Die Richter-Magnitude ist ein logarithmisches Maß der abgestrahlten Bebenenergie, wobei ein Anstieg um 1 Einheit etwa der dreißigfachen Energie, um 2 Einheiten fast der tausendfachen Energie entspricht, und ist theoretisch nach oben unbegrenzt; betrachtet man jedoch die physikalischen Eigenschaften der Erdkruste, sind Beben mit einer höheren Magnitude als 9 praktisch undenkbar. Nicht zu verwechseln mit der Magnitude ist die Intensität eines Bebens, welche die Auswirkungen an der Erdoberfläche beschreibt und in Graden nach der zwölfstufigen Europäischen Makroseismischen Skala (früher: Mercalli-Sieberg-Skala) angegeben wird. Die Intensität hängt von der Magnitude und der Herdtiefe eines Bebens ab und nimmt mit wachsender Entfernung ab.

Zur Schadensminimierung ist in erster Linie in den bekannten seismisch aktiven Gebieten eine möglichst erdbebengerechte Bauweise zu empfehlen. Die besonders in letzter Zeit stark geförderte Erdbebenprognose ist ein Forschungszweig, der noch ganz am Anfang steht, da das Problem, den Ort, Zeitpunkt, die Magnitude und Herdtiefe exaktim voraus zu bestimmen, sehr komplexer Natur ist und bis jetzt noch einer eindeutigen Lösung harrt.



Registrierung des Erdbebens von Kobe in 9000 km Distanz

Seismische Station Wattenberg in Tirol

Dr. E. Fiegweil, Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, Wien, Österreichischer Erdbebendienst

Die Stromzange - neue experimentelle Möglichkeiten für den Physikunterricht

Raimund Girwidz

Stromzangen bzw. Zangenamperemeter messen elektrische Stromstärken "unterbrechungsfrei". Die Meßklemmen müssen lediglich die Stromführung umschließen. Solche Geräte waren bislang eigentlich für Messungen im Stark- und Wechselstrombereich konzipiert. Die Entwicklung in der Elektronik macht es nun auch praktikabel, Gleichströme unterbrechungsfrei zu messen. Bei Gerätepreisen um 1000 DM kann man mit Stromzangen bis auf 10 mA genau messen.

Aus didaktischer Sicht ist das Gerät speziell für die ersten Experimente in der Elektrizitätslehre interessant, weil für eine Messung keine Änderungen am Stromkreis nötig sind. Das äußere Bild der Schaltung bleibt erhalten. Darüber hinaus ist die räumliche Zuordnung der gemessenen Stromstärke im Schaltungsaufbau besonders offensichtlich und direkt erkennbar. Nicht zuletzt aber lassen sich Messungen schnell und ohne Aufwand an verschiedenen Stellen des Stromkreises vornehmen - auch ein "Abfahren ganzer Stromwege" ist möglich.

Im folgenden werden nach einer kurzen Gerätebeschreibung neue Demonstrationsversuche mit Stromzangen vorgestellt. Mehrere Abbildungen sind dabei Bildschirmausdrucke von Computerprogrammen. Dies unterstreicht die Auffassung, daß bei Überlegungen zum Einsatz neuer Meßgeräte auch gleich neue Präsentationsmöglichkeiten und Visualisierungen mit bedacht werden sollen.

Die Stromzange

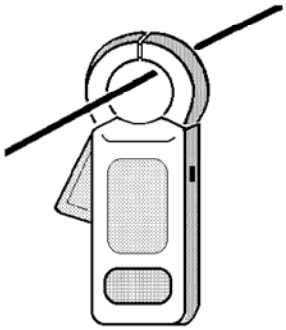


Abb. 1: Die Stromzange

Als Sensoren für Stromzangen neuerer Bauart dienen meist Permalloy-Sensoren oder Hall-ICs in Verbindung mit Ferritringen. Die elektrische Stromstärke wird über das Magnetfeld erfaßt. Die Geräte für die folgenden Versuche verwenden Hall-ICs. Sie können im Gegensatz zu magnetoresistiven Widerständen den Strom richtungsabhängig erfassen.

Physikalisch interessant ist auch die Funktion des Ferrit-Rings um die Meßöffnung (Abb. 2). Er hat nicht nur die Aufgabe, den magnetischen Fluß durch das Meß-IC zu verstärken, sondern bewirkt außerdem, daß es eine untergeordnete Rolle

Dr. Raimund Girwidz, Physikalisches Institut der Universität Würzburg, Am Hubland, D-87077 Würzburg

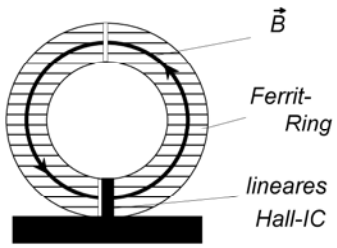


Abb. 2: Meßring der Stromzange (schematisch)

spielt, wo der Strom die Öffnung der Meßzange durchfließt; ob am Rand oder zentral, senkrecht oder schräg, immer wird die gleiche Flußdichte und damit Stromstärke erfaßt. Eine Hauptforderung an das Ringmaterial ist neben einer geringen Hysterese noch eine möglichst konstante Permeabilität im Meßbereich. Zur Linearisierung der Funktion *B(I)* trägt aber auch der Luftspalt im Ring bei, in den der Hallsensor eingebracht ist (ca. 2 mm). Er hat meßtechnisch noch einen weiteren Vorteil: Beim Schließen der Zange wirken sich geringe Unebenheiten an der Nahtstelle zwischen den Ringhälften nicht so stark aus, da sie klein sind im Verhältnis zum bestehenden Luftspalt und somit den magnetischen Widerstand des Kreises nur relativ gering vergrößern.

Neben der problemlosen Handhabung zeichnen sich die Geräte in der Anwendung vor allem noch durch die folgenden Eigenschaften aus:

- Die Strommessung erfolgt unterbrechungsfrei, räumlich sehr flexibel und ohne Abänderungen am Stromkreis.
- Die Messung ist quasi rückwirkungsfrei (zumindest im vorgegebenen Meßbereich).
- Meßkreis und gemessener Strom sind galvanisch getrennt.
- Die zeitliche Auflösung ist gut, so daß Frequenzen bis 1 kHz zu erfassen sind.

Für die Demonstrationsversuche ist ferner von Bedeutung, daß die Geräte mit einem Analogausgang ausgestattet sind. Die dort ausgegebene Spannung ist proportional zur gemessenen Stromstärke, hier 1 mV für 10 mA . Dies ermöglicht den Anschluß über einen AD-Wandler an den Computer.

Demonstrationsversuche für die Sekundarstufe I

Im folgenden werden exemplarisch einige Demonstrationsversuche zu Lerninhalten aus der Sekundarstufe I vorgestellt. Sie sind verschiedenen Themenkreisen zuzuordnen:

- Die Einführung der Stromzange als funktionsgerechte Meßeinheit
- Hilfen zur Ausarbeitung von relevanten physikalischen Vorstellungen zum elektrischen Stromkreis
- Vorexperimente zur elektrischen Spannung
- Neue experimentelle Zugänge zu physikalischen Phänomenen.

Dabei wird jedoch kein geschlossener Lehrgang entwickelt. Die Versuche können bestehende Vorgehensweisen punktuell ergänzen, erweitern, verbessern.

Die Stromzange als Meßeinheit

Die Einführung der Strommessung mit dem Zangenamperemeter

Mit der Stromzange lassen sich besonders plausibel einige Forderungen prüfen, die prinzipiell an eine Anordnung zur Strommessung zu stellen sind. Insbesondere lassen sich Gleichheit und Vielfachheit der Stromstärke überzeugend einführen und bei der Überprüfung des Meßverfahrens nutzen. Um dies sogar in Freihandversuchen zu zeigen, wurden Leitungen aus 4 mm starken, isolierten Kupferdrähten gebogen und Batterie und Lämpchen in einem starren Leiterkreis eingefaßt. Die Anordnungen sind leicht in einer Hand zu halten.

1. In *zwei völlig identischen Stromkreisen* fließen sicherlich auch gleich große elektrische Ströme. Die Stromzange arbeitet somit korrekt, wenn sie in diesem Fall gleiche Stromstärken anzeigt.

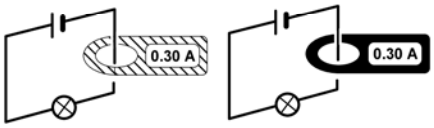


Abb. 3: Zwei identische Kreise mit gleichen Strömen.

Andere Lämpchen oder Batterien führen zu unterschiedlichen Stromstärken. - Das Zangenamperemeter erkennt *gleiche bzw. ungleiche Stromstärken*.

2. Das *Vielfache einer Stromstärke* und eine sinnvolle Skalierung sind gleichermaßen elegant wie ökonomisch zu erschließen:

In zwei völlig identischen Leiterkreisen fließt jeweils der gleiche Strom. (Dies können selbstverständlich sofort zwei Messungen bestätigen.) Beide Ströme werden dann zusammen durch die Meßöffnung der Stromzange geführt. Diese registriert die zweifache Stromstärke. Hierbei läßt sich auch demonstrieren, daß es keine Rolle spielt, ob die Leitungen enger oder weiter voneinander entfernt gehalten werden. Man kann sie auch zusammenklemmen (bzw. die Ströme durch einen gemeinsamen Draht leiten).

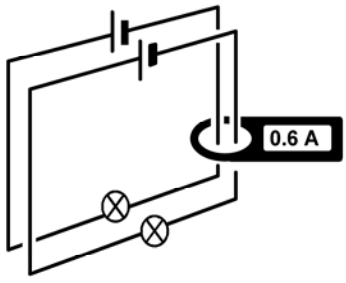


Abb.4: Verdopplung des Stromes durch die Zangenöffnung

3. Die *Richtung des elektrischen Stromes* wird durch ein Vorzeichen angezeigt:

Die Gerichtetheit des elektrischen Stromes spielt z.B. eine Rolle, wenn zwei Ströme in umgekehrter Richtung durch die Meßöffnung der Zange fließen. Ein Versuch zeigt dies sofort: Ein Leiterrechteck aus Teil 2 wird dazu lediglich 180 Grad um die vertikale Symmetrieachse gedreht. Die Zange registriert die Summe der beiden Ströme, nämlich 0,0 A (Abb. 5).
Danach ist auch verständlich, warum die Zange nie einen Strom anzeigt, wenn sie um ein handelsübliches Stromkabel zur Netzsteckdose geklemmt wird.

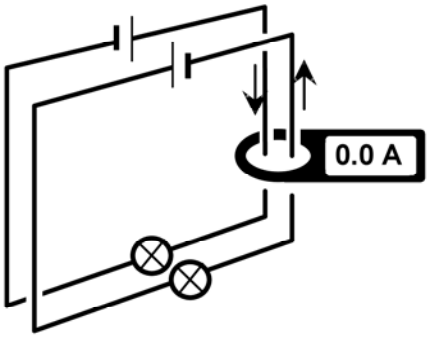


Abb. 5: Die Zange registriert die Summe der beiden Ströme (0,0 A).

4. Schnell gezeigt ist ebenfalls die *Rückwirkungsfreiheit* der Messung (im vorgesehenen Einsatzrahmen): Es werden einfach weitere Zangen an den Kreis geklemmt. Der Meßwert für den Strom ändert sich dadurch nicht (Abb. 6).

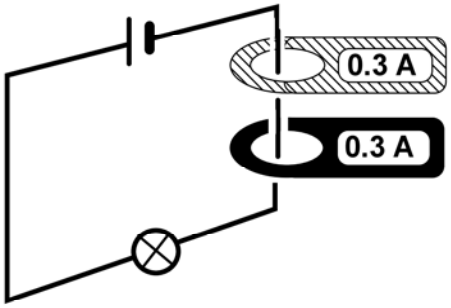


Abb. 6: Rückwirkung der Messung?

So zeigt sich ohne Aufwand und insbesondere ohne Veränderungen am Stromkreis die Funktionalität der Stromzange.

Genauere technische und physikalische Hintergründe zur Funktionsweise des Geräts, speziell der Hall-Effekt, werden erst in der Sekundarstufe II angesprochen. Eine wesentliche Grundlage ist dennoch sehr früh aufzeigbar. Vorausgesetzt ist, daß Wirkungen des elektrischen Stromes bereits vor Einführung der Stromzange bekannt sind (insbesondere die magnetische Wirkung). Dann läßt sich klären:

Der elektrische Strom wird indirekt, über seine Wirkungen bestimmt. Die Stromzange nutzt die *magnetische Wirkung*. So reagiert sie auch bei einem Dauermagneten: Die Anzeige ändert sich, wenn man einen Stabmagneten sehr nahe an den Meßring bringt.

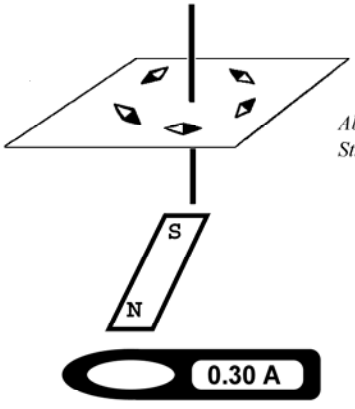


Abb. 7: Die Stromzange mißt Ströme über deren Magnetfeld.

Funktion, Funktionsweise und technische Funktionseinheiten

Die *Funktion von Drehspulinstrumenten* bei der Strom- und Spannungsmessung haben weitgehend elektronische Geräte übernommen, vorwiegend Digitalinstrumente. Auch in Schülerübungen werden solche Geräte immer häufiger eingesetzt. Nur die wenigsten Anwender kennen den technischen Aufbau der Instrumente oder haben sich mit Verfahren der Analog-Digital-Wandlung befaßt.

Allgemein erfordert der Stand der Technik immer häufiger, Geräte als *Funktionseinheiten* zu sehen, ohne sich näher mit ihrem inneren Aufbau befassen zu können. Auto, Radio oder Computer sind Alltagsbeispiele hierzu. Aber auch ohne genaue Kenntnis der Funktionsweise muß man in der Lage sein, Kriterien zu entwickeln, nach denen geprüft wird, ob die eingesetzten Geräte den Ansprüchen und Intentionen voll gerecht werden. So gesehen hat das Vorgehen bei der Einführung des Zangenamperemeters durchaus einen exemplarischen Charakter, gerade vor dem Hintergrund einer rapiden technischen Entwicklung.

Hilfen bei der Ausbildung von relevanten Vorstellungen zum elektrischen Stromkreis

Einstiegs- und Verständnisprobleme bei den Grundlagen der Elektrizitätslehre wurden international bereits intensiv untersucht und diskutiert. (Eine Übersicht geben z.B. Rhöneck, 1991 oder Pfundt, Duit, 1991.) Die Stromzange ermöglicht sehr anschauliche Experimente, die speziell auf Stromverbrauchsvorstellungen, Vorstellungen zu Batterien, sowie lokale und sequentielle Argumentationen eingehen.

Speziell der folgende Versuch ist im Sinne einer direkten experimentellen Anknüpfung an die Stromverbrauchsvorstellung zu sehen:

Zwei Lämpchen unterschiedlicher Leistung (2,2V/0,4A und 2,2V/0,25A) sind in Reihe an eine Batterie (3V) angeschlossen. Sie leuchten verschieden hell. Hypothesen, nach denen "ein Teil des Stromes im ersten Lämpchen verbraucht wird, so daß er im zweiten nicht mehr verfügbar ist", können experimentell sofort widerlegt werden.

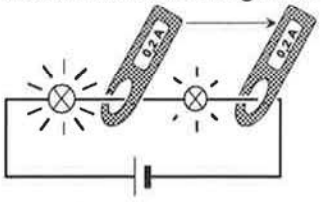


Abb. 8: "Abfahren" eines Stromkreises mit dem Zangenamperemeter.

Ein *"Abfahren" der Stromwege* mit dem Zangenamperemeter, über verschiedene "Verbraucher" oder unterschiedliche Leiter hinweg, zeigt die Konstanz der Stromstärke im unverzweigten Kreis (Abb. 8). Insbesondere kann man die Stromzange über die "kritischen" Stellen, also hier über die Lämpchen, hinwegführen. Der Versuch zeigt direkt, daß ein elektrischer Strom eben nicht im herkömmlichen Sinne "verbraucht" wird.

Auch die Vorstellungen zu Batterien sind oftmals wenig ausgeschärft. So überrascht das folgende Experiment im ersten Augenblick manchmal auch Studenten:

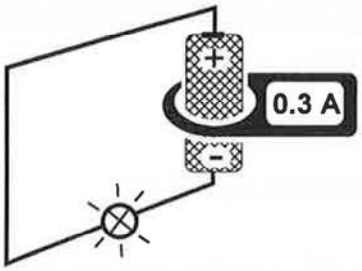


Abb. 9: Der Strom in einer Batterie.

Die Stromzange wird über die Stabbatterie eines geschlossenen Stromkreises geführt. - Die Stromstärke ist überall konstant, eben auch durch die Batterie (Abb. 9).

Die Batterie darf aber keine Ferromagnetika enthalten, da diese das Magnetfeld beeinflussen. Leider sind FeNi-Zellen oder Batterien mit Stahlmantel ungeeignet. Verwendbar sind Duplex-Batterien. Ihre Abmessungen sind günstig, und zu der Spannung von 3 V gibt es Lämpchen mit gut meßbaren Lastströmen, z.B. von 0,4 A.

Auch in der physikalischen Forschung bleibt anschauliches Vorstellen ein unverzichtbarer - wenn auch nicht unfehlbarer - Wegweiser unseres Orientierungsvermögens. (Heege, 1984, S. 3). Erst recht dürfte kaum zu bezweifeln sein, daß in der Sekundarstufe I bildhaft-anschauungsorientierte Vorstellungen zum Strombegriff eine Hilfe sein können.

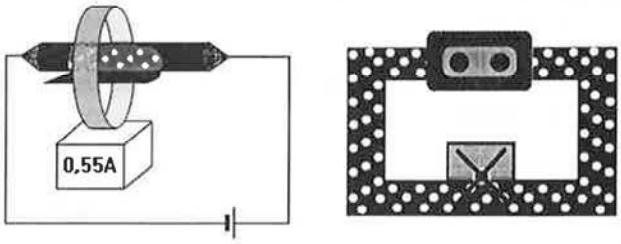


Abb. 10: Bildschirmausdrucke zweier Computer-Animationen. Die Driftgeschwindigkeit der Ladungsträger ist proportional zur gemessenen Stromstärke.

Eine neue Möglichkeit, die der Computer im Gegensatz zu Schulbüchern und Filmen bietet, ist die Kopplung von dynamischen Vorstellungsbildern mit Realdaten, hier mit einer Strommessung. Die Bedeutung der physikalischen Größe innerhalb eines Modells wird dabei direkt verdeutlicht. Exemplarisch seien zwei Computer-Animationen vorgestellt (Abb. 10). Sie sollen helfen, gleich nach den ersten experimentellen Erfahrungen angemessene Modellvorstellungen zu entwickeln. In Anlehnung an das Drude-Modell wird die mittlere Driftgeschwindigkeit der Ladungsträger proportional zur momentan gemessenen Stromstärke vom Computer eingestellt.
In dem zweiten Modell (Abb. 10, rechts) wird speziell auch der Energietransfer angesprochen, der ohne zeitliche Verzögerung mit dem Strom einsetzt.

An dieser Stelle können die Grenzen der Vorstellungsbilder nicht diskutiert werden. Wie prinzipiell alle Modelle können und sollen sie jeweils nur bestimmte Teilaspekte der Realität verdeutlichen. (Diese Tatsache sollte ebenfalls den Schülern bewußt werden.)

