

# Soznat

Blätter für soz\* Aspekte der Naturwissenschaften  
und des naturwissenschaftlichen Unterrichts

**6. Jg.**

**H1/2**

**März 83**

## **Zur Empirie des naturwissenschaftlichen Unterrichts**

- ★ **doppeltes Naturbild**
- ★ **blasse Erinnerungen**
- ★ **gemischte Gefühle**
- ★ **schlechte Noten**

\* soz.: sozial – soziologisch – soziopsychologisch – sozialistisch –  
sozioökonomisch – sozialisation – sozialpsychologisch – sozialpsychologische – sozialpsychologische – sozialpsychologische

**WEITERE THEMEN: NATIONALSOZIALISMUS  
POLITISCHE ÖKOLOGIE**

## INHALT

Redaktionsnotiz S. 3

Empirie des naturwissenschaftlichen Unterrichts S. 4

*Rainer Brämer*

Ober das doppelte Naturbild in den Köpfen der Schüler  
-Empirisches aus bundesdeutschen  
Unterrichtszeitschriften- S. 5

Nachtrag: Ober die Konsistenz  
des alltäglichen Naturbildes  
oder Lehrstück über die Grenzen  
fachdidaktischer Wirklichkeits-  
erfassung S. 32

Erinnerungen an den naturwissen-  
schaftlichen Unterricht S. 38

Noch'n Mythos  
- Was ist Physik - S. 50

*Georg Nolte*

Identifikation mit dem Aggressor?  
- Zur Einstellung der Schüler  
gegenüber dem naturwissenschaft-  
lichen Unterricht- S. 51

Leserbrief S. 71

*Rainer Brämer*

Geben Naturwissenschaftslehrer  
besonders schlechte Noten S. 72

*Georg Nolte/Armin Kremer*

Auswahlbibliographie zum Thema  
"Empirie des naturwissenschaft-  
lichen Unterrichts" S. 75

*Rainer Brämer*

Nichts gelernt  
-Naturwissenschaftler und Techniker  
"bewältigen" den National-  
sozialismus S. 84

Was ist ein Endiviensalat?  
-Ökologische Wissenschaft auf  
dem Wege zu neuen Mythen- S. 90

## IMPRESSUM

SOZNAT ISSN 0174 - 3112

Herausgeber: Redaktionsgemeinschaft  
Soznat

Redaktion dieser Nummer

Rainer Brämer, Armin Kremer,  
Georg Nolte, Claus Oppen

Redaktionsanschrift:

AG Soznat, Ernst-Giller-Str. 5  
3550 Marburg  
Tel.: 06421/47864 o. 283591

Bestellungen: Bei der Redaktion

NAMENTLICH GEKENNZEICHNETE BEITRÄGE  
GEBEN NICHT UNBEDINGT DIE MEINUNG  
DER REDAKTION WIEDER

Unkostenbeitrag: In Form einer Jahres-  
spende ( je nach Geldbeutel )  
erwünscht, aber nicht Bedingung.  
Die Durchschnittshöhe der 1982  
eingegangenen Spenden betrug  
DM 28.25 .

Einzahlungen auf das Postscheck-  
konto Georg Nolte,  
Frankfurt/Main 288182-602

Druck: Alpdruck Marburg

Auflage: 800

ISBN 3 - 922850 - 16 - 2

# Redaktionsnotiz

Was lange währt, wird (hoff)entlich gut. Nachdem sich schon das letzte Heft wegen unseres starken Engagements für die neue Unterrichtsreihe verspätet hat, kommt auch dieses Heft einen vollen Monat zu spät. Dafür ist es aber auch ein dickes Doppelheft, und insofern sind wir zumindest zur Hälfte eigentlich auch einen Monat zu früh.

Wenn dieses Heft wieder einmal gänzlich aus unseren eigenen Federn stammt, so liegt das nicht daran, daß uns etwa die Beiträge anderer Autoren ausgehen - das nächste Heft wird das Gegenteil beweisen. Unser Entschluß, ein Doppelheft Marke Eigenbau zu produzieren, ist vielmehr die Folge der immer deutlicher werdenden Tatsache, daß wir uns auf Dauer mit all unseren Soznat-Initiativen zuviel vorgenommen haben. Denn eigentlich sollte das Thema "Empirie des naturwissenschaftlichen Unterrichts" schon vor einem Jahr als Buchpublikation in der "reihe soznat" erscheinen. Da uns für ein solches Unternehmen aber auf absehbare Dauer die Zeit fehlt, haben wir kurzentschlossen die bereits fertigen Buchteile auf Doppelheftformat gekürzt, um so wenigstens ihre Aktualität zu wahren. Vielleicht ist ihnen die Kürzung aber auch inhaltlich ganz gut bekommen...