Schnelle und flexible Messungen an Stromverzweigungen können zum direkten Prüfen von Aussagen oder dem experimentellen Auffinden von Gesetzmäßigkeiten dienen. Die

Stromzange wird einfach um die entsprechende Stelle geklemmt. Dabei ist jeweils auch die räumliche Zuordnung des Meßwertes ganz offensichtlich.
Aus den Untersuchungen von Caillot und Chalouhi (1984), die sich mit dem visuellen Erkennen von Schaltkreisen befaßt haben, läßt sich wohl auch schließen, daß Zuordnungen zwischen Symbolik bzw. Schaltskizze und Realität schon früh und intensiv einzuüben sind.

Entsprechende Aufgabenstellungen lassen sich bei Messungen mit der Stromzange leicht integrieren, wobei neben der räumlichen Flexibilität die deutlich erkennbare Positionszuordnung vorteilhaft ist. Ausdrucksstarke und zeitökonomische Darstellungen werden vor allem am Computer möglich. So gehört der folgende Bildschirmausdruck zu einem Programmbeispiel, mit dem die Meßergebnisse in einer Art "schneller Feldstudie" auf dem Monitor zusammengestellt werden (Abb. 11).

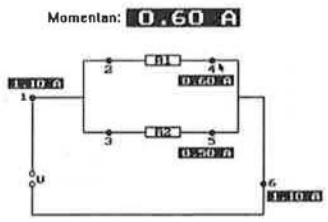


Abb. 11: Bildschirmkopie aus einem Programm, mit dem die Meßdaten in Schaltskizzen angezeigt werden können.

Gemäß der Schaltskizze sind die numerierten Positionen im realen Aufbau zu lokalisieren und dort die Stromstärken zu bestimmen. Ein Meßwert wird dann auf Tastendruck registriert und an entsprechender Position gezeigt.

Die Zuordnungen werden schwieriger, wenn die Geometrie des experimentellen Aufbaus stärker von der Darstellung in der Schaltskizze abweicht. So lassen sich zur Übung verschiedene, u.U. nur topologisch abgeänderte Schaltskizzen vorgeben und untersuchen (Abb. 12). Aber auch die Wirkung von strukturellen Änderungen am Stromkreis ist mit der Stromzange schnell zu erfassen und mit dem Programm dokumentierbar.

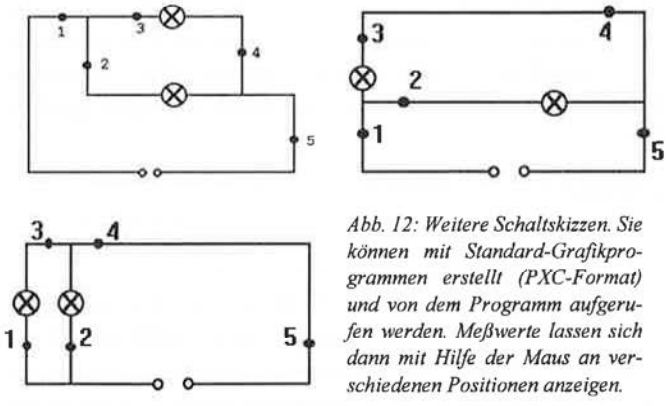


Abb. 12: Weitere Schaltskizzen. Sie können mit Standard-Grafikprogrammen erstellt (PXC-Format) und von dem Programm aufgerufen werden. Meßwerte lassen sich dann mit Hilfe der Maus an verschiedenen Positionen anzeigen.

Solche Analysen können als Übungen gedacht sein oder zum 1. Kirchhoffschen Gesetz hinführen. In der nächsten Applikation läßt sich die Knotenregel dann für verschiedene Quellenspannungen und Widerstände dynamisch prüfen (Abb. 13).

Ziel dieser Darstellung ist es, gleich mehrere Meßwerte in Echtzeit bildhaft übersichtlich anzuzeigen, sie zu vergleichen und direkt den entsprechenden Positionen in der Schaltskizze zuzuordnen. Die Meßwertanzeigen lassen sich zudem mit der Maus einfach auf dem Bildschirm verschieben, so daß auch Messungen an anderen Positionen zu verdeutlichen sind.

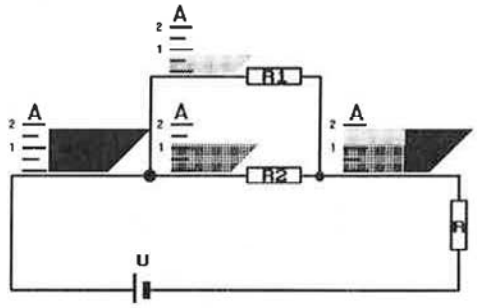
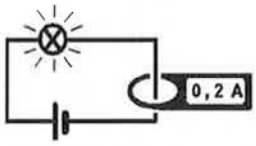


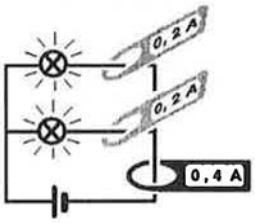
Abb. 13: Meßwerte werden bildhaft-symbolisch in Schaltskizzen angezeigt und miteinander verglichen.

Vorbereitende Experimente zum Spannungsbegriff

In der nachfolgenden Versuchsreihe wird vorausgesetzt, daß der elektrische Strom als Ladungstransport verstanden ist. Mit dem Stromfluß verbunden ist die Umwandlung von elektrischer Energie in andere Energieformen (Licht, Wärme, mechanische Energie). Wenn jedoch der Energie- bzw. Leistungsbegriff im Unterricht noch nicht verfügbar ist, orientieren sich die Betrachtungen allgemeiner an Auswirkungen des Stromes. Damit wird auch in dem folgenden kurzen methodischen Entwurf gearbeitet. Eine wesentliche Rolle spielen spontane Strommessungen an verschiedenen Stellen im Kreis.



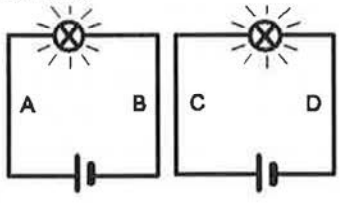
1. In dem links skizzierten einfachen Stromkreis hat der Stromfluß eine Auswirkung auf die Glühlampe - sie leuchtet.



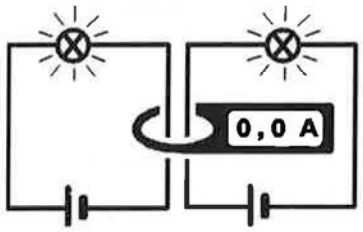
2. Durch Parallelschalten einer identischen Lampe wird der Effekt verdoppelt und zwei Glühlampen leuchten. Messungen mit der Stromzange geben einen raschen Überblick über die fließenden Ströme: Die Gesamtstromstärke hat sich verdoppelt. (Wegen ihres kleineren Innenwiderstandes sind hier Akkus als Stromquellen günstiger als Batterien.)

Eine Verdopplung der Auswirkung ist aber nicht nur über die zweifache Stromstärke zu erreichen. Dies verdeutlichen die folgenden Messungen:

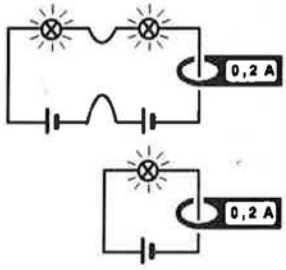
3. Als Ausgangssituation dient der Trivialfall zweier identischer Stromkreise (z.B. realisiert an einem Steckbrett mit Elasta-Kabeln). Messungen mit der Stromzange bestätigen schnell, daß die Ströme in den Leitern A, B, C, D bis auf die Richtungen gleich sind.



4. Werden Leiter B und C gleichzeitig von der Meßzange umfaßt, zeigt das Gerät null Ampere an. Dies ist auch plausibel, wenn man die Definition der Stromstärke einbringt: Pro Zeiteinheit werden durch die Meßöffnung gleich viele Ladungen in beide Richtungen transportiert. Die Bilanz ist ausgeglichen.



5. Unter dem Aspekt des Ladungstransports ist es daher nicht mehr besonders verwunderlich, wenn nach einem kleinen Umbau in die rechts skizzierte Serienschaltung die Glühbirnen genauso hell leuchten wie zuvor. Insbesondere wird der gleiche Effekt erreicht wie im Versuchsteil 2: Zwei Lampen leuchten. - Jetzt allerdings ohne Verdopplung der Stromstärke.



Damit ist aber auch klargestellt, daß die elektrische Stromstärke als Grundlage für die Beschreibung von Stromkreisen allein nicht genügt. Eine weitere Beschreibungsgröße wird nötig, um die Auswirkungen erklären zu können. Ausgehend vom Verständnis des Stromes als Ladungstransport und anknüpfend an die obige Versuchsreihe, bietet sich folgende Möglichkeit zur Einführung der elektrischen Spannung an: Sie soll Auswirkungen quantifizieren, die der Transport einer Ladungseinheit hat. Ziel ist letztlich ein Verständnis der Spannung als Arbeitsfähigkeit je Ladung bzw. als Arbeit pro Ladung auf dem Weg zwischen zwei Positionen des Stromkreises.

Neue experimentelle Zugänge

Mit der Stromzange eröffnen sich neue experimentelle Zugänge zu elektrischen Phänomenen:

• Der Strom durch eine Leuchtstoffröhre kann direkt gemessen werden, indem man einfach die Stromzange um die Röhre klemmt. Erst dabei fällt vielleicht auf, daß er relativ groß ist, scheinbar zu groß, wenn man von der Nennleistung der Lampe ausgeht. Er ist ebenfalls größer als der Strom in den Zuleitungen zur Lampe. Hier bietet sich ein ebenso einfach realisierbares wie interessantes Einstiegsexperiment zum Thema Leistungsfaktor bei Wechselströmen an.

• Ebenfalls direkt an Ort und Stelle und ohne Aufwand ist der Strom in einem Elektrolyten meßbar, z.B. an den Glasröhren eines Hofmannschen Wasserzersetzungsapparates.

• Schließlich kann ganz augenfällig der Kurzschlußstrom und damit der Innenwiderstand einer Taschenlampenbatterie im Freihandexperiment bestimmt werden. Dabei läßt sich auch zum Problem der Rückwirkung von Messungen überleiten. Ein weiterer Ansatzpunkt dazu wäre die Diskussion der strom- oder spannungsgenauen Widerstandsmessung mit herkömmlichen Geräten bzw. bei Verwendung einer Stromzange. (Meßtechnische Grenzen sind allerdings mit zu bedenken.)

• Als Beispiel für eine zeitlich hochauflösende Messung mit der Stromzange läßt sich das Einschaltverhalten einer Glühbirne betrachten. In Verbindung mit einer praktisch trägheitslosen Meßwertepräsentation am Computer wird der hohe Anfangsstrom und sein Absinken mit Erwärmen der Glühwendel auch in Echtzeit gut erkennbar. In einer Fortführung ist daneben die elektrische Leistung und die Beleuchtungsstärke, gemessen mit einer Fotodiode, für verschiedene Ströme und Spannungen in Echtzeit anzeigbar (Abb. 14). Die zeitlichen Verzögerungen sind z.B. bei einer niederfrequenten Wechselspannung von ca. zwei Hertz sehr gut erkennbar.

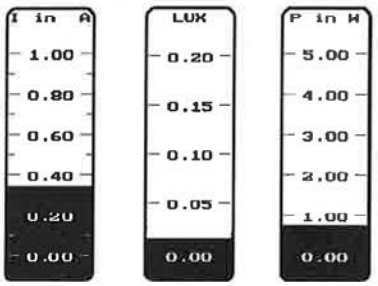


Abb. 14: Mit dem Computer werden Strom und Leistung einer Glühlampe direkt neben der Beleuchtungsstärke (gemessen mit einer Fotodiode) angezeigt.

Abrundung und Ausblick

Auf die zahlreichen Anwendungsmöglichkeiten für die Sekundarstufe II sei in diesem Rahmen nur hingewiesen. Die Signalerfassung ohne Meßwiderstand, speziell in der Wechselstromlehre, oder die Stromzange selbst, als ein Beispiel für die meßtechnische Nutzung des Hall-Effekts und des Ferromagnetismus, sind nur zwei Anknüpfungspunkte. Inhaltliche Weiterführungen und Vertiefungen bieten sich auch im Physikstudium an: Offensichtlich macht es keinen Unterschied, ob der Strom am Rand, in der Mitte, senkrecht oder schräg den Meßring durchfließt. Experimentelle Hilfen und Ansatzpunkte für Betrachtungen zur magnetischen Induktion und zum Feldlinienverlauf in ferromagnetischen Ringen oder / und zum Ampereschen Verkettungssatz sind somit ebenfalls naheliegend.

Literatur

Caillot M., Chalouhi E. (1984): *Problemlösen im Bereich der E-Lehre*; Der Physikunterricht 18, 2, 36-45.

Girwidz R. (1993a): *Neue Möglichkeiten der Strommessung im Physikunterricht*; Physik und Didaktik 1/1993, 65-74.

Girwidz R. (1993b): *Die Stromzange, eine neue experimentelle Unterrichtshilfe*; in W. Schneider (Hrsg.), Wege in der Physikdidaktik Bd. 3 (S.313-322). Erlangen: Palm & Enke.

Heege R. (1984): *Vorbemerkungen* zum Themenheft Anschaulichkeit und Beziehungsdenken; Der Physikunterricht 18,1,3.

Pfundt H., Duit R. (1991): *Bibliographie Alltagsvorstellungen und naturwissenschaftlicher Unterricht*; 3. Aufl., Kiel, IPN.

Rhöneck, Chr. v. (1991): *10 Jahre Untersuchungen von Schülervorstellungen - Ertrag und Perspektiven*; in W. Kuhn (Hrsg.), Vorträge Physikertagung 1991 Erlangen (S.90-108). DPG-Fachausschuß Didaktik der Physik.

Versuche mit flüssigem Stickstoff N_2 bei -196 °C

Gerda Stingeder und Walter Schrittwieser

Vorsichtsmaßnahmen

Arbeitshandschuhe anziehen!
Behälter mit flüssigem Stickstoff nie fest verschließen!
Styroporplatte unter Glasbehälter legen!

Materialliste

- Arbeitshandschuhe
- Kupfersulfat, Schwefel, Mennige, 3 Proberöhren, 4 Bechergläser
- 2 Luftballons, 1 Kunststoffschüssel
- Kühlfalle, Schlauch, Schlauchbinder, Propangas
- Ethanol, Farbstoff; 1 Proberöhre, Stoppel mit Glasrohr, Holzzange
- Eisenring mit passender Eisenkugel
- Banane, Blume, Frankfurter, Holzbrett, Nagel, Hammer
- Gummischlauch, Bleirohr (ca. 25 cm lang)
- Glühlampe (Autolampe: 12 V/40 W), Stromquelle mit Kabeln, Eisendraht (Querschnitt 0,5 mm oder schwächer - Blumendraht) ca. 2 m lang, ev. auch Amperemeter
- HT-Supraleiter, Styroporwanne, starker Magnet, Kunststoffpinzette, Magnetnadel
- Standzylinder, warmes Wasser, Farbstoff (Kaliumpermanganat oder Resorzin oder Fluoreszin (sehr teuer) oder Lebensmittelfarbe), Laborboy, OH-Projektor

Versuche mit flüssigem Stickstoff

1. Veränderung der Farbe

Versuchsmaterial
Kupfersulfat, Schwefel, 2 Proberöhren, Becherglas, flüssiger Stickstoff

Durchführung
Kupfersulfat und Schwefel ca. 3 cm hoch in Proberöhren füllen. Die Proberöhren in ein Becherglas stellen und flüssigen Stickstoff einfüllen.

Ergebnis: Nach kurzer Zeit werden die Farben sehr hell.

2. Volumsänderung

2.1. Gase

Luft

Versuchsmaterial
Luftballon, Kunststoffschüssel, flüssiger Stickstoff

Durchführung
Den Luftballon aufblasen, zubinden und in die Kunststoffschüssel legen. Flüssigen Stickstoff darüber leeren.

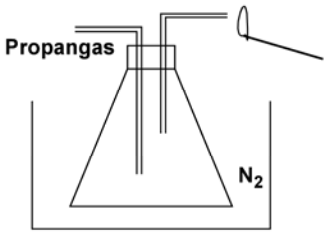
Ergebnis
Luft wird flüssig. Das Volumen der Luft im Ballon wird durch die Abkühlung sehr klein.

Anwendung: Flüssigkeiten brauchen weniger Raum als Gase: Atemluft für Piloten in Dewar, Luft für Taucher, flüssiger Sauerstoff als Raketentreibstoff.

Propangas

Versuchsmaterial
Kühlfalle, Schlauchbinder, Schlauch, Propangas, flüssiger Stickstoff

Durchführung
Zuerst die Gasflasche und die Kühlfalle mit einem Schlauch verbinden (Schlauchbinder!). Die Kühlfalle in den flüssigen Stickstoff stellen, das Propangas aufdrehen und bei der zweiten Kühlfallenöffnung anzünden.



Ergebnis
Die Flamme erlischt bald, weil das Propangas flüssig wird und nicht mehr austritt.

Durchführung
Erdgasflasche abdrehen. Die Kühlfalle aus dem flüssigen Stickstoff nehmen. Etwas stehen lassen und dann das Propangas abfackeln.

Anwendung: Erdgastransport im Kühlschiff, Erdgastank

2.2. Flüssigkeiten

Versuchsmaterial
Ethanol gefärbt, Proberöhre, Gummistopfen mit Glasrohr, Becherglas, Holzzange, flüssiger Stickstoff

Durchführung: Gefärbtes Ethanol in die Proberöhre füllen und verschließen. Mit der Holzzange die gefüllte Proberöhre in flüssigen Stickstoff halten.

Ergebnis: Das Volumen wird kleiner.

2.3. Feststoffe

Versuchsmaterial:
Eisenring und Eisenkugel, flüssiger Stickstoff

Durchführung: Zuerst zeigen, daß die Kugel durch den Ring paßt. Danach den Eisenring in flüssigen Stickstoff halten.

Ergebnis
Die Kugel bleibt wegen der Volumsänderung stecken.

Anwendung: Einziehen von Lagern

3. Auswirkung auf Zellgewebe

Versuchsmaterial
Blume, Banane, Frankfurter, Nagel, Holzbrett, Hammer, flüssiger Stickstoff

Durchführung
1. Die Blume in flüssigen Stickstoff legen, sie gefriert und läßt sich mit einem Hammer zerschlagen.
2. Die Banane etwas länger in flüssigen Stickstoff legen. Man kann mit ihr den Nagel ins Holz schlagen.
3. Frankfurter in flüssigen Stickstoff legen. Nun kann man es leicht brechen. Hinweis: Tiefgefrorene Finger würden auch brechen!

Verwendung
Unblutige Zellzerstörung (Gehirnoperation, Warzen), Konservierung von Zellen (Blutkonservierung, Knochenmark, Hornhaut, Spermazellen für Rinder- und Schweinezucht)

4. Veränderung der Verformbarkeit

4.1. Splitternder Gummischlauch

Versuchsmaterial
Gummischlauch, Hammer, flüssiger Stickstoff

Durchführung
1. Mit dem Hammer auf den Gummischlauch schlagen: der Gummischlauch ist elastisch
2. Den Gummischlauch in flüssigen Stickstoff legen, herausnehmen: durch einen Schlag mit dem Hammer zersplittert der Gummischlauch.

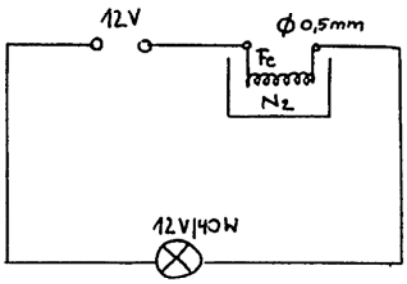
4.2. Klingendes Bleirohr

Versuchsmaterial
25 cm langes Bleirohr an Schnur befestigt, Hammer, flüssiger Stickstoff

Durchführung
1. Bleirohr an Schnur halten und mit Hammer anschlagen: es entsteht kein Ton
2. Bleirohr etwas länger in flüssigen Stickstoff einlegen, herausnehmen und mit dem Hammer anschlagen: es klingt

Erkenntnis: Bei tiefen Temperaturen ist das Bleirohr elastisch, bei Zimmertemperatur plastisch.

5. Änderung des elektrischen Widerstandes



Versuchsmaterial
Eisendraht (d = 0,5 mm; ca. 1,5 m lang), Lampe (12 V/40 W), Stromquelle, flüssiger Stickstoff

Durchführung
Stromkreis (siehe Skizze) aufbauen, Spannung konstant halten (Lampe soll nicht sehr hell leuchten). Anschließend gewendelten Eisendraht in flüssigen Stickstoff legen.

Erkenntnis
Der Widerstand ist temperaturabhängig und sinkt mit abnehmender Temperatur und daher leuchtet die Lampe heller.

6. HT (Hochtemperatur) - Supraleiter

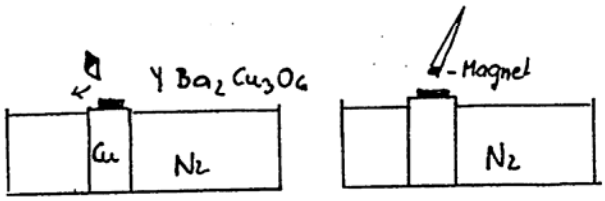
6.1. HT-Supraleiter- Magnetfeld

Versuchsmaterial
HT-Supraleiter auf Kupferblock, Styroporwanne, flüssiger Stickstoff, starker Magnet, Kunststoffpinzette, Magnetnadel

Durchführung
Das Kupferrohr mit dem HT-Supraleiter in flüssigen Stickstoff eintauchen. Nach einiger Zeit eine Magnetnadel dem HT-Supraleiter nähern.

Ergebnis: Beide Pole werden abgestoßen.

Erkenntnis
Der HT-Supraleiter ist im kalten Zustand diamagnetisch. (Es werden Kreisströme induziert, deren Magnetfeld dem äußeren Magnetfeld entgegengesetzt ist.)



6.2. HT-Supraleiter- Temperaturänderung

Versuchsmaterial: siehe 6.1.

Durchführung
Auf den kalten HT-Supraleiter legt man mit der Kunststoffpinzette den Magnet. Der Magnet schwebt. Wärmt man den HT-Supraleiter durch Anblasen auf, sinkt der Magnet. Er steigt bei Abkühlung. → Magnetfeldverdrängung.

7. Hexenküche

Versuchsmaterial
Standzylinder, Resorzin, warmes Wasser, flüssiger Stickstoff, OH-Projektor, Laborboy

Durchführung
Den Standzylinder halb mit Wasser füllen, auf Laborboy stellen und von der Seite mit OH-Projektor beleuchten. Wasser mit Resorzin färben und flüssigen Stickstoff in den Standzylinder leeren.

Ergebnis: starke Nebelbildung

8. "Heiße Herdplatte"

Versuchsmaterial
Lehrertischplatte, flüssiger Stickstoff

Durchführung
Flüssigen Stickstoff auf die Tischplatte leeren. Vorsicht: genügend Abstand zu den ersten Schülern!
Flüssigen Stickstoff über die senkrecht aufgestellte Handfläche leeren (Leidenfrost-Phänomen).

Ergebnis
Die Tischplatte hat eine viel höhere Temperatur als flüssiger Stickstoff. Analogon: Wasser auf heißem Herd.

Bezugsquellen für LN_2

UNIONGASE: Erdbergstraße, Wien, Tel.:74011
Tieftemperaturinstitut Universität Wien, Boltzmanng. 5,
Parterre, 1090 Wien, Tel.: 31367-3280 (Doz. Dr. Gröger)
Landwirtschaftlich-chemische Bundesanstalt:
Rottenhauserstr. 32, 3250 Wieselburg,
Tel.: 07416/52203 (Ing. H. Eder)
Tieftemperaturanlagen TU-Wien,
Prof. Steiner, Tel.: 58801-5636

Wie können wir im Strassenverkehr Energie sparen?

Schüler der 3. Klasse HS Wieselburg

In den Großstädten und auch in ländlichen Gebieten wird der Verkehr immer mehr. Leute, die am Land wohnen und täglich zur Arbeit in eine weiter entferntere Stadt pendeln müssen, sollten nach Möglichkeit auch den Wohnsitz dort hin verlegen. Menschen, die zu viert oder zu fünft in der selben Firma arbeiten, sollten Fahrgemeinschaften bilden. Oder ein anderes Thema Einkaufen. Manche Hausfrauen fahren jeden Tag einkaufen, anstatt einmal in der Woche einen Großeinkauf zu tätigen.

Urlaub: Zu Ferienbeginn gibt es massenhaft Staus auf der Autobahn, doch hat man schon jemals einen Zugstau gesehen? Nein, das gibt es nicht. Also könnte man doch mit dem Zug auf Urlaub fahren, anstatt mit dem Auto. Für diesen Zweck bieten sich sogar Auto-Reisezüge an. Wenn man mit dem Zug in den Urlaub fährt, kann man sich entspannen. Mit der Bahn passieren viel weniger Unfälle als mit dem Auto. Wie oft liest man in Zeitungen: "Autounfall auf der Südautobahn - 3 Tote". Sogar in den Städten, wo manche Menschen glauben, mit dem Auto sei man schneller, ist man mit der Bahn oder mit öffentlichen Verkehrsmittel rascher an seinem Ziel als mit dem treibstoffverbrauchenden Auto.

Und noch ein Thema: Wieviele Leute fahren oft einen ganzen Tag mit dem Auto und müssen dann oft in überfüllten Raststätten ihr Mittagessen einnehmen. Doch im Zug ist das ganz anders und gemütlicher. Man kann sich in den Speisewagen setzen und sich die feinsten Menüs bringen lassen. Außerdem kann bei nächtlichen Bahnfahrten der Schlafwagen benützt werden, so kommt man dann gut ausgeschlafen am nächsten Tag am Reiseziel an. Es gibt sehr viele Leute, die die kürzesten Strecken mit dem Auto zurücklegen, anstatt diese mit dem Fahrrad zu fahren oder sie zu Fuß zu bewältigen. Radfahren ist nicht umweltschädigend und außerdem ist es gesund für den menschlichen Körper.

- Wenn man schon mit dem Auto fährt, dann gibt es viele Möglichkeiten, benzinsparend und umweltbewußt zu fahren:
- Man könnte Energie sparen, wenn man bei Eisenbahnübergängen und Kreuzungen den Motor abstellt.
- Unnützes Gewicht im Kofferraum sollte man auch vermeiden.
- Dachgepäck und Schiträger sollten nur bei Verwendung montiert werden.

Beim Autokauf sollte man bereits berücksichtigen, daß es Autos mit besonders geringen Treibstoffverbrauch (daher auch umweltfreundlich) gibt.

Sparen beim Fahren!

Wer umweltfreundlich fährt, spart sich selbst Geld und der Umwelt Belastungen. Legt jemand mit dem Auto 12000 Kilometer im Jahr zurück, ergibt das bei einem durchschnittlichen Benzinverbrauch von 10 Litern auf hundert Kilometer insgesamt 1200 Liter. Der Liebling auf vier Rädern schlägt sich ganz schön auf die Geldbörse: Bei rund 12000 Kilometer im Jahr fallen rund 10000 Schilling Benzin an, dazu noch die Versicherung, Reparaturen, Verbrauchsabgabe, Strafmandate - also locker insgesamt 30.000,-- (je nach Autoklasse natürlich verschieden!). Und da sind die Anschaffungskosten noch gar nicht eingerechnet!

Um ein Zehntel davon gibt es bereits eine Jahresnetzkarte der Wiener Verkehrsbetriebe.

Übrigens: Würde jeder der vier Millionen österreichischen Autofahrer nur fünf Prozent Sprit einsparen, wären dies 240 Millionen Liter im Wert von rund zwei Milliarden Schilling!

Teures Auto! 88% der österreichischen Verkehrsenergie-Bilanz werden für den fahrbaren Untersatz aufgewendet, nur sieben Prozent für die Luftfahrt, drei Prozent für den Schienenverkehr und nur zwei Prozent für die Schiffahrt.

Was kann ich tun?

Überlege gemeinsam mit Deinen Eltern, welche (Auto-)Fahrten auch mit öffentlichen Verkehrsmitteln möglich wären. Fahrrad anstelle Mofa spart Geld und Energie.

Überlege, welche Urlaubsziele auch mit der Bahn bequem erreichbar sind.

Achte darauf, bei Reisevorbereitungen genügend Zeit zu haben, denn: Hetzen kostet nicht nur Nerven sondern auch Energie.

Unser Energiequiz

Wenn Ihr Euch die Zeitschrift durchgelesen habt, fällt es Euch sicher nicht schwer, diese Fragen zu beantworten:

1. Wie spart man Energie?
2. Wo braucht man besonders viel Energie?
3. Wieviele Stufen von Energie gibt es?
4. Zähle die einzelnen Energiequellen auf?
5. Wieviel Liter Benzin benötigt man ca. für 12000 km?
6. Wieviel Prozent Benzin müßten die 4 Millionen österreichischen Autofahrer einsparen, um rund zwei Milliarden Schilling zu sparen.

Abschied!

Leider muß ich mich jetzt von Euch verabschieden.
Doch vorher möchte ich Euch alle Mitwirkenden vorstellen : Unser Team setzt sich zusammen aus Andrea Schönbichler, Daniela Fallmann, Daniela Meyer, Doris Buchegger, Iris Halmschlager und Barbara Köberl.

Auflösung des Rätsels!

1. Licht abdrehen, Strom sparen, nicht zu viel Auto fahren, ...
2. bei einer Vollbremsung, beim Warmlaufenlassen des Autos, ...
3. 5
4. Wasserkraft, Sonnenenergie, Windenergie, Biomasse, Erdöl.
5. 1200 Liter
6. 5% Benzin

Autoren: Schüler der 3. Kl. HS Wieselburg, betreut von HOL W. Haslauer gem. mit Herrn HL Brandhofer und Frau HL Hörhan

Exkursionsangebot der Physikalischen Institute der Universität Wien im Juni 1995

jeweils um 9.00, 10.00, 11.00 und 12.00 nach telefonischer Vereinbarung.
Treffpunkt (wenn nicht anders vereinbart): Aula, Strudlhofgasse 4, 1090 Wien.
Bei Nichterreichen der gewünschten Anlaufstelle bitte Nachricht in einem der Institutssekretariate hinterlassen: Telefon 31367 DW 3003, 3200,3400,3500

▲: ab der 5. Klasse, ●: ab der 6. Klasse, ■: ab der 7. Klasse

Montag, 19.6.1995

● *Strukturumwandlung in Kristallen* — *Prof. Warhanek*
Messungen mit Ultraschall, Messungen der dielektrischen Eigenschaften und der spezifischen Wärme — 31367 3005, 3006(S)

■ *Elektronenmikroskopie* — *Prof. Karnthaler*
Durchstrahlungselektronenmikroskop, Elektronen als Wellen, Beugung am Kristallgitter, atomare Struktur verformter Metalle, Probenpräparation — 31367 3231, 3200(S)

Dienstag, 20.6.1995

■ *Evolution des Kosmos (Vortrag)* — *Prof. Aichelburg* 31367 3405, 3400(S)

■ *Hochtemperatursupraleitung: Keramische Supraleiter mit* — *Prof. Kuzmany*
Übergangstemperaturen oberhalb von 100 K, Demonstration der Magnetfeldverdrängung im supraleitenden Zustand (schwebender Magnet) — 31367 3206, 3200(S)

■ *Computersimulation: a) PC im Unterricht* — *Prof. Vesely*
b) Einsatz von Computern in der Forschung (Überblick) — 31367 3003 (S)

Mittwoch, 21.6.1995

● *Röntgenstreuung* — *Doz. Fratzl*
Bestimmung von Kristallstrukturen, Beobachtung von Teilchen im Nanometerbereich, z.B. Ausscheidungen in einer Legierung — 31367 3242, 3200 (S)

● *Zucht von Einkristallen* — *Dr. Fuith*
Zucht aus Lösungen, Bestimmung von Fehlstellen durch Röntgenstrahlung und Beobachtung im Mikroskop — 31367 3039, 3043, 3006 (S)

Donnerstag, 22.6.1995

▲ *Luftverflüssigung* — *Doz. Gröger* 31367 3280, 3200(S)
Thermodynamische Hauptsätze, Maschinen, Stirling'scher Kreisprozeß, Experimente zu den Eigenschaften und der Verwendung von flüssigem Stick- und Sauerstoff — *Dr. Sachslehner* 31367 3280, 3200(S)

▲ *Verformung von Metallen* — *Dr. Pichl* 31367 3255, 3200(S)
Glühen und Schmelzen von Metallen mit Hochfrequenzheizung, Verformen und Zerreißen von Proben mit hydraulischer Zugprüfmaschine - Belastung bis 5 Tonnen

▲ *Photovoltaik-Strom aus der Sonne* — *Dr. Schlosser* 563408/27
Vorführung und Diskussion der Grundlagen von photovoltaischen Solarzellen und ihrer Anwendungsmöglichkeiten

Freitag, 23.6.1995

■ *Altersbestimmung* — *Dr. Pak* 31367 3514, 3500(S)
Uran-Serienmethode zur Altersbestimmung, 14C-Methode Holz- und Knochenproben, kernphysikalische Meßtechnik — *Dr. Leitner-Wild* 31367 3506

■ *Experimentieren mit dem Teilchenbeschleuniger* — *Doz. Winkler* 31367 3504, 3500(S)
Produktion schneller Neutronen durch Kernreaktionen Neutronenspektroskopie (Flugzeitmessung), Registrierung und Verarbeitung elektronischer Signale

● *Umweltradioaktivität* — *Dr. Friedmann* 31367 3510, 3500(S)
Vorkommen der natürlichen Radionuklide, quantitative Erfassung durch Gammaspektroskopie, Radon in der Luft

Montag, 26.6.1995

■ *Elementarteilchen (Vortrag)* — *Prof. Pietschmann* 31367 3401, 3400(S)
Aufbau der Materie, Kräfte zwischen den Urbausteinen, Quarks etc., Symmetrien

■ *Mit Rissen Leben?* — *Prof. Weiss* 31367 2510, 3200(S)
Rißentstehung und Rißwachstum, Bruch, Lebensdauervorhersagen, Untersuchung von klassischen und Hochleistungswerkstoffen mit dem Rasterelektronenmikroskop

Dienstag, 27.6.1995

▲ *Luftverflüssigung* — *Doz. Gröger* 31367 3280, 3200(S)
Thermodynamische Hauptsätze, Maschinen, Stirling'scher Kreisprozeß, Experimente zu den Eigenschaften und der Verwendung von flüssigem Stick- und Sauerstoff — *Dr. Sachslehner* 31367 3280, 3200(S)

▲ *Verformung von Metallen* — *Dr. Pichl* 31367 3255, 3200(S)
Glühen und Schmelzen von Metallen mit Hochfrequenzheizung, Verformen und Zerreißen von Proben mit hydraulischer Zugprüfmaschine - Belastung bis 5 Tonnen

Mittwoch, 28.6.1995

■ *Innovative Werkstoffe, Entwicklung und Prüfung* — *Doz. Kromp* 31367 3237, 3200(S)
Flugzeuglegierungen, Materialien im KFZ-Bau, Untersuchung mechanischer Eigenschaften, Ermüdung, Riß- und Bruchbildung, Betriebsfestigkeitsprüfung

■ *Messung der Lichtgeschwindigkeit im Labor* — *Dr. Krexner* 31367 3047, 3003(S)
Ausbreitungsgeschwindigkeit von Gammaquanten, Messung von Zeiten im Picosekundenbereich, Anwendungen

■ *Röntgenfluoreszenzanalyse: zerstörungsfreie, quantitative* — *Dr. Berner* 31367 3036, 3003(S)
Methode, Anregung durch Strahlung (radioaktiv, Rö) *Massenspektroskopie:* Ultrahochvakuumtechnik, Sekundärionenemission und Massenspektroskopie mit Quadrupol — *Doz. Klaus* 31367 3050, 3003(S)

FACETTEN –

Die anspruchsvolle Sachbuchreihe von Vieweg

Giuseppe Caglioti

Symmetriebrechung und Wahrnehmung

Beispiele aus der Erfahrungswelt

1990. X, 202 S., 41 Abb., 13 Taf. Geb. öS 406,–
ISBN 3-528-08914-8

Michael Eckert

Die Atomphysiker

Eine Geschichte der theoretischen Physik am Beispiel der Sommerfeldschule

1993. VIII, 300 S. mit 24 Abb. Geb. öS 421,–
ISBN 3-528-06500-1

Der Autor zeigt, daß die theoretische Physik sich zu einer der modernen Wissenschaften des 20. Jahrhunderts entwickelte, weil soziale Faktoren wie persönliche Anerkennung, missionarischer Eifer beim Verbreiten eigener Ideen, Fortschrittsglauben, wirtschaftliche Randbedingungen, Erwartungen des Staates (Atombombe!), Nationalismus, Erwartungen der Wirtschaft, Wissenschaft als Kulturgut ... eine entscheidende Rolle spielten.

Gennady Gorelik

"Meine antisowjetische Tätigkeit..."

Russische Physiker unter Stalin

1994. Ca. 300 S. Geb. ca. öS 386,–
ISBN 3-528-06584-2

Im Jahr 1991 bekam der russische Physikhistoriker Gennady Gorelik die einmalige Möglichkeit, die Geheimdienstakten führender sowjetischer Physiker in der Zeit des Stalinismus einzusehen und Teile daraus zu veröffentlichen. Er beschreibt in diesem Buch den Lebens- und Leidensweg einer jungen, unbequemen Elite in den 30er Jahren, aus der z.B. der spätere Nobelpreisträger Lew D. Landau hervorging, aber berichtet auch von jenen, die den stalinistischen Säuberungen zum Opfer fielen.

John R. Huizenga

Kalte Kernfusion

Das Wunder, das nie stattfand

Aus dem Amerik. übers. von Margrit Lingner. Mit einem Vorwort von Wolfgang Schmickler.
1994. VI, 311 S. Geb. öS 437,–
ISBN 3-528-06614-8

Im Frühjahr 1989 behaupteten M. Pons und B. S. Fleischmann von der Universität Utah, die bisher nur bei höchsten Temperaturen ablaufende Kernfusion im Reagenzglas bei Raumtemperatur durchgeführt zu haben. Sie lösten eine Sturmflut von Medienberichten und Hektik bei ihren wissenschaftlichen Kollegen aus, die sofort anfingen, die Ergebnisse nachzuvollziehen. Der Autor dieses spannenden Buches war in der Kommission tätig, die den Rechtsanspruch der Wissenschaftler auf eine der wichtigsten Entdekkungen dieses Jahrhunderts überprüfte.

Karl von Meyenn (Hrsg.)