Apropos Überlastung: Ein wenig Entlastung für unsere Arbeit erhoffen wir uns von unserem neugegründeten Verein "Soznat e.V. - Verein zur Erforschung der sozialen Bedeutung der Naturwissenschaften". Was es damit genau auf sich hat, wird in einem der nächsten Soznat-Hefte zu erfahren sein. Wir erwähnen die Vereinsgründung schon heute, um damit eine Erklärung für die Erweiterung des Untertitels unserer Zeitschrift zu geben (s. Cover).



Es wird in Zukunft also mehr noch als bisher in Soznat nicht nur um den naturwissenschaftlichen Unterricht, sondern auch um die Naturwissenschaften als solche gehen. Dabei ist es unser Ziel, die Wissenschaft genauso zu entmythologisieren, wie wir das (nicht zuletzt auch wieder mit der vorliegenden Nummer) für den Wissenschaftsunterricht gemacht haben. Das erscheint uns insofern notwendiger denn je, als der naturwissenschaftliche Unterricht in einer Zeit zunehmender gesellschaftlicher Dominanz und Verwertung der Naturwissenschaften nur glaubwürdig bleiben kann, wenn er in der Lage ist, auch in gesellschaftlicher Hinsicht ein realistisches Bild der Wissenschaft zu vermitteln.

# **Empirie des naturwissenschaftlichen Unterrichts**

In den Jahren 1979 und 1981 führte die AG Soznat an der Marburger Universität zwei Projektseminare "Zur Empirie des naturwissenschaftlichen Unterrichts" durch. In beiden Fällen ging es darum, daß damals noch extreme Wirklichkeitsdefizit der Fachdidaktik mittels eigenständiger Untersuchungen zumindest soweit aufzufüllen, daß eine stichhaltige Beurteilung didaktischer Theorien und Unterrichtskonzepte möglich wurde. Zu diesem Zweck wurden zwei ganz unterschiedliche Wege eingeschlagen.

Im ersten Projekt wollten wir herausbekommen, welches Bild die Hauptakteure des naturwissenschaftlichen Unterrichts, die Lehrer und Fachdidaktiker also, selber von der von ihnen gestalteten Wirklichkeit besitzen. Dazu nahmen wir uns einige Jahrgänge der beiden bedeutendsten naturwissenschaftsdidaktischen Organe der Bundesrepublik, "Naturwissenschaften im Unterricht" (NiU) für die Pflichtschule und "der mathematische und naturwissenschaftliche Unterricht" (MNU) für das Gymnasium, Seite für Seite vor, um alle darin enthaltenen empirischen Passagen, seien es nur einzelne Sätze mit ausdrücklichem Wirklichkeitsbezug ("Empirismen") oder ganze empirische Studien, zu einem großen "Empiriepool" zusammenzutragen. Dieser für jede der beiden Zeitschriften schließlich etwa 50 bis 60 Seiten umfassende Pool wurde sodann thematisch strukturiert und inhaltlich ausgewertet. Als Ergebnis des Seminars entstand so ein in geringer Auflage vervielfältigtes und rasch vergriffenes Manuskript, an das sich die ältesten Soznat-Leser vielleicht noch erinnern können. Der in Soznat 5 / 1982 abgedruckte Beitrag "weder beliebt noch wirksam" von Robert Gassner und Heiner Lohaus" ist im Prinzip auf die gleiche Weise, wenn auch auf der Basis anderen Ausgangsmaterials zustande gekommen. Was das erste Empirieprojekt über die hierin bereits getroffenen Feststellungen hinaus noch an interessanten Einsichten erbrachte, ist im ersten Beitrag des vorliegenden Heftes zu entnehmen.

Auf dieser Grundlage haben wir dann im zweiten Projekt versucht, unseren Kenntnisstand über die Wirklichkeit des naturwissenschaftlichen Unterrichts auf eigene Faust zu erweitern. Mit allerlei Fragebögen bewaffnet zogen diverse Arbeitsgruppen in die Marburger pädagogische Landschaft hinaus, um Schüler, Studenten und Lehrer nach ihren unterrichtlichen Eindrücken und Erinnerungen zu befragen. Die dabei gewonnenen Einsichten mögen nicht unbedingt bis ins Letzte statistisch abgesichert sein, sind dafür aber für mancherlei Überraschung gut. Hierüber berichten der zweite und dritte Beitrag unseres Empirie-Schwerpunktes.