Quantenmechanik und Weimarer Republik

1994. X, 405 S. Geb. öS 453,–
ISBN 3-528-08938-5

Wie sehr physikalische Theorien "Kinder ihrer Zeit" sind, also im gesellschaftlich-kulturellen Rahmen ihrer Entstehungsphase betrachtet werden müssen, hat der amerikanische Wissenschaftshistoriker Paul Forman dargelegt. Seine These bildet den Mittelpunkt dieses Buches. Formans Versuch, die geistige Atmosphäre in den Jahren nach dem Ersten Weltkrieg wesentlich für die inhaltliche Gestaltung der Quantenmechanik verantwortlich zu machen, hat zahlreiche und heftige Reaktionen hervorgerufen. Der Herausgeber dieses Buches hat einige der interessantesten Beiträge dieser Debatte sowie Originalarbeiten von Physikern, die diesen Wandel des physikalischen Weltbildes beleuchten, zusammengestellt und setzt sich in seiner Einleitung mit der Frage "Ist die Quantentheorie milieubedingt?" auseinander. Ein umfangreiches Literatur- und Personenverzeichnis ermöglichen dem Leser, sich tiefer mit diesem Thema zu befassen.

Franco Selleri

Die Debatte um die Quantentheorie

3., überarb. Aufl. 1990. X, 212 S. Geb. öS 386,–
ISBN 3-528-28518-4

Pedro Waloschek

Als die Teilchen laufen lernten

Leben und Werk des Großvaters der modernen Teilchenbeschleuniger - Rolf Wideröe

1993. VI, 203 S. Geb. öS 375,–
ISBN 3-528-06567-2

Facetten der Physik; herausgegeben von Roman U. Sexl

Kurt Baumann und Roman U. Sexl

Die Deutungen der Quantentheorie

3., überarb. Aufl. 1987. X, 233 S. mit 14 Abb. Kart. öS 328,–
ISBN 3-528-28540-0

Albert Einstein

Grundzüge der Relativitätstheorie

6. Aufl. 1990. IV, 166 S. mit 6 Abb. Kart. öS 250,–
ISBN 3-528-16058-6

Albert Einstein

Über die spezielle und die allgemeine Relativitätstheorie

23. Aufl. 1988. X, 112 S. mit 4 Abb. Kart. öS 225,–
ISBN 3-528-16059-4

Fritz Fraunberger und Jürgen Teichmann

Das Experiment in der Physik

Ausgewählte Beispiele aus der Geschichte

1983. X, 278 S. Kart. öS 375,–
ISBN 3-528-08544-4

George Gamov

Mr. Tompkins' seltsame Reisen durch Kosmos und Mikrokosmos

Mit Anmerkungen "Was der Professor noch nicht wußte" von Roman U. Sexl

1980. XII, 182 S. mit 43 Abb. Kart. öS 297,–
ISBN 3-528-08419-7

Robert L. Weber und Eric Mendoza

Kabinett physikalischer Raritäten

Eine Anthologie zum Mit-, Nach- und Weiterdenken

3. Aufl. 1984. XIV, 210 S. Kart. öS 328,–
ISBN 3-528-28404-8

Verlag Vieweg • Postfach 58 29 • D-65048 Wiesbaden

Freihandexperiment

Flummies und die Gesetze der Physik

Helmut Kühnelt

Jedes Kind weiß, daß ein fallen gelassener Ball nicht höher zurückspringt, als seine Anfangshöhe war - in der Regel wesentlich weniger hoch. Ping-Pong-Bälle und Flummies sind da keine Ausnahme. Umso mehr verblüfft das folgende Freihandexperiment.

Auf einen Flummy setzen wir huckpack einen Ping-Pong-Ball oder einen kleinen Flummy und lassen beide vertikal über einander zu Boden fallen (s. Abb.). Um dies zu bewerkstelligen, kann man sich - mit wechselndem Erfolg - auf sein Geschick verlassen oder einen Trick verwenden (Halskrause, Klebstoff, Faden,...). Probieren Sie es aus, bevor Sie weiterlesen!

Zur Überraschung des Publikums springt der leichte Ball wesentlich höher zurück.

Neben der Frage *"Wie gestaltet man das Experiment optimal, läßt man nicht besser die Schüler selbst experimentieren?"* - eine Frage, die jede Leserin und jeder Leser für sich selbst beantworten muß, gilt es 3 Fragen zu klären:

1. *Wie kommt der Effekt zustande (qualitativ)?*
2. *Wie hoch kann der Ping-Pong-Ball im Idealfall springen (quantitativ)?*
3. *Was kann über den Versuch hinaus gelernt werden?*

1. Zur Klärung der ersten Frage teilen wir den Ablauf in 3 Phasen: In der ersten Phase zwischen Abwurf und Aufprall des unteren Balles (Ball 1) fallen die beiden Bälle jeweils gleich schnell.

Die zweite Phase beginnt mit dem Aufprall von Ball 1 am Boden, wobei er sich elastisch deformiert. Bewegungsenergie wird in elastische Energie, diese wieder in Bewegungsenergie umgewandelt. Ball 1 springt mit nahezu gleicher Geschwindigkeit (wenn wir für das Weitere auf die innere Reibung vergessen) zurück. Diese Phase dauert nur einige Millisekunden (wie läßt sich diese Behauptung überprüfen?) - zu kurz, um sie ohne Hilfsmittel zu sehen.

Phase 3 beginnt mit der Kollision der beiden Bälle. Im Laborsystem, im Bezugsystem von uns als Betrachtern, stoßen die beiden Bälle mit entgegengesetzt gleichen Geschwindigkeiten zusammen. Ball 1 wird als "schwerer Junge" die Kollision kaum merken, d.h. wenig Energie verlieren, für Ball 2 ist der Energieübertrag im Vergleich zur kinetischen Energie vor der Kollision groß, er wird erheblich höher zurückgeschleudert als erwartet.

2. Zur Klärung der zweiten Frage überlegen wir uns, welche Geschwindigkeit Ball 2 erreichen kann, aus $v_2' = \sqrt{2gh_2'}$ folgt dann die Rücksprunghöhe h_2'. Hier seien zwei Erklärungen angeboten: die begrifflich etwas schwierigere ohne Rechnung und eine Lösung mit Rechnung, aber weniger Durchblick.

a) Es wird nun Zeit, das Bezugsystem zu wechseln (wie ja oft ein Wechsel des Blickpunkts ratsam ist). Wir wechseln ins Schwerpunktsystem. Wodurch zeichnet sich das Schwerpunktsystem aus? Die Geschwindigkeiten der Körper werden relativ zum (bewegten) Schwerpunkt betrachtet, die Summe der Impulse relativ zum Schwerpunkt ist Null. Bei einem elastischen Stoß zweier Körper bleiben im Schwerpunktsystem die Geschwindigkeitsbeträge gleich, nur die Richtungen ändern sich.

In Phase 1 fallen beide Bälle mit gleicher Geschwindigkeit, mit ihnen fällt der Schwerpunkt; relativ zum Schwerpunkt bewegen sich die Bälle nicht.

Auf Grund des Massenverhältnisses bewegt sich der Schwerpunkt praktisch immer mit der Labor-Geschwindigkeit von Ball 1. Zu Beginn der Phase 3 (nach dem Rücksprung von Ball 1) bewegt sich der Schwerpunkt mit v nach oben, Ball 2 mit v nach unten. Im Schwerpunktsystem bewegt sich Ball 2 mit $2v$ gegen den Schwerpunkt, nach der Kollision daher mit $2v$ vom Schwerpunkt weg. Im Laborsystem wird daher Ball 2 im Idealfall mit $3v$ zurückspringen und daher (maximal) die neunfache Höhe erreichen.

b) Die Rechnung ist einfach. Bezeichnen wir die Geschwindigkeiten im Laborsystem vor dem Stoß mit v_1 und v_2, nach dem Stoß mit v_1' und v_2'. Beachten wir, daß vor dem Stoß die Geschwindigkeiten v_1 und v_2 gleich groß, aber entgegengerichtet sind und nur durch die Fallhöhe h bestimmt sind:

$$v_1 = v,\ v_2 = -v.$$

Der Impulssatz liefert uns:

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 v_1' + m_2 v_2'$$

Der Energiesatz liefert uns:

$$\frac{1}{2}(m_1 v_1^2 + m_2 v_2^2) = \frac{1}{2}(m_1 v_1'^2 + m_2 v_2'^2)$$

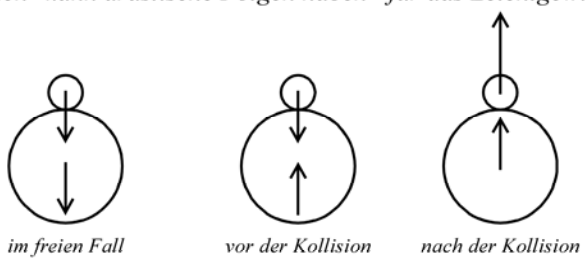
Division der Gleichungen und Umformung führt sofort auf:

$$v_2' = 3v\left(1 - \frac{4m_2}{3(m_1 + m_2)}\right)$$

Interessant sind die beiden Grenzfälle $m_2 \ll m_1$ und $m_1 = m_2$.

3. Doch was bringt das Experiment an Erkenntnis? Als Anwendungen seien genannt: Frontalkollision eines Kleinwagens mit LKW. Welche Chancen haben leichtgewichtige Eishokkeyspieler? Warum braucht man bei Crashtests nicht 2 Autos, warum reicht ein Betonklotz? Swing-by Manöver von Raumsonden an Planeten (s. Luchner, PLUS LUCIS 1/94). Tennisaufschlag.

Die Kollision eines Leichtgewichts mit einem "Schweren Burschen" kann drastische Folgen haben - für das Leichtgewicht!



Sturm im Wasserglas

Helmuth Mayr

Teeblätter-Ringelspiel

Geben Sie einige Teeblätter in eine größere, mit Wasser gefüllte Tasse. Wenn sich die Teeblätter mit Wasser vollgesogen haben und zu Boden gesunken sind, können Sie zwei interessante Beobachtungen machen:

1. Versetzen Sie die Tasse in Rotation und beobachten Sie das Verhalten der Teeblätter !

Oft genügt es, die Tasse am Henkel oder mit beiden Händen am Rand zu halten und wie einen Kreisel in Rotation zu versetzen. Wenn Sie für einen reibungsarmen Untergrund sorgen, etwa durch Bestreuen des Untergrundes mit kleinen Kugellager-Kugeln oder indem Sie die halbvolle Tasse in einem Wasserbad schwimmen lassen, können Sie den Vorgang besonders gut beobachten. Natürlich können Sie die Tasse auch auf dem Teller eines Plattenspielers rotieren lassen.

In jedem Fall können Sie feststellen, daß sich die Teeblätter während der Rotation der Flüssigkeit am Rand der Tasse sammeln.

2. Geben Sie abermals einige Teeblätter in die wassergefüllte Tasse und warten Sie wiederum, bis sich die Blätter mit Wasser vollgesogen haben und zu Boden gesunken sind. Nehmen Sie dann einen Löffel und rühren Sie kräftig um.

Nach dem Herausziehen des Löffels rotiert die Flüssigkeit einige Zeit weiter. Im Gegensatz zum vorigen Fall können Sie jetzt allerdings feststellen, daß sich die Teeblätter in der Mitte der Tasse sammeln.

Haben Sie eine Erklärung für diese beiden Vorgänge ?

Lösung

zu 1. Im ersten Fall erfahren die Teeblätter die Wirkung einer Zentrifuge. Die Geschwindigkeit der bodennahen Wasserschichten (wo das Wasser sofort in Bewegung gerät) ist größer als die Geschwindigkeit von Wasserschichten in größerer Höhe. Daher entsteht eine Zirkulation des Wassers, die bei der "unteren Mitte" beginnt, sich seitlich ausbreitet und in der Randzone nach oben gerichtet ist. Dadurch werden die Teeblätter zum Rand getrieben und lagern sich infolge ihrer Trägheit in Randnähe ab.

zu 2. Am 7. Jänner 1926 erklärte kein Geringerer als Albert Einstein in der Preußischen Akademie der Wissenschaften dieses Phänomen folgendermaßen:
Das rotierende Wasser unterliegt einer Zentripetalkraft. An den Wandungen wird das Wasser gebremst. Daher ist dort die Wasssergeschwindigkeit kleiner als im Inneren der Tasse. Insbesondere ist die Wassergeschwindigkeit (und damit die Kraftwirkung auf die Teeblätter) am Boden geringer als in der Höhe. Daher ergibt sich folgende Zirkulation des Wassers: Es sinkt am Tassenrand ab, fließt zur Mitte hin und steigt dort auf. Die "mitgerissenen" Teeblätter bleiben auf Grund ihres Gewichtes in der Tassenmitte am Boden liegen.

Anregung zu diesem Kleinexperiment aus:
Ernst Zeier *"Physikalische Freihandversuche - Kleine Experimente"* (s. Buchbesprechung in diesem Heft)

Ing. Mag. Helmuth Mayr, BG/BRG 15, Auf der Schmelz, 1150 Wien und AG Physikdidaktik am Institut für Theor. Physik, Univ. Wien

Meeresbrandung im Blumenkistchen

Nehmen Sie ein möglichst langes Kunststoff-Blumenkistchen und füllen Sie es etwa bis zur halben Höhe mit Wasser.

Schneiden Sie dann aus einem steiferen Stück Plastik, z.B. einem Ringmappen-Einlageblatt, einen längeren Streifen ab, dessen Breite gerade in das Blumenkistchen "paßt". Knicken Sie dann den Streifen so, daß er von der Seite gesehen die Form eines "L" hat. Durch Auf- und Abbewegen dieses L-förmigen Wellenerregers (an der Schmalseite des Blumenkistchens) können Sie Transversalwellen auf der Wasseroberfläche anregen.

Können Sie mit dieser Anordnung die Ausbreitungsgeschwindigkeit der Wasserwellen bestimmen ?

Lösung

Durch rhythmisches Auf und Ab des Wellenerregers können Sie stehende Wasserwellen erzeugen. Üblicherweise gelingt die Anregung der Grundfrequenz und der nächsten beiden Oberfrequenzen mühelos. Je nach den vorliegenden Verhältnissen kann u.U. auch mit höheren Frequenzen angeregt werden.

Bei genauer Betrachtung der mit der Grundfrequenz angeregten stehenden Welle sieht man, daß sich (im Idealfall) eine halbe Wellenlänge über die Troglänge verteilt. Für die k-te angeregte stehende Welle gilt daher:

$L = k.\lambda_k/2$ und $c = \lambda_k.f_k = \lambda_k/\tau_k$, daher $c = 2.L/(k.\tau_k)$

L ... Troglänge
k ... Anregungs-Ordnung
λ_k... Wellenlänge der k-ten Ordnung
f_k ... Wellenfrequenz der k-ten Ordnung
k ... Periodendauer der k-ten Ordnung

Zur Genauigkeitssteigerung sollte man die Messungen mit verschiedenen Anregungsordnungen durchführen. Die Periodendauer τ_k kann mittels Stoppuhr gemessen werden. Günstig ist es, die Zeit für 10 Perioden zu stoppen und daraus f_k zu bestimmen. Die Troglänge L wird mit einem Maßband abgemessen.

Die Wellenausbreitungsgeschwindigkeit c liegt in der Größenordnung von 0,1 m/s

Arbeitsblätter zur Mechanik

Helga Stadler

Die nachfolgenden Arbeitsblätter dienten Schülern und Schülerinnen einer fünften Klasse eines Realgymnasiums (34 Schüler) als Arbeitsgrundlage. Nach einer kurzen Einstimmung und einigen Erläuterungen wurden sie an die Schüler und Schülerinnen verteilt. Diese arbeiteten dann völlig selbständig an der Bearbeitung der einzelnen Punkte. Meine Arbeit als Lehrerin beschränkte sich auf Hilfestellungen, Zusatzerklärungen bei Unklarheiten (insofern sie die Fragestellungen auf dem Arbeitsblatt betrafen) und auf Fragen, die die Schüler - wenn die Arbeit einer Gruppe an einem Totpunkt angelangt war - zu weiterführenden Gedankengängen anregen sollten. Wesentlich ist bei dieser Art des Arbeitens, daß der Schüler bzw. die Schülerin genügend Zeit haben soll, eigene Lösungsvorschläge zu erarbeiten und sie auf ihre Validität zu überprüfen. Die Schüler arbeiteten in Gruppen zu dritt oder oder zu viert. Jeder Schüler mußte seine Arbeit protokollieren und dieses Protokoll am Ende einer Arbeitseinheit abgeben. Eine Einheit beansprucht etwa ein bis zwei Stunden.

Zu den Materialien:

Grafische Fahrpläne bekommt man evtl. über die ÖBB. Entsprechend vergrößert können auch die Fahrpläne aus Labudde, *Erlebniswelt Physik* verwendet werden. Die Fragestellungen müssen in jedem Fall entsprechend adaptiert werden. Information über grafische Fahrpläne enthält u.a. Laub, etc., *Lehrbuch der Mathematik*, Bd. 4

Blitzstartautos oder vergleichbare Autos erhält man imSpielzeughandel.

Die Anregungen zu den Experimenten stammen zum Teil von Helmuth Mayr, zum Teil sind sie der angegebenen Literatur entnommen.

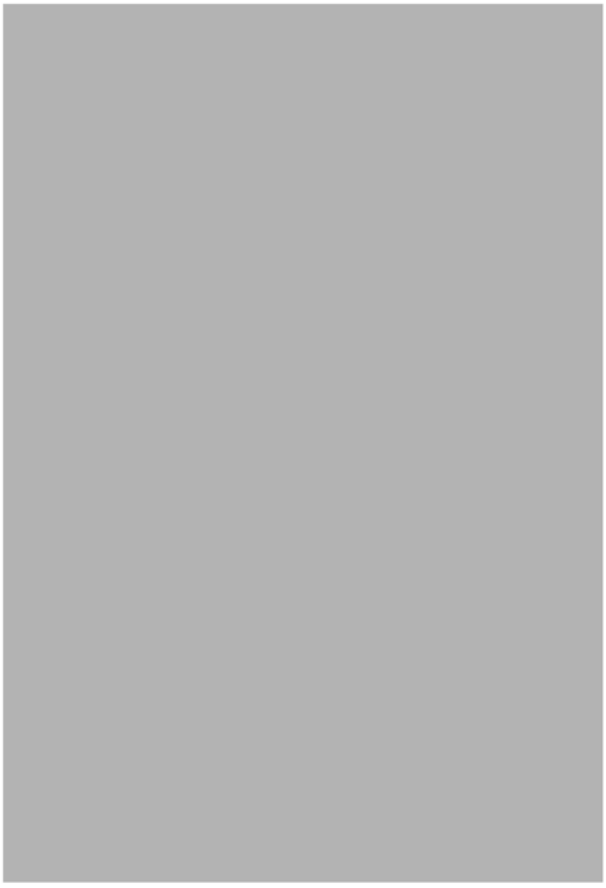
Arbeitsblatt "Der grafische Fahrplan"

Der grafische Fahrplan gehört noch immer zu den wichtigsten Informationsquellen der Fahrdienstleitung einer Eisenbahn.