Aktiv beteiligt waren an dem einen oder anderen Projekt u.a. Michael Abel, Alfons Botthof, Rainer Brämer, Winfried Braun, Hans Clemens, Ulf Czarnojan, Marie-Luise Damann, Harald Deltner, Wolfram Dörbecker, Rudolf Gerlach, Konrad Höhner, Peter Huntemann, Maria Kaltwasser, Harald König, Wolfram Kötzsche, Armin Kremer, Almuth und Reinhard Loß, Birgit Ludwig, Katja Malers, Waldemar Marburger, Winfried Markert, Birgit Maschmann, Dirk Meyer, Georg Nolte, Joachim Ochs, Michael Oeffner, Claus Opper, Friedrich-Karl Penno, Christiane Schaps, Gerhard Schmidt, Andrea Sobotschinski, Ursula Spendlin, Michael Richt, Peter Riehl, Irmaud Rother, Andrea Turmann, Claudia Wieber, Martin Wiehl und Dorothee Zentgraf. Für die folgenden Ergebnisdarstellungen beider Seminare zeichnen Rainer Brämer und Georg Nolte verantwortlich.

# Über das doppelte Naturbild in den Köpfen der Schüler

EMPIRISCHES AUS BUNDESDEUTSCHEN UNTERRICHTSZEITSCHRIFTEN

Für Hermann

Wenn sich naturwissenschaftliche Didaktiker und Lehrer in ihren Fachzeitschriften selten genug einmal zur Wirklichkeit des von ihnen konzipierten Unterrichts äußern, dann offenbaren sie dabei in der Regel eine auffällig beschränkte Sichtweise ihrer Tätigkeit. Unterricht erscheint in ihren Darstellungen nicht etwa zuallererst als eine lebendige Auseinandersetzung mit jungen Menschen unterschiedlicher Interessen, Neigungen, Lebenserfahrungen, Charaktereigenschaften und sozialer Herkunft oder als Aneinanderfolge von angestrengten, erfrischenden, deprimierenden und bestätigenden Erlebnissen. Von den beteiligten Subjekten also, deren Verhaltensweisen, Emotionen, Erfolge und Konflikte ist so gut wie nie die Rede. Stattdessen dreht sich alles nur um das eine Problem: Wie bekommt man möglichst viel Stoff möglichst dauerhaft in die (anonymen) Köpfe der Schüler herein und wie effektiv sind die dabei eingesetzten Lehrverfahren? Lehrer und Schüler erscheinen aus dieser professionell verengten Perspektive also nur noch als bloße Kopfträger, die mit den Natur und Technik vorbehaltenen Segmenten ihrer Hirne in Kontakt miteinander treten (oder eben auch nicht). Daß dies nicht die ganze Wirklichkeit sein kann, ist ebenso klar wie die Tatsache, daß ein sich auf eine derart beschränkte Wahrnehmung gründender Unterricht Probleme mit sich bringen muß. Und so handeln denn auch die Wirklich-

keitsfragmente in unseren fachdidaktischen Zeitschriften in der Tat mehr von Problemen als von Erfolgen, und ihre systematische Zusammenfassung, wie sie im Folgenden für einige Jahrgänge der Zeitschriften "Naturwissenschaften im Unterricht" (NiU) und "Der Mathematische und Naturwissenschaftliche Unterricht" (MNU) vorgestellt wird, macht eher den Eindruck einer Kritik als einer Positivbilanz des naturwissenschaftlichen Unterrichts. Auch wenn man also unserem lediglich auf sekundären Quellen beruhenden Annäherungsversuch an die Schulwirklichkeit von vornherein in mehrfacher Hinsicht Einseitigkeit vorwerfen kann, so erweist sich ein solches Unternehmen nach anfänglichen Schwierigkeiten etwa mit der Differenzierung von Wunsch und Wirklichkeit und dem Gültigkeitsbereich der empirischen Einzelaussagen dann doch als recht lohnend. Denn in ihrer Summe zeichnen die fragmentarischen Wirklichkeitsaussagen der Zeitschriftenautoren, im Folgenden als "Empirismen" bezeichnet, nicht nur ein unerwartet konsistentes Realitätsbild, sondern verweisen darüber hinaus in nachdrücklicher Weise auf einen Grundwiderspruch des modernen wissenschaftsorientierten Naturunterrichts, der in der expliziten fachdidaktischen Diskussion eher als randständiges Problem gilt, bei der Wirklichkeitsbewältigung jedoch eine Schlüsselstellung einnimmt: Der