- Was läßt sich aus diesem Fahrplan ablesen? Welche Strekken sind eingleisig, welche zweigleisig?
- Wähle Dir einen Zug aus und stelle einen "Kursfahrplan" auf!
- Was unterscheidet die Züge T 5655 und 50045?
- Welchen Zügen begegnet der Zug T 764? Was bedeutet der "Knick" in der Linie dieses Zuges?
- Welche der Züge sind schneller, welche langsamer?
- Welche Geschwindigkeit hat der Zug 166 im letzten Strekkenabschnitt? Welche der Zug T 5670 auf derselben Strecke? Bei den von Dir berechneten Geschwindigkeiten handelt es sich um Durchschnittsgeschwindigkeiten. Warum eigentlich?
- Wie müßten die Linien aussehen, wenn Du Beschleunigungen und Verzögerungen berücksichtigst?

Mag. Helga Stadler, BG/BRG 10, Laaerbergstr. 1, 1100 Wien und AG Physikdidaktik am Institut für Theor. Physik, Univ. Wien

- Der Bundespräsident fährt mit einem Sonderzug von Bludenz nach Bregenz. Er soll aus "politischen Gründen" etwa um 21.00 in Bregenz eintreffen. Welche Möglichkeit siehst Du als Fahrdienstleiter, diesen Zug einzuschieben?



(aus Labudde; Erlebniswelt Physik)

Arbeitsblatt "Der freie Fall"

Nimm eine Kugel und laß sie aus etwa 3 m Höhe fallen. Mit welcher Geschwindigkeit fällt sie auf?

- *Hinweis für den Lehrer:* Die Schüler dürfen Materialien, die sie für ihre Messung benötigen, frei wählen. Die Lösung der Frage erfolgt über die Beziehung: Endgeschwindigkeit = 2 mal mittlere Geschwindigkeit. Diese Lösung wird von Schülern, soferne man ihnen genügend Zeit zur Verfügung stellt, tatsächlich gefunden. Voraussetzung ist der Begriff der Geschwindigkeit, den die Schüler z.T. aus der Unterstufe mitbringen, vor allem aber aus ihrer Alltagserfahrung kennen. Die Bearbeitung dieses Arbeitsblattes dient zusammen mit dem Arbeitsblatt "Der grafische Fahrplan" als Einführung in die Kinematik, aber zugleich auch als eine erste Einführung in die Arbeitsweise der Physik. Der Schüler lernt bei seiner Arbeit u.a.:
- zwischen mittlerer und Momentngeschwindigkeit zu unterscheiden
- den Einfluß der Reaktionszeit abschätzen

- erkennen, daß eine Mindestzahl von Messungen für ein vernünftiges Ergebnis nötig ist
- die Relevanz der Massse für die Fallgeschwindigkeit erkennen
- den Einfluß des Luftwiderstands zu diskutieren
- die Bedeutung einer auf mathematischem Weg gefundenen Lösung abschätzen
- die historische Bedeutung der Leistung Galileis erkennen

Arbeitsblatt "Der Blitzstart"

a) Berechne die Beschleunigung eines Blitzstartautos und vergleiche mit Dir bekannten Beschleunigungswerten.
Anleitung: Nimm an, daß es sich beim Startvorgang um eine gleichmäßig beschleunigte Bewegung handelt.
b) Was geschieht, wenn Du das Auto mit einer zusätzlichen Masse belastest? Wie läßt sich dieses Verhalten erklären?
c) Führe analoge Berechnungen und Überlegungen mit einem Fahrrad durch.

Arbeitsblatt "Trägheitsprinzip"

Was geschieht, wenn .....

- Ein Pferd zieht einen Wagen. Das Pferd bleibt stehen. Der Wagen ....
- Ein Auto bewegt sich mit 130 km/h auf der Autobahn. Der Autofahrer hört auf, Gas zu gebe. Das Auto .....
- Eine Kugel rollt eine schiefe Ebene herab. Du nimmst an,, die Flächen seien völlig reibungsfrei. Was geschieht? Beschreibe den Weg der Kugel im Fall 1, 2 und 3.
- Die Voyagersonden bewegen sich seit vielen Jahren antriebslos durch das Weltall. Wie funktioniert das eigentlich? Wieso brauchen sie keinen Motor?
- Warum braucht der Mond eigentlich keinen Motor? Wirkt die Anziehungskraft der Erde auch bis zum Mond? Wenn ja, was bewirkt sie dann eigentlich?

Hinweise für den Lehrer: Inhaltliche Voraussetzung für die Bearbeitung dieser beiden Blätter ist das Verständnis des Begriffs der Beschleunigung. Lehrziel ist in beiden Fällen der dynamische Kraftbegriff. In diesem Zusammenhang ist es auch angebracht, in der Diskussion nach der Bearbeitung Zentripetalkräfte als Ursache für Richtungsänderungen anzusprechen. Experimentell kann hier eine Analogie zwischen der Bewegung des Mondes um die Erde und der Ablenkung eines Wasserstrahls durch elektrische Kräfte bzw. eines fahrenden Wagens, in dem sich ein Stabmagnet befindet, durch einen weiteren Magneten hergestellt werden. Kräfte werden damit als Ursache von Geschwindigkeitsänderungen "sichtbar" gemacht.

Arbeitsblatt "Wurfbewegungen"

Hinweise für den Lehrer: Die Untersuchung der Horizontalkomponente der Wurfbewegung in der Stroboskopaufnahme führt zu einer neuerlichen Diskussion des Trägheitsprinzips. Fehlt diese Diskussion, gewinnen Schüler den Eindruck, daß auch die Horizontalbewegung durch eine ständig wirkende Kraft hervorgerufen wird, oder wie es ein Schüler formuliert hat, der Körper die Kraft "mit sich trägt". (Historisch- genetisch betrachtet entspricht dies der Impetus-Theorie).

1. Lehrerexperiment: Der Autozirkus (nach J. Wittmann, Trickkiste 1, S. 100, Bayerischer Schulbuchverlag)

(aus Labudde; Erlebniswelt Physik)

Fragen:
Was beobachtest Du?
Wie kannst Du Deine Beobachtungen erklären? (Nimm dazu die Stroboskopaufnahme zu Hilfe. Der Abbildung kannst Du auch entnehmen, was man unter einer Stroboskopaufnahme versteht!)

(aus Labudde; Erlebniswelt Physik)

2. Führe das folgende Experiment durch. Dazu benötigst Du: 1 Blattfeder, 2 Plastillinkugeln, eventuell Stativmaterial zum Halten der Blattfeder.

Eine kurze Bewegung der Blattfeder bewirkt, daß beide Plastillinkugeln gleichzeitig gelöst werden und ihre "Fallbewegung" beginnen. Was beobachtest Du?

Um Deine Beobachtungen möglichst genau zu erklären, fertige folgende Diagramme an:

a) Bewegung der Plastillinkugel 1: Miß die Fallhöhe. Berechne: Wo befindet sich die Kugel nach 0,l s, nach 0,2 s etc.? Nach welcher Zeit trifft sie am Boden auf?

b) Bewegung der Plastillinkugel 2: Miß die Wurfweite. Die Bewegung der Kugel besteht aus einer horizontalen gleichförmigen Bewegung und einer vertikalen Fallbewegung. Dies ist auf der Stroboskopaufnahme gut zu erkennen. Die horizontale Bewegung ist eine gleichförmige Bewegung. Wie läßt sich dies aus der Stroboskopaufnahme ableiten? Deinen Messungen kannst Du entnehmen, wie weit die Kugel in horizontaler Richtung fliegt, aus Deinen Berechnungen oben (a) kannst Du die für die horizontale Bewegung benötigte Zeit entnehmen. Aus diesen beiden GröBen läßt sich die Geschwindigkeit der Kugel in horizontaler Richtung $v=s/t$ in m/s berechnen. Aus den so berechneten Werten kannst Du berechnen, wie weit die Kugel nach 0,1 s, nach 0,2 s etc. in horizontaler Richtung sich weiterbewegt hat. c) Trage die nach 0,ls, 0,2s etc. zurückgelegten Wege auf einer vertikalen Achse (a) und auf einer horizontalen Achse (b) auf. Vervollständige zu einer Grafik, die die tatsächliche Bewegung der Kugel 2 wiedergibt.

3.) Die so erhaltene "Wurfparabel" wird auch in folgendem Experiment gut sichtbar:

Du benötigst: eine Glasplatte o.ä., Mehl zum Bestäuben der Platte, eine Stahlkugel, ein Brett o.ä. zum Anheben der Platte

a) Gib der Kugel auf der bemehlten, leicht angehobenen Platte einen leichten horizontalen Stoß und beobachte ihre "Spur". b) Stoße die Kugel am unteren Ende der Platte an. c) Vergleiche die so erhaltenen "Spuren" mit der Bewegung eines horizontal geworfenen Balls, der Bewegung eines schräg nach oben geworfenen Balls, einem Wasserstrahl aus einem Gartenschlauch, den du zuerst horizontal, dann schräg hältst.

4) Beschreibe die Bewegung von Tennisbällen und Tischtennisbällen bei einem Match. Die Netze beim Tennis sind etwa lm hoch (falls Du den genauen Wert kennst, benutze diesen), beim Tischtennis etwa 0,15m hoch. Nach welcher Zeit fällt der Ball nach Passieren des Netzes in beiden Fällen auf? Wieviel Zeit bleibt daher dem Gegner für den Gegenschlag ? Hängt diese Zeit von der Ballgeschwindigkeit ab? Kannst Du aus den Wurfweiten und der Wurfhöhe die Ballgeschwindigkeit abschätzen?

Literaturverzeichnis:
Labudde, Peter, *Erlebniswelt Physik*. Bonn 1993
Wittmann, Josef, *Trickkiste 1*. München 1986
Zeier, Ernst, *Physikalische Freihandversuche*. Köln 1994

Umwandlung von Strahlungsenergie in elektrische Energie durch Leuchtdioden-Absorption

Hans Pfaffl

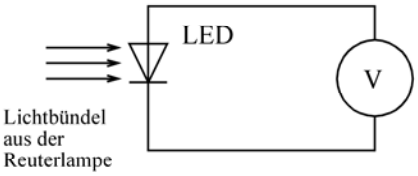
Handelsübliche Leuchtdioden wirken als Photoelemente, wenn sie mit Licht bestrahlt werden.

Geräte- und Materialliste

1 LED rot, 1 LED grün, 1 LED gelb, Reuterlampe, Voltmeter, durchsichtige Heftumschläge oder Farbfolien (rot, gelb, grün, blau)

Versuchsbeschreibung und Auswertung

Schaltbild:



Der gebündelte Lichtstrahl einer Reuterlampe wird nacheinander auf die verschiedenfarbigen LEDs gerichtet. Bei den von mir verwendeten LEDs konnte ich dabei folgende Spannungswerte messen:

LED rot:	45mV	(Meßbereich: 1V)
LED gelb:	1,3V	(Meßbereich: 3V)
LED grün:	1,6V	(Meßbereich: 3V)

Dieses Experiment ist in meinem Unterricht Anlaß für ein Unterrichtsgespräch über Energieumwandlungsvorgänge sowie deren Umkehrbarkeit.

Erweiterung des Versuches

Durch eine einfache Versuchserweiterung kann man das Unterrichtsgespräch auch auf Absorptionvorgänge lenken:

In das auf die LED gerichtete Strahlenbündel werden nacheinander verschiedenfarbige (dünne) Heftumschläge oder Farbfolien gebracht. Die gemessenen Spannungswerte vermindern sich dabei im allgemeinen, und zwar umso meher, je weiter die Farbe des Heftumschlages (der Folie) und die Farbe der LED im Spektrum auseinanderliegen.

Die folgenden geänderten Spannungswerte konnte ich bei Verwendung von farbigen Heftumschlägen messen.

	LED grün	LED gelb	LED rot
Heftumschlag rot	1,2V	0,5V	25mV
Heftumschlag gelb	1,6V	1,0V	25mV
Heftumschlag grün	1,6V	0,9V	18mV
Heftumschlag blau	1,6V	0,5V	10mV

HOL Hans Pfaffl, HS Wolkersdorf

Carl Zeiss (1816 - 1888)

Werner Rentzsch

Vom "Pröbeln" zur Gesetzmäßigkeit

Der Ausspruch "Reich mir den Zeiss" ist nicht die Aufforderung zu einer Personenübergabe, sondern der Wunsch, ein Fernglas gereicht zu bekommen. Mit dem Namen Zeiss verbindet man mehr als den Universitätsmechaniker und Firmengründer; man denkt an Mikroskop und Fernglas, Brillengläser und das bekannte Zeisswerk, erst in Jena und nach dem Krieg in Oberkochen.

Herkunft und Ausbildung

Der Name der "Zeiss-Sippe" geht aus der in Bayern liegenden Siedlung Zeisendorf hervor. Die Ausübung des Drechslerberufes, der auch von Carls Vater ausgeübt wurde, läßt sich bis auf den Vorfahren Johann Michael ZEISS (1679-1754) zurückverfolgen, der den Beruf eines Bauern aufgab und Handwerker wurde. Mütterlicherseits läßt sich die Ahnenreihe bis zu dem Magister und Pfarrer Nikolaus MENDE, einem Zeitgenosse Martin Luthers, zurückverfolgen, dessen Nachfahren der Theologie treu blieben (der Großvater Carls war allerdings Jurist).
Carl (Friedrich) kam am 11. September 1816 als Sohn des Hofdrechslermeisters Johann Gottfried August ZEISS (1785-1848) und seiner Mutter Johanna Antoinette Friederike SCHMITH als fünftes Kind, dem noch sieben Geschwister folgen sollten, zur Welt. Sein Taufpate war der Erbgroßherzog Karl Friedrich, nach dem Carl seine Vornamen erhielt. Großen Einfluß auf Carl hatten seine beiden älteren Brüder Friedrich August Eduard (1809-1877, ein bekannter Philologe und Theologe) und Gustav Alexander (1811-1875, Professor der Geschichtswissenschaft).

Nach dem Besuch des Gymnasiums verließ Carl die Schule mit der sogenannten Primareife - dabei handelte es sich um einen Reifevermerk, der es auch ohne Reifeprüfung möglich machte, naturwissenschaftliche Studienfächer zu belegen. Carl, der schon während seiner Gymnasialzeit Lektionen an der Großherzoglichen Gewerkschule besucht hatte, trat 1834 bei Dr. Friedrich KÖRNER in Jena als Mechanikerlehrling ein. Nach vier Jahren schloß Carl bei Körner, dem Hofmechanikus und Privatdozenten, der die Wissenschaft mit handwerklicher Produktion verband, seine Lehrzeit ab. Während seiner Ausbildungszeit kam er bei den Schmelzversuchen seines Lehrherrn auch mit Glas, dem Werkstoff, der später so große Bedeutung in seinem Leben bekommen sollte, in Kontakt. Auch Vorlesungen über Experimentalphysik, Optik, Mineralogie und Anthropologie an der Universität fielen in diese Zeit. Bei Körner, der an der Universität auch über Optik las, erlernte Carl auch das Schleifen von Linsen und den Bau von Mikroskopen.

Wanderjahre

Mit dem Abgangszeugnis der Universität und der Beurteilung Körners ging Zeiss im Jahre 1838, wie es früher üblich war, auf Wanderschaft. Der Schwerpunkt seiner Neigungen lag damals mehr beim Maschinenbau als bei der Optik. In Stuttgart, Darmstadt, Wien und Berlin erweiterte Zeiss sein Wissen.

Als Mittelpunkt seiner Wanderzeit wählte Zeiss die Stadt Wien, da ihm dort am meisten für sein berufliches Fortkommen geboten wurde. Im Jahre 1839 schlug der Physiker Andreas ETTINGHAUSEN (1796-1878, Direktor des Physikalischen Instituts an der Universität Wien) dem Wiener Mathematiker Joseph PETZVAL (1807-1891) vor, ein lichtstarkes Photoobjektiv zu berechnen.

Gemeinsam mit dem Praktiker Peter Wilhelm VOIGTLÄNDER (1812-1878) wurde das erste berechnete Porträtobjektiv (die sogenannte Petzval-Linse) geschaffen, das vierzigmal stärker war als die bisherigen Linsen. Die Zusammenarbeit zwischen dem Theoretiker Petzval und dem Praktiker Voigtländer war ähnlich wie zwei Jahrzehnte später zwischen Abbe und Zeiss. In die Zeit der Wiener Wanderzeit von Zeiss fällt auch das Wirken des Wiener Feinmechanikers und Optikers Simon PLÖSSL (1794-1868), der nach einer Lehrzeit bei Voigtländer eine eigene Werkstätte eröffnete, in welcher er die berühmten "Plössl-Mikroskope" mit einer 25- bis 500-fachen Vergrößerung mit selbst geschliffenen Linsen baute.

Die Werkstätte in Jena

Nach einem weiteren einjährigen Studium in Chemie und Mathematik eröffnete Zeiss am 17. November 1846 eine Werkstätte - nachdem er ein Gesuch an die Landesregierung mit der Bitte, ihm die Gründung eines "Ateliers und resp. commerciellen Geschäftes für alle in das Fach der Mechanik einschlagenden Artikel" zu genehmigen, geschrieben hatte. Noch während der Einrichtung seiner Werkstätte verstarb im Februar 1847 Dr. Körner, und Zeiss begann mit der Herstellung und dem Handel optischer Gerätschaften. Bis zur ersten Übersiedlung aus der zu klein gewordenen Werkstätte werkte Zeiss alleine. Ein Inserat in der "Jenaischen Zeitung" soll zeigen, was die Werkstätte zu bieten hatte:

Feine Brillengläser, Brillengestelle in großer Auswahl, Lorgnetten für das Auge ganz von Glas, Auswahl in einfachen und doppelten Lorgnettenfassungen, verschiedene Arten von Lupen, Auswahl von Thermometern und andere in dieses Fach einschlagende Arbeiten sind stets vorrätig bei

Carl Zeiss, Mechaniker.

Ein Gehilfe und der Lehrling August LÖBER, dem als späteren Werkmeister ein bedeutender Anteil am Aufstieg der Zeiss-Werke zukam, wurden eingestellt. Im Jahr 1852 begann Zeiss Mikroskope zu fertigen, die später über eine 120- und

300-fache Vergrößerung, eine bewegliche Linsenhalterung und eine Beleuchtungseinrichtung, die aus Planspiegel und einer Sammellinse bestand, verfügten. Als Lehrherr verfügte Zeiss über die Fähigkeit, die Lehrlinge vielseitig auszubilden, also auf die reine Spezialisierung zu verzichten - Massenfertigung und Fließbandarbeit waren noch nicht gefragt.

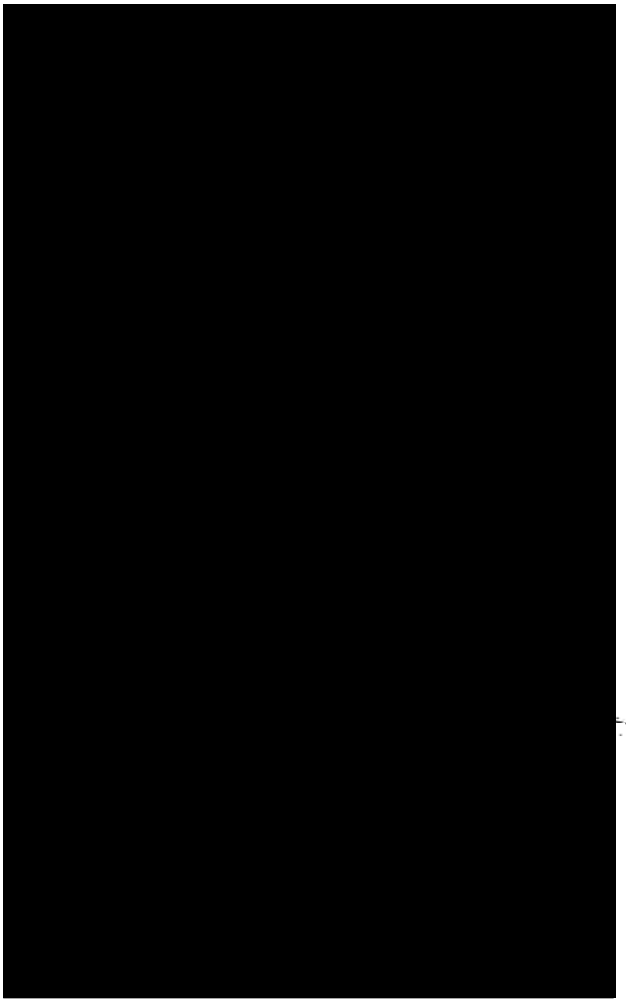
Nach dem dritten Umzug im Jahre 1858 in das nicht nur angemietete sondern gekaufte Geschäft am Johannisplatz Nr.9 bestand nun auch die Möglichkeit, die Werkstätte zu einer kleinen Fabrik auszuweiten. Auf Genauigkeit legte Zeiss, der die ersten zwanzig Jahre persönlich die Erzeugnisse kontrollierte und eigene Erziehungsmaßnahmen seinen Mitarbeitern gegenüber anwandte, großen Wert. Ein kleine Anekdote, berichtet von Edwart Richter in *Erinnerungen an Carl Zeiss*, soll dies belegen:
"Als ein Gehilfe einmal eine Anzahl selbst gefertigter Mikroskope abgeliefert hatte, unterzog Carl Zeiss sie, wie er es immer tat, einer eingehenden Prüfung; er probierte die Triebbewegungen, Tubusauszüge und Prismenführungen, und zwar schweigend. Dann ließ er die Geräte vom erwartungsvoll ein Urteil heischenden Gehilfen in die Werkstätte zum Amboß schaffen, und nun geschah etwas, was bisher seinesgleichen noch nicht gehabt hatte: Der Prinzipal suchte sich den größten Hammer aus und zerschlug mit unbarmherziger Wucht Mikroskop um Mikroskop zu unansehnlichen Metallklumpen. Dann wandte er sich an den nicht wenig erschrockenen jungen Mann: "So, nun sind wir miteinander fertig!" Selbstverständlich war solch eine ungewöhnliche Aktion auch mit einem Lohnverzicht auf eine bestimmte Zeit verbunden.

Daß dies nicht die übliche Reaktion von Zeiss war, soll ein Auszug aus einer Festansprache vermitteln, in der Ernst Abbe folgende Charakteristik über Carl Zeiss entwarf:
"Wohlwollend, teilnehmend und freundlich ist er zu allen gewesen, die in seiner Tätigkeit ihm nahe traten; aber auch strenge Anforderungen stellte er an alle, weil er an sich selbst sie zu stellen gewohnt war. Um sie geltend zu machen, hat er aber Tadel und Vermahnung wenig gebraucht; mit gutem Mutterwitz begabt, dirigierte er die anderen lieber mit etwas Spott und etwas Ironie, gemildert durch liebenswürdige Bonhomie. So hat er sie dirigiert, denen er, noch in alter patriarchalischer Art als der gestrenge Prinzipal gegenüberstand."

Es konnte vorkommen, daß an schönen Tagen die gesamte Belegschaft zu einer Landpartie eingeladen wurde. Besonders glanzvoll waren die Feste anläßlich der vollen Tausender bei der Mikroskopefertigung. Diese Abwechslungen waren bei einer Arbeitszeit von ca. 12 Stunden täglich - von 6 Uhr bis 19 Uhr - sehr willkommen. Carl Zeiss war selbstverständlich morgens der erste in der Werkstatt und arbeitete oft bis spät in die Nacht.

Im Jahre 1860 wurde Carl Zeiss zum Universitätsmechanikus ernannt. Diese Anstellung brachte zwar kein eigenes Gehalt, war aber mit gewissen finanziellen Erleichterungen und viel Prestige verbunden.

Bei den starken beruflichen Belastungen strebte Zeiss einen inneren Halt in der Familie an. In erster Ehe war er mit der Pfarrerstochter Bertha Schatter verheiratet. Bei der Geburt des Sohnes Roderich im Jahre 1850 starb sie. Seine zweite Frau, die Pfarrerstochter Ottilie Trinkler heiratete Zeiss im Jahre 1853. Ottilie, mit der er 35 Jahre verheiratet war, nahm sich liebevoll des Kindes aus erster Ehe an; mit ihr hatte Zeiss zwei Mädchen und einen Sohn.



Carl Zeiss

Die Zusammenarbeit mit Ernst Abbe

Im Jahre 1866 begann die Zusammenarbeit von Carl Zeiss mit dem Privatdozenten Ernst ABBE (1840-1905). Dieser Zeit gingen Schwierigkeiten in der Verbesserung der Mikroskope voraus. Mit den von der Potsdamer Firma Hartnack ab dem Jahre 1859 gefertigten Wasserlinsen konnte Zeiss nicht mehr konkurrieren. Auch das sogenannte "Pröbeln" führte nur zu einer annähernden Beseitigung der chromatischen und sphärischen Aberration. Trotz nächtelanger Arbeit gelang es Zeiss nicht, die optischen Elemente des Mikroskops im voraus zu berechnen und nach diesen Unterlagen zu einem System zusammenzubauen.

Abbe stellte in Anlehnung an Joseph FRAUNHOFER (1787-1826) einen Dreierplan auf:

1. Reform der Technik der praktischen Optik, Vervollkommnung der Methoden technischer Arbeit
2. Ergänzung und Vertiefung der theoretischen Grundlagen
3. Verbesserung des Urmaterials, des Werkstoffes also, vor allem des Glases

Nach einigen Jahren begann unter der Führung von Zeiss und nach Abbes Anleitungen die planmäßige Herstellung der Metallteile und Linsen. Dazu war es notwendig, die von Abbe geforderte Teilarbeit einzuführen. Abbes Forschungsarbeiten,

die vielfältigen Kenntnisse von Zeiss und die gut eingeführte bestehende Firma führten schließlich dazu, daß aus einem Betrieb mittlerer Größe ein Industrieunternehmen wurde.

Weitere Neuerungen wie der nach Abbe benannte Beleuchtungsapparat, die homogene Ölimmersion, der Kondensor und die von ihm entwickelten Prüfgeräte zu Kontrolle der Mikroskope (sie sollten ja nicht wieder am Amboß enden) beschleunigten die Aufwärtsentwicklung der Firma wie die folgenden Produktionszahlen zeigen sollen:

1865	900. Mikroskop angefertigt
1866	1000. Mikroskop angefertigt
1873	2000. Mikroskop angefertigt
1876	3000. Mikroskop angefertigt
1881	5000. Mikroskop angefertigt
1886	10000. Mikroskop angefertigt
1892	20000. Mikroskop angefertigt

Trotz dieser beeindruckenden Zahlen darf man nicht glauben, daß die ersten Jahre der Zusammenarbeit ohne größere Probleme abliefen. Die ersten Berechnungen Abbes lieferten nicht gleich den gewünschten Erfolg und waren teilweise so kostspielig, daß sie das Unternehmen fast in den Ruin trieben. Trug Zeiss in den ersten Jahren der Zusammenarbeit die alleinige Verantwortung für den Betrieb, wurde er später von Abbe unterstützt, der ja letztlich die Führungsposition übernehmen sollte.

Ein Problem zur Herstellung einwandfreier Mikroskope konnte weder von Zeiss noch von Abbe gelöst werden. Die Beseitigung der chromatischen Differenzen der sphärischen Aberration war nur durch Veränderungen des optischen Glases zu erreichen. Der junge Chemiker Otto SCHOTT (1851-1935) konnte von Abbe dafür gewonnen werden, seine Glasschmelzversuche in den Dienst der Firma Zeiss zu stellen. Bei der spektrometrischen Messung der Glasprobe Nr. XCIII in Verbindung mit Nr. LXXVII konnte Abbe vollkommene Achromasie feststellen und schrieb dazu folgendes: "Heureka! Vorzügliche Resultate mit Thallium sowie mit Bi203 in Borax." Noch bevor der "Glasdoktor" Schott von Prof. FOERSTER (1832-1921), Direktor der Normal-Eichungskommission in Berlin, ganz abgeworben werden konnte, wurde mit dem preußischen Staat ein Vertrag ausgehandelt, wonach sich Abbe, Schott, Carl und Roderich Zeiss an der geplanten Glashütte mitbeteiligten.

Der Lebensabend

Nach mehreren Jahren der Mitarbeit Abbes entschloß sich Zeiss, mit diesem einen Gesellschaftsvertrag abzuschließen. Im Jahre 1875 trat Dr. Abbe als Commanditist in die bisher von Carl Zeiss allein betriebene Firma ein, die unter demselben Namen wie bisher weitergeführt wurde, und zwar als Mechanische und Optische Fabrik. Abbe beteiligte sich zur Hälfte am Betriebsvermögen und erklärte sich bereit, auf die akademische Laufbahn zu verzichten, um sich voll dem Betrieb zu widmen. Ein Jahr später trat Roderich Zeiss ins Geschäft ein und wurde drei Jahre später offener Gesellschafter. Es folgten noch einige Vertragsveränderungen und ein genau aufgeschlüsseltes Testament.

Carl Zeiss wurde durch den Eintritt seines Sohns in die Firma sehr entlastet. Roderich Zeiss, der nach einer schweren Kriegsverletzung sein Medizinstudium abschloß, übte seinen Beruf als Arzt nur kurz aus und widmete sich der wirtschaftlichen Seite des Unternehmens.

Aufgrund seiner einmaligen Verdienste erhielt Carl Zeiss 1880 von der Friedrich-Schiller-Universität die Ehrendoktorwürde. Sein Bekanntheitsgrad war durch die Verbreitung und die hohe Qualität der Mikroskope sehr groß. Viele Forschungen auf dem Gebiet der Bakteriologie, z.B. die Entdeckungen Robert Kochs, waren nur mit guten Mikroskopen möglich.

Der jahrzehntelange Arbeitseinsatz führte im Alter zu manchen Gebrechen und mehreren Schlaganfällen, die ihn anfangs aber nicht daran hinderten, seine üblichen Rundgänge in den Werkräumen durchzuführen. Die Fertigstellung des 10000. Mikroskopes wurde als Fest gefeiert, an dem Zeiss einige Tage nach seinem 70. Geburtstag in voller geistiger Frische teilnahm, und ganz Jena feierte mit.

Nach mehreren Kuraufenthalten und qualvollen letzten Wochen, starb Carl Zeiss am 3. Dezember 1888. Die Beerdigung fand in Jena auf dem Alten Friedhof am Oberen Philosophenweg statt. Kurz später wurde aus Dankbarkeit und Verehrung ein Platz und eine Straße nach Carl Zeiss benannt.

Ein Jahr später gründete Abbe die Carl-Zeiss-Stiftung. Aus dem Betrieb mit einigen hundert Mitarbeitern wurde ein Weltunternehmen mit vielen tausend Mitarbeitern. Am 8. Mai 1945, dem Tag der Kapitulation der deutschen Wehrmacht, wurde das Werk von den Amerikanern besetzt. Viele leitende Mitarbeiter, der sogenannte "Gehirntrust" wurden westwärts abtransportiert. Ein Neubeginn in Oberkochen fand 1946 in einem ehemaligen Rüstungsbetrieb statt. Das Jenaer Zeiss-Werk fiel in den sowjetischen Machtbereich und wurde nach anfänglichem Produktionsfortgang vollständig demontiert und in die Sowjetunion gebracht. 288 Wissenschaftler und Spezialkräfte wurden zur Dienstleistung in die UdSSR deportiert. Der Stiftungsbetrieb in Jena wurde in das sogenannte "Volkseigentum" überführt. Im Jahre 1946 gab es sogar Bestrebungen, die Zeiss-Werke nach Österreich zu verlegen, was für die Wirtschaft sicher außerordentliche Vorteile gebracht hätte. In Westdeutschland wurde nach der Zwangsenteignung die Firma Carl Zeiss in Jena gelöscht und der Stiftungsbetrieb wieder aufgenommen. Die Wiedervereinigung Deutschlands im Jahre 1990 hat die Situation der Zeiss-Werke neuerlich verändert und wird sicherlich noch zu Umstrukturierungen führen.

Quellen

David, Walter: *Die Carl-Zeiss-Stiftung ihre Vergangenheit und ihre gegenwärtige rechtliche Lage*, Hrsg. Carl-Zeiss-Stiftung, Heidenheim an der Brenz, 1954

Fremdwörterbuch: *Naturwissenschaftliche und mathematische Begriffe*, Band I, II, Weltbild Verlag, Augsburg, 1992

Gaebert, Hans W.: *Der große Augenblick in der Physik*, Loewes Verlag, Bayreuth, 1974

Kleindel, Walter: *Das große Buch der Österreicher*, Kremayr und Scheriau, 1987

Willam, Horst Alexander: *Carl Zeiss,* Sechstes Beiheft der "Tradition", Zeitschrift für Firmengeschichten und Unternehmerbiographie, F.Bruckmann KG, München, 1967

Wittig, Joachim: *Ernst Abbe*, Teubner Verlagsgesellschaft, Leipzig, 1989

Der Augenoptiker: Heft 1/1962, Meysemeyer, Karl, *Die Odyssee des Zeisswerkes*

Neues Österreich: 3. Februar 1946, *Verlegung der deutschen optischen Industrie nach Österreich*

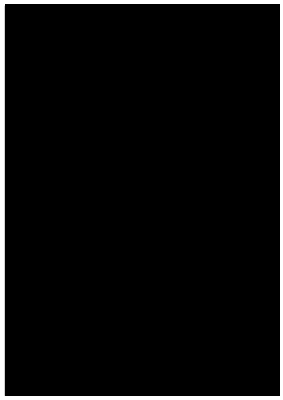
PLUS LUCIS: Heft 1/94, Rentzsch, Werner, *Der Meister optischer Geräte: Ernst Abbe*

Anmerkung:
Beim Betrachten der Entwicklung der Produktionszahlen von Mikroskopen der Marke Zeiss drängt sich die Frage auf, ob sie einem einfachen mathematischen Gesetz folgt. (H.K.)

Große Köpfe - kleine Marken

Wissenschafter auf Briefmarken

Werner Rentzsch



1956, 9.11. G.-A. "110 Jahre des Bestehens der Carl-Zeiss-Werke". 25 (Pfg.) schwarzblau Nr. 547 im Netto-Marktpreis-Katalog "Austria"

1971, 9.11. "125 Jahre Carl Zeiss - Jena." 10 (Pfg.), 20 (Pfg.) und 25 (Pfg.) mehrf. Nr. 1714,1715,1716 im Netto-Marktpreis- Katalog "Austria"

Fachbereichsarbeiten aus Physik 1994

Die Ausschreibung der Prämierung von Fachbereichsarbeiten durch die Physikalische Gesellschaft hatte ein erfreulich gutes Echo. 14 Arbeiten wurden eingesandt, und die Jury hatte die keineswegs leichte Aufgabe, daraus die besten und preiswürdigsten auszuwählen. Schließlich wurden die folgenden Arbeiten dem Vorstand der ÖPG zur Auszeichnung vorgeschlagen:

Roland Manner (BORG Lauterach): *Funktechnik in Theorie und Praxis.* (Ergebnis einer jahrelangen Beschäftigung mit dem Thema. Leider gehen die vom Kandidaten selbst durchgeführten Untersuchungen etwas unter, da sie nur beiläufig erwähnt werden.)

Michael Melcher (Kollegium Kalksburg): *Tod eines Sternes (SN87A)* (Es wird die Sternentwicklung allgemein und das Schicksal von SN87A beschrieben).

Gernot Plevnik (BG Rein): *Möglichkeiten der Astrofotografie für den Amateur.* (Es wird ein Überblick über die traditionellen Möglichkeiten der Astrofotografie gegeben, wobei die jetzt für den Amateur verfügbar werdenden CCD-Kameras nur äußerst knappe Erwähnung finden. Eine größere Anzahl von selbst angefertigten Fotos beweist die praktische Tätigkeit.)

Die Preisträger waren Gäste der ÖPG im Rahmen der Jahrestagung in Innsbruck und wurden vom Forschungszentrum Seibersdorf zu einer Besichtigung eingeladen.

Die Themen der weiteren eingereichten Arbeiten:
Die Zukunft des Universums.
Supraleitung.
Aufbau und Funktionsweise von Elektromotoren.
Laser - Theorie und Anwendungen.
De trucidatione doctrinarum (Eine Auseinandersetzung mit Wissenschaftstheorie und -geschichte)
Grundlagen des Flächenfluges
Die Bedeutung der Elementarteilchen für die Entwicklung des Universums.
Schwarze Löcher - diesseits und jenseits des Ereignishorizontes.
Lasertechnologien
Mechanische Werkstoffprüfung
Die Maxwellschen Gleichungen.

Die vorgelegten Arbeiten zeugen von großer Begeisterung und hohem Einsatz der Maturanten. Jede Reihung beinhaltet ein gewisses Maß an Subjektivität. Die Problematik der Fachbereichsarbeiten, Thema, Umfang, Ausmaß der Eigenständigkeit, Korrektur, formale Kriterien und äußere Gestaltung werden regelmäßig bei den Tagungen der AG-Leiter und im Rahmen der Geschäftssitzung des Fachausschusses LHS diskutiert. Aus meiner Sicht ergibt sich:

Neben den reinen Literaturarbeiten, deren Wert und Aufwand keinesweg gering geschätzt werden soll, sollte künftig verstärkt im Sinne der so oft beschworenen Arbeitsweise der Physik Wert auf eine experimentelle oder theoretische Untersuchung gelegt werden. Möglichkeiten bieten sich aus dem Bereich des Alltags viele an: eine Methode zur quantitativen Untersuchung von Erscheinungen aus der Umwelt zu finden, die Daten zu erfassen und zu interpretieren ist sicher nicht leichter als über den Urknall zu schreiben. Es kömmtem auch Probleme der technischen Umsetzung aus der Sicht der Praxis erhoben werden. Auffällig in den eingereichten Arbeiten ist die Rolle der Mathematik, sie spielt nämlich keine Rolle. Selbst wenn ein Gesetz formelmäßig angegeben wird, werden daraus nicht einmal im Sinne von je-desto-Überlegungen Konsequenzen gezogen. Positiv würde ich Hinweise auf offene Probleme und Verständnisprobleme des Verfassers bewerten.

Natürlich werden heute praktisch alle Fachbereichsarbeiten mittels Computer und Textverarbeitungsprogrammen erstellt. Leider verführt dies beim Verfassen wie auch bei der Beurteilung zu einer Überbewertung der äußeren Form (Umbruchfehler als Mängel angesehen!) zulasten von Inhalt und Fehlerfreiheit. Sachliche Fehler sollten m.E. in der Endfassung bei einer richtig durchgeführten Vorbegutachtung praktisch ausgeschlossen sein, sie sollten allerdings protokolliert werden und in die Note einfließen.