Gegensatz zwischen dem alltäglichen Naturbild einerseits, das die Schüler sozusagen als fachliche Vorgabe in den Unterricht einbringen, und dem professionell-wissenschaftlichen Naturbild andererseits, an dem sich die Ziele und Inhalte der Lehr-tätigkeit orientieren. Dieser Widerspruch bestimmt das empirische Verhältnis der Schüler wie der Lehrer zum naturwissenschaftlichen Unterricht in einem Maße, daß er sich sowohl als Strukturierungskriterium als auch als Interpretationsgrundlage für die folgende Darstellung anbietet.

## 1. DAS URSPRÜNGLICHE VERHÄLTNISS DER SCHÜLER ZU NATUR UND TECHNIK

Obwohl die didaktische Erforschung des alltäglichen Naturbildes des Schülers, wie sie in den letzten Jahren insbesondere in Kiel und Frankfurt vorangetrieben worden ist, im Untersuchungszeitraum gerade erst in ihren Anfängen stand, finden sich in den durchgemusterten Zeitschriftenjahrgängen doch eine ganze Reihe von Empirismen zu diesem Thema. Allerdings ist mit dem einleitenden Abriß des hierzu Gesagten (1.1) die fachliche Vorabdisposition der Schü-

### QUANTITATIVE ERGEBNISSE DER ZEITSCHRIFTENANALYSE

## **Natur- wissenschaften im Unterricht**

Die 1104 Druckseiten der von uns ausgewerteten Jahrgänge 1975 und 1976 sind etwa zu gleichen Teilen den Fächern Physik, Chemie und Biologie gewidmet. Die darin enthaltenen empirischen Passagen, die insgesamt nur 5% des Gesamttextes ausmachen, verteilen sich jedoch sehr ungleich auf die einzelnen Fächer. Während physikdidaktische Aufsätze zu rund 10% auf die Wirklichkeit Bezug nehmen, ist das bei der Biologie nur zu 2 1/2% und bei der Chemie sogar nur zu 1 1/2% der Fall. In nicht ausdrücklich als empirisch ausgewiesene Beiträge spielt die Bildungsrealität im Schnitt sogar nur zu weniger als 1% hinein. Wenn sich gerade die NiU dennoch als Praxisorgan versteht, so ist mit dieser Praxis jedenfalls nicht die Unterrichtswirklichkeit gemeint.



Der mathematische und naturwissenschaftliche Unterricht

Trotz des großen Seitenformats mußten wir 3 1/2 Jahrgänge (von Mitte 1974 bis Ende 1977) mit insgesamt 1792 Druckseiten durchmustern, um zu einem auch nur annähernd hinreichendem Empiriepool zu kommen. Dementsprechend liegt der Anteil empirischer Untersuchungen bzw. Einzelaussagen in der MNU mit durchschnittlich 1,3% auch erheblich geringer als in der NiU. Dabei nimmt diesmal die Biologie mit 2,2% Empirieanteil die Spitzenposition ein, gefolgt von der Physik mit 1,2%, der in der MNU mitvertretenden Mathematik mit 0,9% und der Chemie mit 0,5%. Der konservativen Gymnasialdidaktik ist also die Unterrichtswirklichkeit kaum mehr als einen Pfifferling wert. Dabei kommt noch hinzu, daß die Schüler in diesem dünnen Wirklichkeitsaufguß in der Regel nur als bloße kognitive Hülsen auftauchen, von denen man lediglich wissen will, wieviel Stoff man bei genügend kunstvoller Aufbereitung maximal in sie hineinstopfen kann.

ler nur zur Hälfte erfaßt. Die andere Hälfte besteht in den Motiven, die die Schüler dazu bewegen, sich überhaupt mit Naturwissenschaft und Technik zu beschäftigen. Auch hierüber lassen sich vor allem die NiU-Autoren relativ ausführlich aus. Die Zusammenfassung ihrer Einsichten (1.2) läßt deutliche Zusammenhänge mit dem vorunterrichtlichen Naturbild der Schüler erkennen.