Im folgenden berichtet Roland Manner, wie er zu seinem Thema gekommen ist. H. Kühnelt

Funktechnik in Theorie und Praxis

Zur Entstehung einer Fachbereichsarbeit

Welche Umstände, Zufälle oder besser gesagt Glücksfälle haben mich nun auf dieses interessante Gebiet der Physik gebracht? Mit der Elektrizität hatte ich schon sehr früh durch meinen Vater Kontakt, der als Betriebselektriker tätig ist. Durch verschiedene Versuche, die ich mit meinem Vater aufbaute, bekam ich schon früh einen guten Einblick, und die Erklärungen der Funktionsprinzipien verschiedenster elektrischer und elektronischer Geräte durch meinen Vater gaben mir das nötige Verständnis und weckten außerdem ein starkes Interesse an dieser Materie. Während der Hauptschulzeit lötete ich verschiedene Bausätze zusammen, und im August 1987 kaufte ich mir ein eigenes CB-Funkgerät. Zuerst faszinierte mich die Möglichkeit, drahtlos eine Nachricht, auch über viele Kilometer, übermitteln zu können. Nach und nach steigerte sich mein Interesse an der eigentlichen Technik der Funkgeräte, also an Sendern, Empfängern, Antennen und sonstigen funktechnischen Geräten. 1990 baute ich dann meinen ersten Oszillator, und bis zum heutigen Datum bin ich damit beschäftigt, die verschiedenen Komponenten von Funkgeräten aufzubauen, zu testen und zusammenzuschalten. Die notwendigen Informationen bekomme ich aus Büchern, und der Besuch von Elektronik- und Funkmessen gehört selbstverständlich auch dazu. Genau aus diesem Interesse heraus ergab sich für mich die Möglichkeit, mein Hobby mit schulischer Leistung zu verbinden. Die Folge war die Fachbereichsarbeit "Funktechnik in Theorie und Praxis" aus Physik, die mein Physiklehrer, Herr Prof. Gerold Haider, nach der Matura an die ÖPG schickte. Sie wurde als eine der drei besten Arbeiten aus Österreich ausgezeichnet, und ich durfte im September an der Tagung der ÖPG in Innsbruck teilnehmen. Als weitere Auszeichnung stand am 20. Oktober ein Besuch des Forschungszentrums Seibersdorf auf dem Programm, der sehr interessant war und gute Einblicke in die Forschungsarbeit gab, die in Seibersdorf geleistet wird. Da ich immer noch an dem Gebiet Funktechnik interessiert bin, werde ich, nach dem abgeleisteten Dienst beim Bundesheer, auf diesem Gebiet ein Studium beginnen.

Roland Manner, BORG Lauterach

Preise der ÖPG

Roman Ulrich Sexl - Preis

der Österreichischen Physikalischen Gesellschaft für besondere Leistungen in Unterricht und Lehre der Physik

Die Österreichische Physikalische Gesellschaft stiftet mit dem Ziel der Förderung einer motivierenden und effizienten physikalischen Lehre den Roman Ulrich Sexl-Preis.

Die auszuzeichnenden Leistungen können in der Lehre, in der Unterrichtsplanung und Unterrichtserteilung auf jedem Wissensniveau, im Rahmen der Lehrerfortbildung oder bei der Erstellung von Lehrbehelfen jeder Art erbracht werden. Es werden nur solche Leistungen ausgezeichnet, die sich in der Lehrpraxis bewährt haben. Als Preisträger kommen Personen bzw. Personengruppen in Betracht, die ihre auszuzeichnenden Leistungen in Österreich erbracht haben.

Vorschläge auf Auszeichnung können durch jedes Mitglied der ÖPG gemacht werden. Eigenbewerbung ist ausgeschlossen.

Der Roman Ulrich Sexl-Preis ist derzeit mit ÖS 20.000,- dotiert, die alternierend vom Bundesministerium für Wissenschaft und Forschung und vom Bundesministerium für Unterricht und Kunst zur Verfügung gestellt werden.

Über die Zuerkennung des Preises entscheidet der Vorstand der ÖPG unter Ausschluß des Rechtsweges.

Vorschläge (Lebenslauf, Kopie oder Darstellung der auszuzeichnenden Leistung) müssen bis spätestens

28. Februar 1995

beim Vorsitzenden der ÖPG:

Univ. Prof. Dr. Helmut RAUCH
Institut für Kernphysik
Technische Universität Wien
Wiedner Hauptstr. 8-10, 1040 Wien

eingereicht werden.

Prämierung von Fachbereichsarbeiten Physik

In Würdigung der Tatsache, daß Fachbereichsarbeiten aus Physik praktische und theoretische Kenntnisse vertiefen, die Herstellung von Querverbindungen zu anderen Fächern erlauben und es zudem ermöglichen, die Bedeutung der Physik als Teil der Kultur darzustellen, schreibt die ÖPG auch im Jahre 1995 eine Prämierung von Fachbereichsarbeiten in Physik aus. Damit möchte die ÖPG auch demonstrieren, daß sie Fachbereichsarbeiten für einen wichtigen und wünschenswerten Teil der Matura hält.

Die ÖPG lädt daher Physiklehrer, die eine von ihnen im laufenden Schuljahr vergebene Fachbereichsarbeit für auszeichnungswürdig erachten, und auch Personen der Schulaufsicht, welche Kenntnis von einer auszeichnungswürdigen Fachbereichsarbeit haben, ein, eine solche bis zum

1. Mai 1995

einzureichen.

Hiezu ist es erforderlich, eine Kopie der Arbeit, welche im Einvernehmen mit dem Verfasser erstellt wurde, zusammen mit einer Begründung (etwa 1 A4-Seite) an

Univ. Prof. Dr. Helmut RAUCH
Institut für Kernphysik
Technische Universität Wien
Wiedner Hauptstr. 8-10, 1040 Wien

zu senden. Die Arbeiten werden von einer vom Vorstand der ÖPG eingesetzten Jury beurteilt.
Neben einem Anerkennungsschreiben winkt den Ausgezeichneten und ihren Betreuern ein ganztägiger Besuch des Forschungszentrums Seibersdorf. Die prämierten Arbeiten sollen ferner im Rahmen der Jahrestagung 1995 in Leoben als Poster präsentiert werden.

Aus: Physikalische Blätter, November 1994, S. 1083
Die Physikalischen Blätter bringen Nachrichten aus Forschung und Industrie und allgemein für Physiker interessante Berichte (z.B. über den Arbeitsmarkt fürPhysiker) in einer Sprache, die auch vom Nichtspezialisten verstanden werden kann. Die Physikalischen Blätter können von ÖPG-Mitgliedern begünstigt abonniert werden

Österreichische Physikalische Gesellschaft

Fachauschuß Lehrer an Höheren Schulen und Lehrerfortbildung

Die

ÖSTERREICHISCHE PHYSIKALISCHE GESELLSCHAFT (ÖPG)

wurde 1950 gegründet. Sie ist ein gemeinnütziger Verein, der der Förderung und Verbreitung der physikalischen Wissenschaft in Forschung, Entwicklung und Unterricht dient. Die Gesellschaft bemüht sich, die österreichischen Physiker aus diesen Bereichen einander näher zu bringen und sie in ihrer Gesamtheit nach außen hin zu vertreten. Zu diesem Zweck veranstaltet sie einmal im Jahr eine Physikertagung in einer der österreichischen Universitätsstädte, teils auch in Gemeinschaft mit physikalischen Gesellschaften von Nachbarländern. Weitere Tagungen werden von den Fachausschüssen veranstaltet, die Teilgebiete der Physik vertreten, und zwar derzeit die Gebiete:

- Akustik
- Atom-, Molekül- und Plasmaphysik
- Festkörperphysik
- Kern- und Teilchenphysik
- Lehrkräfte an Höheren Schulen und Lehrerfortbildung
- Medizinische Physik, Biophysik und Umweltphysik
- Physik - Industrie - Energie
- Polymerphysik
- Quantenelektronik, Elektrodynamik und Optik

Auch diese Fachausschüsse arbeiten mit entsprechenden Gruppen des Auslandes zusammen. Jedes Mitglied der ÖPG kann ohne besondere Formalitäten (und ohne weitere Kosten) seinen Beitritt zu einem Fachausschuß erklären.

Die ÖPG ist Mitglied der European Physical Society (EPS), alle Mitglieder der ÖPG genießen daher Ermäßigungen bei EPS-Tagungen und können verbilligt die Einzelmitgliedschaft (Cat.4c) bei der EPS erwerben.

Auf Grund gegenseitiger Abkommen mit der Deutschen Physikalischen Gesellschaft (DPG) und mit der Schweizerischen Physikalischen Gesellschaft (SPG) sind die jeweiligen Mitgliedsbeiträge um etwa 25% ermäßigt. Mit den Physikalischen Gesellschaften von Ungarn, Tschechien und der Slowakei bestehen Austauschabkommen für Kurzbesuche.

Die Mitglieder erhalten etwa alle zwei Jahre eine Mitgliederliste auf neuestem Stand und werden durch ein viermal jährlich erscheinendes Mitteilungsblatt über die Aktivitäten der ÖPG, Preisausschreibungen, offene Stellen und andere Neuigkeiten informiert.

Jedes Jahr vergibt die ÖPG den Physikpreis an Nachwuchsphysiker, und zwar abwechselnd auf dem Gebiet der theoretischen und der experimentellen Physik.

Adresse des Geschäftsführers: Univ.-Doz. Dr. Helmut Leeb, Institut für Kernphysik, TU Wien, Wiedner Hptstr. 8-10, 1040 Wien

Weiters vergibt der Fachausschuß "Kern- und Teilchenphysik" jährlich einen Förderungspreis für hervorragende Dissertationen auf dem Gebiet der Kern- und Teilchenphysik.

Seit 1990 wird der "Roman-Ulrich-Sexl-Preis" für besondere Leistungen in Unterricht und Lehre vergeben.

Seit 1994 erfolgt eine Prämierung hervorragender Fachbereichsarbeiten aus Physik, die im Zuge der reformierten Matura an AHS verfaßt wurden.

Auskünfte beim Geschäftsführer; Herrn Univ.-Doz. Dr. H. Leeb, Institut für Kernphysik, TU Wien, Wiedner Hauptstraße 8-10, 1040 Wien.

Vorsitzender der Österreichischen Physikalischen Gesellschaft ist seit 1.1.1995 Univ.-Prof. Dr. Helmut Rauch, Institut für Kernphysik, TU Wien, Wiedner Hauptstraße 8-10, 1040 Wien.

Der Fachausschuß Lehrer an Höheren Schulen und Lehrerfortbildung organisiert Fortbildungsveranstaltungen, gibt zusammen mit dem Verein zur Förderung des physikalischen und chemischen Unterrichts eine Zeitschrift heraus und befaßt sich mit Fragen des schulischen Physikunterrichts und der Lehramtsausbildung. Er wird gemeinsam von
Prof. Mag. H. H. Tentschert, PI Steiermark, Th. Körner Str. 38, 8020 Graz und
Prof. Dr. H. Kühnelt, Institut für Theor. Physik der Universität Wien, Boltzmanngasse 5, 1090 Wien
geleitet.

Einladung zum Beitritt zur ÖPG

In der Vergangenheit hat der Vorstand zu aktuellen Problemen des Physikunterrichts wiederholt Stellung genommen und ist oft energisch im BMUK vorstellig geworden. Die ÖPG kann umso besser die Belange des Physikunterrichts und der Physiklehrer vertreten, je mehr Lehrer ihr angehören. Lehrervertreterin im Vorstand der ÖPG ist Frau Prof. Mag. Monika Turnwald (BRG Fadingerstraße 4, 4020 Linz).

Der Beitritt ist jederzeit möglich.

Beitrittsanträge mögen mit dem Formaular (s. S. 34) an einen der beiden Fachausschußvorsitzenden gesandt werden.

Bisherige Sexl-Preisträger:

1990: Mag. Florian Stütz, Petrinum Linz
1991: Dr. Alfred Pflug, Institut für Theoretische Physik der Universität Wien
1992: Mag. Franz Josef Natschläger, Kollegium Aloisianum, Linz
1993: Mag. Ursula Silber, BRG Körnerstraße Linz
1994: Mag. Günther Lechner, BRG Wörgl, und Ing. Mag. Helmuth Mayr; BRG 15 Wien

An die Österreichische Physikalische Gesellschaft
z.Hdn. Univ.-Doz. Dr. H. Leeb
Institut für Kernphysik, TU Wien
Wiedner Hauptstraße 8-10,
1040 Wien.

Beitrittsantrag

Ich ersuche um Aufnahme in die Österreichische Physikalische Gesellschaft als ordentliches Mitglied in der Kategorie

A Vollmitglied (derzeitiger Mitgliedsbeitrag S 400)
B Vollmitglied
mit Bezug der Physikalischen Blätter (derzeitiger Mitgliedsbeitrag S 840)
(Nichtzutreffendes bitte deutlich durchstreichen)

Gleichzeitig trete ich dem
Fachausschuß Lehrer an Höheren Schulen und Lehrerfortbildung
bei.

Name:
Vorname:
Titel:
Anschrift:
Schulanschrift:

Unterschrift:
Datum:

Befürwortung durch zwei Mitglieder (z.B. AG-Leiter oder FA-Vorsitzender):

Name:
Unterschrift:

Name:
Unterschrift:

GIREP - ICPE 1995

INTERNATIONAL CONFERENCE TEACHING THE SCIENCE OF CONDENSED MATTER AND NEW MATERIALS

University of Udine 24-30 August 1995

Groupe International de Recherche sur l'Enseignement de la Physique (GIREP)

International Commission on Physics Education (ICPE) of IUPAP

Organised by
International Center of Theoretical Physics (ICTP) of Trieste
and
the Physics Department of the University of Udine, Italy

Learning about
The science of the solid state, of liquids and of amorphous materials
Structural, magnetic, optical, vibrational properties
Dynamical transport properties
Advances in technology and in new materials

Responsibles: G. Denardo (ICTP), M. Michelini (University of Udine), S. Pugliese Jona (GIREP)

The topic: Our life, technology and comfort depend strongly on materials we use. Besides the "classical" materials - like ionic crystals, conducting metals, common fluids - we rely increasingly on "new" materials - man-designed semiconductors, superconductors, liquid crystals, optical fibers, smart materials. Devices commonly used by teenagers are based on the physical (structural, magnetic, electric, optical, thermal transport) properties of different types of condensed matter. Our duty is to bring this modern technological environment into the classroom, without giving up the valuable aspects of physics teaching, based on direct experiences, rational reasoning, quantitative measurements and predictions based upon calculations, which have formed the scientific basis of the industrial revolution in the past and of the high tech revolution today.

The Conference will bring together scientists, researchers in education, teachers in schools and in universities in a common effort to discuss the issues of introducing these topics in science teaching at different levels. We will consider the physical phenomena and their interpretations, the role of technological applications, the results of didactical research, educational strategies, new curricula, teaching resources.

The structure of the Conference:

a) General Sessions (invited talks on cultural scientific topics and on education)

b) Parallel sessions of panel discussions (15 or 20-minute contributions followed by discussion)

c) Workshops (provisional list of topics):

- W1- Macroscopic vs microscopic: phenomena and their interpretation. A gap difficult to bridge.
- W2- Role of computers in teaching about condensed matter
- W3- New methods for old matters. Towards a better understanding of the 'old' properties of matter.
- W4- The science of new materials: implications for teaching
- W5- Practical work in the physics lab
- W6- Science-Technology-Society implications of materials science
- W7- Innovative approaches to electrical transport properties
- W8- Cognitive problems in teaching about condensed matter
- W9- Problem-solving approach to teaching the physics of matter

d) Show & Tell session (pot-pourri of short teaching suggestions, experiments, demonstrations)

e) Poster session

f) Exhibits

g) Excursions to Trieste (Synchrotron, ICTP and Immaginario Scientifico Exhibit)

Language: The language of the Conference is English. A parallel session with simultaneous translation in Italian will be provided.

The venue: Udine is a pleasant ancient city of 100.000 inhabitants at the feet of the Julian Alps, not far from the Adriatic Sea. It has a young and dynamical University which offers great hospitality to the attendants of the Conference. Udine is easily reached by train or plane, it is in the North-East corner of Italy, 60 km from Austria, 40 km from Slovenia, 70 km from Trieste, 125 km from Venice.

Conference fee: US$ 100.00

Accommodation: 230 beds in student dormitories at US$ 100.00 for the whole Conference. 300 beds and breakfast in hotels from US$ 50.00 up per night.

Further information and correspondence:
M. Michelini, S. Pugliese Jona
Physics Dept., Univ. of Udine
via delle Scienze 208
I-33100 UDINE, Italy
tel. ++39-432-558208 fax ++39-432-558222
E-mails: michelini@fisica.uniud.it or mc5940@mclink.it

Deadlines

a) Request of information: 31 January '95
b) Pre-registration, proposal of contributions: 28 February '95
c) Second circular, provisional programme: end of March '95
d) Final registration and presentation of abstracts: 30 April '95
e) Hotel reservations: 31 May '95

Ein Leben für die Wissenschaft

Erinnerungen der Forscherin Erika Cremer

Videofilm in zwei Teilen

Regie: Dr. Michael Stöger
Produktion: AQUAMARIN

Bei einem Spaziergang durch die Bildergalerie des Tiroler Schlosses Ambras bleibt eine alte Dame wie in Gedanken versunken vor dem Porträt Galileo Galileis stehen - jenem italienischen Gelehrten, der heute als geistiger Vater der modernen Naturwissenschaft gilt.

Die Dame ist selbst Forscherin, Angehörige jener "Zunft", die in den Generationen seit Galilei unser Weltbild Stück für Stück erweitert hat: Erika Cremer.

Cremer stand zum Zeitpunkt dieser Filmaufnahmen in ihrem 90. Lebensjahr und war zuletzt Ordinaria für Physikalische Chemie an der Leopold-Franzens-Universität Innsbruck. Sie hat ihr ganzes Leben der Wissenschaft gewidmet und ihren Namen mit zahlreichen Entdeckungen in den Annalen verewigt. Sie gilt als eine der ganz Großen ihres Fachs, eine Vertreterin der alten Schule der Wissenschaft, für die die Erkenntnis des Naturgeschehens noch an erster Stelle stand - nicht etwa die technische Machbarkeit von Erfindungen. Daß sie über die Grenzen ihres Fachs hinaus einer breiteren Öffentlichkeit - trotz zahlreicher internationaler Preise und Ehrungen - kaum bekannt geworden ist, mag lediglich am sensationshungrigen, auf Tagesaktualitäten ausgerichteten Blick liegen, der die großen und stillen Denker oftmals übersieht.

Der zweiteilige Film, der als Porträt ihren Lebensweg nachzeichnet, ist den Erinnerungen der Erika Cremer gewidmet, wir sind zu Gast in ihrem Landhaus in der wunderschönen Tiroler Alpenwelt. Und Cremer hat viel zu erzählen, hat sie doch im Laufe ihres bewegten Lebens, das auch durch das Kriegsgeschehen geprägt war, zahlreiche aufregende Entdeckungen und Strömungen in der Wissenschaft miterleben können. Berühmte Nobelpreisträger waren ihre Lehrer, sie hat mit einigen von ihnen auch persönlich eng zusammengearbeitet.

In ihren Schilderungen erstehen wichtige Momente dieser vergangenen Zeiten neu, man taucht ein in die Denkweise unserer Väter, Großväter und Urgroßväter, für die vieles in der Welt noch anders aussah als heute. Das Gespräch mit Erika Cremer spannt einen weiten zeitlichen Bogen zu den historischen Wurzeln so mancher Ereignisse in Wissenschaft und Technik, Gesellschaft und Politik. Es ist das lebendige Dokument einer Zeitzeugin, die aus erster Hand berichtet. Zu den Themen zählen:

- ihre Studienzeit in Berlin, in der es für Frauen noch eine ungewöhnliche Neuerung war, zum Universitätsstudium zugelassen zu werden,
- ihre Lehrjahre beim Nobelpreisträger Walter Nernst,
- ihr Weg als Frau in der Männerwelt der Wissenschaft, die die "neuen Eindringlinge" vorerst nur schwer akzeptieren konnte,
- ihre eigenen Entdeckungen (Erika Cremer ist die Erfinderin der Gaschromatographie - einer eleganten und hochpräzisen Analysenmethode für gasförmige Stoffe)
- die schwierige Zeit des Dritten Reiches, die durch die Vertreibung der jüdischen Mitarbeiter an den Instituten die bis dahin intakte Forschergemeinschaft der "großen Köpfe" zerschlug
- und die Entdeckung der Kernspaltung, 1938 am Institut von Prof. Otto Hahn in Berlin.

Beim letztgenannten Thema sieht sich der Zuschauer auf spannende Weise mit der Entwicklungsgeschichte der wohl folgenreichsten Entdeckung für die Menschheit konfrontiert: Die Spaltung des Uranatoms, die schon wenige Jahre später zum grauenhaften Einsatz der Atombombe in Japan geführt hat. Erika Cremer, die in jenen schicksalshaften Tagen des Jahres 1938 Mitarbeiterin von Otto Hahn in seinem Berliner Institut war, läßt den Zuschauer mit ihren Erinnerungen "hautnah" am Geschehen teilhaben und berichtet von der Fassungslosigkeit des menschlichen Geistes über die Konsequenzen seiner eigenen Entdeckungen.

Ihrer abschließenden Sicht, daß nur die verantwortungsvolle Vernunft den Weiterbestand der Menschheit garantieren könne, kommt angesichts der Tatsache, daß Erika Cremer im Laufe ihres langen Lebens als Wissenschaftlerin direkt am "Puls" des Geschehens war, ungewöhnliches Gewicht zu - eine Aussage, die sich wohl nur als eindringliche Warnung für uns und kommende Generationen verstehen läßt und heute von unerwarteter Aktualität ist.

Damit der Film leichter im Unterricht gezeigt werden kann, dauern seine beiden Teile jeweils knapp 20 Minuten.

Videokassetten können schriftlich beim Autor (zum Preis von öS 390,- zuzügl. MWSt. und Versandkosten) bestellt werden:

Dr. Michael Stöger
AQUAMARIN-FILMPRODUKTION
Pfeilgasse 3, 1080 WIEN
Tel+Fax: (0222) 406-41-50
e-mail: stoeger@doppler.thp.univie.ac.at

Frau Professor Erika Cremer vor dem Gaschromatographen

Verein zur Förderung des physikalischen und chemischen Unterrichts

Aufruf zum Beitritt

Der Verein zur Förderung des physikalischen und chemischen Unterrichts lädt alle Fachkolleginnen und Fachkollegen, die noch nicht dem Verein angehören, zum Beitritt ein. Der Mitgliedsbeitrag beträgt derzeit S 150, für Studenten ohne eigenes Einkommen S 30,-. Anmeldungen können jederzeit erfolgen.

Sie sichern sich dadurch eine frühzeitige Verständigung über die Fortbildungswoche mit ihrem vielfältigen Angebot. Gerade die Praktika sind meist sehr schnell ausgebucht. Der Termin wird den Mitgliedern bereits im Herbst mitgeteilt. Das Mitteilungsblatt kann aus Kostengründen regelmäßig nur an Mitglieder versandt werden. Wir hoffen, daß es sich auch durch Ihre Mitarbeit zu einem nützlichen Hilfsmittel für den Physik- und Chemieunterricht entwickelt.

Der Verein umfaßt gegenwärtig als Mitglieder rund 900 Chemie- und Physiklehrer an Hauptschulen, AHS und BHMS aus ganz Österreich.

Der Verein wurde 1895 gegründet. Er verfolgt laut Satzung den Zweck, "den physikalischen und chemischen Unterricht aller Schulgattungen in wissenschaftlicher und didaktischer Hinsicht zu vervollkommnen." Dies soll erreicht werden u.a. durch "Vorträge, Vorführung und Besprechung von Apparaten und Versuchen, Studiengänge, Herausgabe einer Vereinszeitschrift, Lehrgänge für die Weiterbildung,...". Pflicht der Mitglieder ist die "tätige Anteilnahme an den Arbeiten des Vereins und die Leistung des Jahresbeitrages mit Beginn des Vereinsjahres."

Beitrittserklärung

Ich erkläre meinen Beitritt zum Verein zur Förderung des physikalischen und chemischen Unterrichts, werde die Vereinsziele unterstützen und werde den Mitgliedsbeitrag regelmäßig entrichten.

Name:

Titel:

Schuladresse:

Wohnanschrift:

Straße:

PLZ und Ort:

Datum:

Unterschrift:

Bitte senden an:

Verein zur Förderung des phys. u. chem. Unterrichts
z. Hdn. Prof. Dr. Helmut Kühnelt
Institut für Theor. Physik
Strudlhofgasse 4
1090 Wien

Bücherecke

Größenordnungen in der Natur - Fächerübergreifende Betrachtungen zur Physik der Lebewesen

Edeltraud Schwaiger

Aulis Verlag Köln, Praxis-Reihe, DM 24,--
Lizenzausgabe: Verlag Hölder-Pichler-Tempsky,
hpthek-Unterrichtsthemen Bd. 2, 135 S, öS 240,--,
ISBN 3-209-01746-8

Ist es Zufall, daß eine Maus nicht so groß wie ein Pferd, ein Elefant nicht so klein wie eine Katze, ein Roggenhalm nicht so hoch wie ein Mammutbaum sein kann? Oder verbieten die Gesetze von Physik und Biologie Monster und Zwerge?

In diesem vergnüglich zu lesenden und mit netten Zeichnungen und zahlreichen Diagrammen ausgestatteten Büchlein geht die Verfasserin Fragen im Grenzgebiet von Physik und Biologie nach. Würde ein auf die fünffache Größe vergrößerter Hase tatsächlich das 125-fache an Futter verbrauchen, hätte er ein besseres Denkvermögen dank einer 125-fachen Vergrößerung des Gehirns, würde er wegen der vergrößerten Augen 25-fach besser sehen?

In den 15 Kapiteln

Körpergröße und Form,
Stoffwechselintensität,
Physiologische Zeit und Körpergröße,
Stimmlage,
Augengröße,
Hirngröße,
Muskelkraft,
Gehen und Laufen
Der Hochsprung aus dem Stand,
Fliegen
Fallen
Widerstandskräfte in Luft und Wasser
Größe und Umweltbedingung

wird die Kunst der Skalierung gelehrt und dabei werden auch die Einschränkungen aus Physiologie, Thermodynamik, Festigkeitslehre, etc. berücksichtigt. Als Beispiele seien hier nur genannt: Wie skalieren sich die Knochen des Skeletts, wie groß können Säugetiere werden? Konnte Gulliver mit den zwölfmal kleineren Lilliputanern sprechen, konnten sie ihn verstehen?

Dieses Buch, hervorgegangen aus der Dissertation der Verfasserin bei Professor Sexl, will und kann kein systematischer Kurs sein, sondern gibt Anregungen zu fachübergreifenden Betrachtungen in den Bereichen Mechanik und Akustik und verknüpft die "trockene" Physik mit Fragen, die sich nicht nur die Schüler stellen - ihre Beantwortung in qualitativer Form mittels Skalenargumenten ist leicht nachzuvollziehen und zeigt dabei zeigt die Tragweite physikalischer Denkweise.

Zur Unterstützung des Unterrichts finden sich im Anhang Arbeitsblätter, mit denen die wichtigsten Überlegungen als Schüleraufgaben wiederholt werden können, die wichtigsten Beziehungen sind bei Bedarf nochmals angegeben.

Nicht zuletzt wegen des sehr günstigen Preises ist den *Größenordnungen in der Natur* eine weite Verbreitung zu wünschen.

(Die Ausgabe bei HPT zeichnet sich durch einen festen Umschlag und einen größeren Druck aus.)

H. Kühnelt

Erlebniswelt Physik

Peter Labudde

Bonn 1993. Ferd. Dümmlers Verlag. ISBN 3-427-41591-0, 247 S, DM 39,80, öS 311.

Ein Grundprinzip zieht sich, nach Aussage des Autors, wie ein roter Faden durch das vorliegende Buch: Der Physikunterricht sollte gleichermaßen am Schüler wie an der Sache orientiert sein. "Erlebniswelt Physik" soll ausdrücken, daß viele alltägliche Phänomene und Erkenntnisse mit Hilfe der Physik beschrieben werden können, daß aber auch darüber hinausgehend physikalische Erkenntnis - sowohl in ihrem theoretischem Anspruch, aber auch in der experimentellen Praxis für Schüler zum positiv besetzem Erlebnis werden kann. Dazu bietet das Buch eine Fülle von methodischen und inhaltlichen Anregungen, von denen ich hier nur einige herausgreifen möchte.

Faradays Naturgeschichte einer Kerze ist Anlaß zu zeigen, wie die Beobachtung einer brennenden Kerze zum Ausgangspunkt eines "sokratischen Gesprächs" wird.

Am Beispiel Muskelarbeit und Energieumsatz wird gezeigt, wie Alltagserfahrung und Vorverständnis der Schüler in den Lernprozeß miteinbezogen werden können.

Am Beispiel Regenbogen und am Schiffsbau wird genetisches Lernen demonstriert.

Am Beispiel Schispringen wird gezeigt, wie eineVerbindung zwischen den täglichen (Medien-)Erfahrungen der Schüler und physikalischen Modellen hergestellt wird.

Am Beispiel Schwimmbad wird eine Verbindung zwischen sinnlichem Erleben und physikalischem Denken hergestellt.

Am Beispiel Kurvenfahren wird gezeigt, wie der Übergang vom qualitativem Alltagsphänomen zum quantitativen Laborexperiment hergestellt werden kann.

Mit Hilfe von Textstellen aus Werken von Stifter, Brecht, etc. wird gezeigt, wie Belletristik, Literatur, Schüleraufsätze etc. in den Physikunterricht eingebunden werden können.

Am Beispiel Hubschrauber und Golden Gate Bridge wird Lernen am Komplexen demonstriert.

Jede Einheit enthält neben einem fachdidatktischen Teil methodische Anregungen zur Unterrichtsgestaltung und Stundenentwürfe, aber auch Unterrichtsmaterialien in Form von Tabellen und Zahlenmaterial, Arbeitsblätter, etc.

Relativer Kraftaufwand beim Tragen einer Schultasche

Möglicherweise regt die Lektüre des Buches den in der täglichen Praxis stehenden Lehrer auch dazu an, einmal innezuhalten, seine bisherigen Strategien methodisch und inhaltlich zu überprüfen und neue Ansatzpunkte zu entwickeln. "Erlebniswelt Physik" stellt damit eine wichtige Verbindung zwischen den Erkenntnissen der Physikdidaktik und dem Schulunterricht her und demonstriert darüber hinaus, wie die Ergebnisse didaktischer Forschung in die Unterrichtpraxis umgesetzt werden können.

Helga Stadler

Physikalische Freihandversuche - Kleine Experimente

Ernst Zeier

Aulis Verlag Deubner & Co KG, Köln; 3. Auflage 1994,
ISBN 3-7614-0788-2, 264 S., 41 Abb.

Im modernen Physikunterricht ist der Trend zu kompakten, "vollelektronischen" Geräten zur Erzielung möglichst exakter Meßergebnisse nicht zu übersehen. Im Gegensatz dazu können Freihandversuche und Kleinexperimente mit bescheidenen Mitteln in kurzer Zeit durchgeführt werden und sind im allgemeinen gut durchschaubar. Daher bieten sie eine gute Gelegenheit zum Hantieren, Motivieren, genauen Beobachten, Nachdenken und auch zum "Fachsimpeln".

Im vorliegenden Werk faßt Ernst Zeier seine in 40 Jahren gemachten diesbezüglichen Erfahrungen mit der Beschreibung von mehr als 200 Versuchstiteln zusammen. Alle Versuchsbeschreibungen sind klar und ausführlich gehalten und erklärt. Unter dem Titel Bemerkungen komprimiert der Autor am Ende jeder Versuchsserie wesentliche physikalische Aussagen.

Durch gelegentliche Verweise auf ideengeschichtliche Entwicklungen erhält der Leser wertvolle Tips, die den Unterricht beleben können.

Die Vielfalt des Gebotenen, die übersichtliche Gliederung und die minutiöse Beschreibung der Versuche machen auch die 3. unveränderte Auflage dieses Buches zu einem Standardwerk für alle, die grundlegende physikalische Phänomene im "herkömmlichen" Unterricht demonstrieren oder durch Schüler (insbesondere mit den von den Lehrplänen geforderten schülerzentrierten Unterrichtsmethoden) erarbeiten lassen wollen, wobei die weitere unterrichtsmäßige Aufarbeitung der Erkenntnisse dem Lehrenden überlassen bleibt.

Bei kritischer Durchsicht des Buches fallen allerdings einige nicht mehr zeitgemäße Details auf: So lassen sich beispielsweise manche Experimente durch die Verwendung von elektronischen Multimetern noch einfacher gestalten. Experimente, in denen einfachste elektronische Bauteile (etwa eine LED) eingesetzt werden, fehlen vollständig. Ebenso entspricht weder die Erklärung der Reibung durch "Verzahnung" noch die Verwendung des Begriffes "Zentrifugalkraft" dem aktuellen Kenntnisstand.

2 Hufeisenmagneten als gekoppelte Pendel

Trotzdem stellt das Buch durch seine große Fülle an Versuchen, Hinweisen und praktischen Tips eine ständige Quelle von Anregungen dar, die nur darauf warten, in spannenden und handlungsorientierten Unterricht umgesetzt zu werden.

H. Mayr

Physik ist überall - Streifzüge durch Natur, Alltag, Technik und Forschung

Karl Luchner

Ehrenwirth-Verlag, München, 1994. 247 S, zahlr. Abb., ISBN 3-431-03347-4, öS 250,-.

Ein Physikbuch der ganz anderen Art liegt nun vor. Keine Aneinanderreihung von Lehrinhalten, sondern Themenbereiche, die uns im Alltag begegnen, werden physikalisch beleuchtet. Luchner betrachtet beispielsweise eine Flugreise physikalisch und macht sich - rechnerische - Gedanken, wie lange die Startbahn sein muß, wie denn das mit dem Fliegen überhaupt so vor sich geht und wie der Pilot überhaupt die richtige Flugroute findet (s.a. den Vortrag von Prof. Luchner bei der Fortbildungswoche 1993). "Streifzüge durch Natur, Alltag, Technik und Forschung" lautet der Untertitel des interessanten Physikbuches des Münchener Physikdidaktikers, Prof. Karl Luchner. Es ist ein ständiges Anliegen von Herrn Luchner, Physik nicht hinter Formeln zu verstecken, sondern die Physik, die sich in unserer Umwelt abspielt, herauszuarbeiten, zunächst in verbaler Form und schließlich auch in exakter mathematischer Formulierung. Abschätzungen und logisches Herangehen an eine Fragestellung stehen bei Luchners Buch ganz oben. Und dies dürfte auch ein durchaus erfolgreicher Weg sein, um Schülern der oberen Klassen einen Zugang zur Physik zu eröffnen, der in manchem traditionellen Unterricht fehlt. Aber auch für jeden Lehrer der Physik (gleichgültig ob an Hauptschulen oder an Höheren Schulen) ist Luchners Physikbuch eine Fundgrube für den Unterricht. Über "Sonne, Mond und Sterne" macht er sich ebenso seine Gedanken wie über "Wolken, Wind und Wetter" oder stellt die Frage nach der Größe der Atome. Das Buch "Physik ist überall" ist sowohl ein Lesebuch für den Fachmann, den die Schreibweise des bayerischen Physikdidaktikers fesselt, als auch ein Buch, das Anregungen für eine schülergerechte Art des Physikunterrichts gibt.

Die Kapitelüberschriften auf den 230 Textseiten lauten:
Archimedes und das Hebelgesetz
Ein Blick auf die rotierende Erde
Die Kreisbahn des Satelliten
Sonne, Mond und Sterne
Eine Flugreise, physikalisch betrachtet
Ein physikalischer Streifzug über die Erde
Wolken, Wind und Wetter
Nachdenken über Perspektive
Die optimale Route
Wie groß sind Atome?
Elektronen im Metall - klassisch gesehen
Verschlüsselte Botschaften
Wärme, eine Energie besonderer Art
Die Kunst des Balancierens

Leo Ludick, Wels

Licht und Farbe in der Natur

Marcel Minnaert

Aus dem Niederländischen von Regina Erbel-Zappe

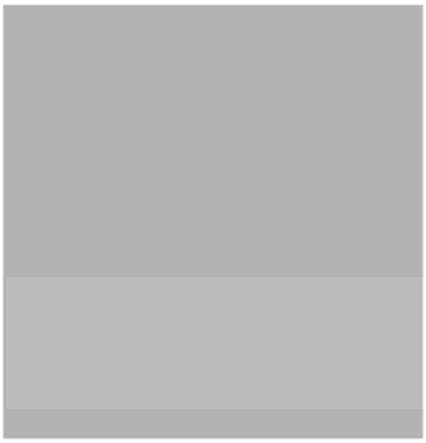
Birkhäuser Verlag Basel 1992. ISBN 3-7643-2496-1, 464 S., 183 Abb., 49 Farbbilder und zahlreiche Fotos, öS 765,-.

Ein Klassiker unter den Physikbüchern - holländische Erstauflage 1937 - liegt nun in deutscher Übersetzung vor. Der Autor Marcel Minnaert (1893-1970) war ein bekannter niederländischer Astronom, dessen Andenken A. Unsöld sein bekanntes Lehrbuch "Der neue Kosmos" widmete. "Licht und Farbe in der Natur" ist der erste und bekannteste Teil der dreiteiligen Reihe "De Natuurkunde van 't vrije veld", in der Minnaert uns die Augen öffnen möchte für die vielfältigen Erscheinungen in der Natur, die ohne Hilfsmittel beobachtet werden können. Im Vorwort schreibt er: *"Die Bedeutung der Beobachtungen in der freien Natur für den Physikunterricht ist noch nicht genügend anerkannt. Diese Beobachtungen helfen uns in dem wachsenden Bestreben, eine Verbindung zwischen Schulunterricht und Leben herzustellen: Sie bringen uns auf natürliche Weise dazu, Tausende von Fragen zu stellen, und bewirken, daß wir das in der Schule Gelernte später ... auch außerhalb der Schulmauern antreffen..."*

13 Kapitel mit rund 300 Themen führen den Leser von "Licht und Schatten" über "Nachbilder und Kontrasterscheinungen" zu "Farbe von Wolken,Wasser und festen Stoffen". Äußerst plastische Strichzeichnungen unterstützen die Erklärung der Phänomene, mathematische Anforderungen bleiben auf elementare Trigonometrie beschränkt. Darüber hinaus ergänzen Gedichte der Weltliteratur und Zitate (u.a. von Goethe, Boltzmann und Schrödinger) das Physikbuch zu einem "Gesamtkunstwerk".

Wie vergleicht sich "Licht und Farbe in der Natur" mit anderen Werken, etwa dem von Brill u.a. oder dem "Knick in der Optik" von J. Walker? Es beschreibt viel mehr Erscheinungen, während das Buch von Brill et al. als Textbuch für Studienanfänger mehr Wert auf mathematische Ableitungen legt. So haben alle ihre Vorteile. Die Fülle der beschriebenen Phänomene sichert dem "Minnaert" langes Bestehen. Ein Buch, das für Schulbibliotheken gut geeignet ist!

H.Kühnelt



Entstehung von Lichtschlieren am Boden eines Wasserbeckens