### 1.1. Das alltägliche Naturbild

Das von den Schülern in den naturwissenschaftlichen Unterricht mitgebrachte Naturbild ist geprägt von einer Reihe qualitativer Fundamentalerfahrungen, die in ihrem phänomenologischen Gültigkeitsbereich die Natur zweifellos zutreffend, aber in einer ganz anders gearteten Begrifflichkeit als die Wissenschaft beschreiben. So haben Kinder beispielsweise schon sehr früh einen qualitativen Geschwindigkeitsbegriff im Sinne von "Schnelligkeit", der jedoch eher so etwas wie die "Bewegungsinintensität" eines Körpers in naher Verwandtschaft zum physikalischen Impulsbegriff erfaßt (NiU 1975 S.231f). Auch eine Art Energiebegriff einschließlich der Vorstellung von Energieerhaltung ist bei den Schülern von vornherein vorhanden (NiU 1976 S.8). Doch ist er im Kindesalter mit psychischen Eigenschaftsvorstellungen wie Tatkraft, Entschlossenheit und Strenge behaftet (NiU 1976 S.480), während er später als komplexer Kraftbegriff einen weiten Interpretationsbogen von mechanischen Phänomenen über Verhaltensweisen von Flüssigkeiten und Gasen bis hin zu elektrischen Erscheinungen spannt (siehe Nachtrag). Nimmt man noch die damit verbundene Erfahrung des Energieverbrauchs, die in der Elektrizitätslehre als Stromverbrauchsvorstellung in Erscheinung tritt, hinzu (ebenda), dann wird deutlich, daß sich die Fundamentalbegriffe des alltäglichen Naturbildes nicht auf die reine Naturbeschreibung beschränken. Vielmehr ist der persönliche Erlebniskontext mit seinen individuellen Empfindungen und sozialen Erfahrungen stets in die Naturbegriffe einbezogen.

Natur ist also nicht etwas Isoliertes, sondern fester Bestandteil eines mehr oder weniger subjektbezogenen Alltagserlebens. Das wird besonders deutlich, wenn die Schüler im Biologieunterricht zum Verständnis tierischer Phänomene immer wieder das Beispiel des Menschen heranziehen (MNU 1976 S.367) oder im Physikunterricht Wärme und Kälte (im Gegensatz zur physikalischen Wissenschaft) als zwei getrennte Phänomene behandeln (MNU 1974 S.483). Ebenso wenig wie Subjekt und Objekt erfahren im alltäglichen Naturbild Eigenschaften und Eigenschaftsträger eine totale Trennung. Der Begriff der Wärme etwa bleibt, da er grundsätzlich nur im Umgang mit Körpern bzw. Stoffen erfahren wird, stets mit Fluidums- bzw. Stoffvorstellungen verbunden (NiU 1975 S.143, 1976 S.8). Auch in der Chemie scheinen die Schüler über weite Strecken mit einer Art generellen Eigenschaftsträger im Sinne der "Phlogistik" zu operieren (MNU 1974 S.503), "der sich mit nahezu beliebigen Eigenschaften verbinden lassen kann und auf diese Weise zu verschiedenen Stoffen wird" (MNU 1975 S.160, 1976 S.234). Schon an dieser Stelle wird deutlich, daß der Gültigkeitsbereich des alltäglichen Naturbildes weitgehend auf den makroskopischen Erfahrungsraum des Einzelnen beschränkt ist. Greift der naturwissenschaftliche Unterricht darüber hinaus, so versuchen die Schüler mit den neuen Phänomenen zunächst durch die lineare Extrapolation ihrer Alltagserfahrungen fertig zu werden. Das wird spätestens dann zum Problem, wenn die Größenordnung der infragestehenden Naturerscheinungen eine ein-

fache Übertragbarkeit der Umweltanschauung nicht mehr gestattet. In der schulisch allerdings nur am Rande behandelten Astrophysik führt das nicht selten zu fantastischen, ja mystischen Vorstellungen (MNU 1974 S.385). Ähnliches gilt für den Bereich submikroskopischer Vorgänge, der jedoch in den letzten Jahrzehnten vom Rande zunehmend in den Mittelpunkt eines sich selbst als "wissenschaftsorientiert" verstandenen Naturunterrichts gerückt ist. Hier macht denn auch die Existenz eines alltäglichen Naturbildes den Didaktikern die größten Schwierigkeiten.

So stoßen in der Regel schon die diversen Teilchenmodelle im atomaren und subatomaren Bereich bei den Schülern auf massive Barrieren. Soweit das möglich ist, versuchen sie derartige Modelle zunächst einmal durch makroskopische Begriffskonstruktionen zu ersetzen. In der Physik etwa ist es die "Kraft" des Stroms und nicht seine Natur als Elektronenfluß, der für bestimmte Licht- und Wärmeeffekte verantwortlich gemacht wird (siehe Nachtrag). In der Chemie wird die Verbrennung gern als Vernichtung von Stoffen und die chemische Umwandlung bevorzugt "nur als mechanisches Mischen und Entmischen" verstanden (MNU 1975 S.161, 1976 S.233). Geht indes an der Verwendung eines Teilchenmodells kein Weg mehr vorbei, dann wird es in der Regel allzu wörtlich genommen. So haben Schüler zum Beispiel "die Vorstellung, daß man die

Farbe der Atome wegen der Kleinheit nicht erkennen kann, sie haben aber zunächst nicht den geringsten Zweifel, daß Schwefelatome gelb sind"(MNU 1974 S.427). Dem entspricht die Favorisierung der Vorstellung unteilbare Atome, auch wenn bestimmte Phänomene damit nicht mehr erklärbar sind (MNU 1975 S.350). Alles in allem bleiben die Schüler mit ihrem alltagsverwurzelten Hang zur Anschauung also immer einen Schritt hinter dem fachdidaktischen Soll zurück. Es ist indes nicht nur die fehlende Anschauung, die den Schülern im naturwissenschaftlichen Unterricht Schwierigkeiten macht. Am Beispiel des durchaus im alltäglichen Erfahrungszugriff liegenden Schwimmvorganges treten einige weitere Merkmale des ursprünglichen Naturverhältnisses hervor, die einer ungebrochenen Übernahme des wissenschaftlichen Naturbildes entgegenstehen. Auf die Frage nach den Ursachen des Schwimmens nämlich richten fast alle Schüler zunächst den Blick auf das "hohle" Innere des Schwimmkörpers und lassen die Tragkraft des Wassers (Auftrieb) weitgehend außeracht. Dabei halten ältere Schüler die eingeschlossene Luft für die unmittelbare Ursache des Schwimmens, während nach den Erklärungen der Vorschulkinder eine Flaschenpost schwimmt, weil sie "zu" ist. Auf Befragen entscheiden sich "überraschend viele Schüler für die Richtigkeit des Satzes: Wenn man die Luft herausaugt, geht die Flasche unter" (NIU 1975 S.471). An diesem Beispiel wird zweierlei deutlich. Zum einen ist das Naturbild der Schüler offenbar nicht nur von der unmittelbaren Naturanschauung, sondern auch von den dazugehörigen Handlungserfahrungen geprägt. Ihre Vorstellungen vom Schwimmvorgang entstammen primär ihrer eigenen Wassersport- bzw. -spieelerfahrung, der zufolge Körper durch Aufblasen und/oder Zustoßeln zum Schwimmen gebracht werden können, während sie bei Verdrängung der in ihnen ent-

haltenen Luft durch Wasser untergehen. Zum anderen entwickeln die Schüler damit zugleich ein gänzlich anderes Ursachenverständnis als die Physik. Nicht ein aus der distanzierten Beobachtung entwickeltes kognitives Modellkonstrukt (Auftrieb), sondern der die Objektdistanz überwindende Handlungsaspekt des betrachteten Phänomens (Flasche zustöpseln) wird zu seiner Erklärung herangezogen. Und in der Tat gehören im alltäglichen Naturumgang Handlungen durchaus zu den entscheidenden Ursachen von Naturphänomenen und -veränderungen, während das Kausalverhältnis von Schwimmen und Auftrieb im physikalischen Naturbild übrigens keineswegs eindeutig ist - die mathematische Physik kennt keine Hierarchie von Ursache und Wirkung.

Dies wird vielleicht noch deutlicher am Beispiel des Strohhalmes, durch den in der Vorstellung der Schüler eine Flüssigkeit "emporgesaugt" wird (NiU 1975 S.332). Nicht das physikalische Deutungsmuster Druck - Unterdruck bestimmt also in diesem Fall die Vorstellungen der Schüler, sondern die für sie de facto ursächliche Handlung des Saugens. Damit stellen die Schüler dem eher statischen Seinsbild der Physik ein durchaus gleichwertiges Handlungsparadigma entgegen, das den Gebrauch der Dinge nicht von ihrer Existenz trennt.

Wenn Helga Pfundt in NiU 1975 S.157 resümierend feststellt, daß "die Erklärungen der Schüler zum Teil unvollkommen und verschwommen, aber auch zum Teil klar und vollständig, nur im Widerspruch zu den wissenschaftlichen Erklärungen" sind,

dann kennzeichnet sie damit den tiefgehenden Bruch zwischen alltäglichem und professionellem Naturbild durchaus zutreffend. Denn im unmittelbaren Umgang mit der Natur greifen die Alltagsbegriffe in der Tat zum Teil sogar besser als die wissenschaftlichen Begriffe, obwohl oder gerade weil sie im Gegensatz zur Wissenschaft keine Trennung zwischen den Dingen "als solchen" und ihren Eigenschaften, ihrem Gebrauch und ihrer Bedeutung für den damit umgehenden Menschen machen. Jenseits der alltäglichen Umwelt führt jedoch der Versuch ihrer Extrapolation auf eine nur noch mit aufwendigen Apparaturen zugängliche Modellnatur zu immer vageren und unvollkommeneren Erklärungsmustern, die ihren spezifischen Zugriffscharakter zunehmend zugunsten beliebig austauschbarer Fantasiefragmente verlieren.

### 1.2. Motivationskriterien

Wie nachhaltig die Realität des naturwissenschaftlichen Unterrichts von der Existenz eines vorunterrichtlichen Naturbildes auf Seiten der Schüler geprägt ist, kommt besonders in den empirisch festmachbaren Kriterien der fachlichen Schülermotivation zum Ausdruck. Bei der Sichtung der diesbezüglichen Erfolgserfahrungen der Didaktiker lassen sich im wesentlichen zwei Hauptkriterien für eine aktive Beteiligung der Schüler am Unterricht erkennen: Die Erfahrungsnähe und die Handlungsorientierung des Curriculums, beides zentrale Kategorien auch des alltäglichen Naturbildes.

Dabei reicht das Kriterium der Erfahrungsnähe von der bloßen Anschaulichkeit der Unterrichtsgegenstände (MNU 1975 S.433; NiU 1975 S.193u.309, 1976 S.289 u.428) über das Anknüpfen an den alltäglichen Umgang mit den Dingen (MNU 1975 S.426; NiU 1975 S.26,44,375,465u.510 sowie 1976 S.163,336u.384) bis hin zur Einbeziehung der politisch-sozialen Dimension von Naturwissenschaft und Technik in den Unterricht. Offenbar ist der "normale" naturwissenschaftliche Unterricht so lebensfremd, daß schon ein beiläufiger Hinweis auf praktische Anwendungen der Theorie oder eine kurz eingeflochtene Biografie eines "großen" Wissenschaftlers belebend wirkt (NiU 1975 S.51, 1976 S.239). Und natürlich wollen die Schüler heutzutage von ihrem Physiklehrer ganz genau wissen, was in und um Kernkraftwerke vor sich geht (NiU 1975 S.61).

Die in diesem Zusammenhang besonders hervorgehobenen Interessen der Schüler an technischen Fragen ganz allgemein (NiU 1975 S.274u.436, 1976 S.285) sowie insbesondere an elektrotechnischen Problemen (NiU 1975 S.335, 1976 S.289) vereint gleich beide Hauptmotivationskriterien, die Alltags- wie die Handlungsorientierung. Denn zumeist bieten die technischen Anwendungen der Naturwissenschaft allerlei Anlaß zu selbständigem Knobeln und Basteln in Schule und Freizeit. Wie sehr speziell der manuelle Umgang mit den Dingen den Schülern Spaß macht, belegen die vielen Hinweise auf die hochmotivierende Funktion von Schülerexperimenten, die allemal anregender sind als bloße Demonstrationsversuche (NiU 1975 S.21,26,75u.166 sowie 1976 S.23u.168).

"In Kreisen der Fachdidaktikern herrscht heute Übereinstimmung, daß im Bereich des naturwissenschaftlichen Unterrichts ein optimaler Lernerfolg nur dann erzielt werden kann, wenn der Lernende zu eigenen Experimenten kommt" (NiU 1976 S.526). Denn ohne das fachliche und soziale Übungsfeld des Schülerexperiments "werden wahrscheinlich vom Fach-

unterricht wieder nur Schüler angesprochen, die von Haus aus an den Naturwissenschaften interessiert sind"(NiU 1975 S.153). Experimentelle Lehrervorführungen hinterlassen demgegenüber in der Regel nur dann einen nachhaltigen Eindruck, wenn sie besonders effektiv, kurz oder mißlungen sind (NiU 1975 S.158, 1976 S.14, 66u.384). Ähnlich unterrichtsbelebend wie das Schülerexperiment wirkt eine didaktische Stufe tiefer offenbar auch schon der Einsatz spielartiger Arbeitsmittel (NiU 1975 S.44,136u.292 sowie 1976 S.166u.533). Neben der Möglichkeit zu manuellem Tun in ansonsten eher theorielastigen Fächern ist hierfür vermutlich auch der Umstand verantwortlich, daß die Schüler in unterrichtlichen Spiel- und Bastelphasen wenigstens zeitweilig der Regie der Lehrersteuerung entzogen sind. Daß sie in der Tat Wert auf einen gewissen Freiraum auch und gerade im lehrplanmäßig so einlinig vorprogrammierten Naturwissenschaftsunterricht legen, dokumentiert sich unter anderem in dem positiven Effekt, den ihre aktive Einbeziehung in die Unterrichtsgestaltung hervorruft (NiU 1975 S.161,415,419u.447). Im übrigen führt eine selbst gefundene Lösung stets "zu einem besseren Unterrichtserfolg als eine nur rezipierte" (NiU 1975 S.93f).

Alles in allem eröffnen die Empirismen der untersuchten Zeitschriften in Hinblick auf das Motivationsproblem kaum irgendwelche Einsichten, die in der Pädagogik nicht seit langem gang und gäbe sind. Wenn die Fachdidaktiker dennoch immer wieder hierauf zurückkommen, so kann das nur bedeuten, daß der norma-

le naturwissenschaftliche Unterricht von ihrer Realisierung weit entfernt ist. Anschaulichkeit und Erfahrungsnähe der Unterrichtsinhalte sind offenbar ebenso wie die Auflockerung des Unterrichts durch Schülerexperimente und technische Knobelien nach wie vor die Ausnahmen.

Auch um zu dieser Einsicht zu gelangen, hätte es keiner umständlichen Empirismenanalyse bedurft. Was die Zusammenstellung der Motivationsempirismen im vorliegenden Zusammenhang dennoch interessant macht, ist die Tatsache, daß sich die Motivationsstruktur der Schüler gegenüber den naturwissenschaftlichen Fächern in hohem Maße mit der Struktur ihres alltäglichen Naturbildes deckt. Man könnte diesen Zusammenhang fast dahingehend auf den Begriff bringen, daß der naturwissenschaftliche Unterricht die Schüler genau dann zur aktiven Teilnahme motiviert, wenn er inhaltlich an ihr vorunterrichtliches Naturverständnis, an ihre spezielle erfahrungs- und handlungsorientierte Sichtweise der natürlich-technischen Umwelt anknüpft. Die hohe Beliebtheit des naturwissenschaftlichen Anfangsunterrichts (NiU 1975 S.278) scheint Ausdruck einer entsprechenden Erwartung zu sein, deren Nichterfüllung dann das bekannte Absinken zumindest der "harter" Naturwissenschaftsfächer Physik und Chemie an das untere Ende der schulischen Beliebtheitsskala zur Folge hat.

Der enge Zusammenhang von alltäglichem Naturbild und Schülermotivation spiegelt sich in sehr anschaulicher Weise in einem Erfahrungsbericht des zweifellos realitätsnahesten NiU-Autors

G. Lanz über eine Unterrichtseinheit zum Thema "Luftdruck" wider (NiU 1975 S.331ff). Dieses Thema erscheint Lanz für Schüler der Sekundarstufe I insofern besonders geeignet, als diese offenkundig bereits "Erklärungsmuster für die Phänomene des Luftdrucks" parat haben, an die man anknüpfen kann. Dabei sind die Schüler allerdings "der gefestigten Meinung, daß die Luft nicht aus Materie besteht und gewichtslos ist", eine Vorstellung, deren allgemeine Verbreitung zumindest in der Orientierungsstufe auch von anderer Seite bestätigt wird (NiU 1976 S.198). "Der Schüler zweifelt an der materiellen Existenz des 'Körpers Luft', weil er sie nicht sehen kann. Die Tatsache, daß die Luft Gewicht hat, liegt außerhalb des Erfahrungsbereichs der Schüler".

Dementsprechend können die Schüler auch nur wenig mit den statischen Erscheinungen des Luftdrucks anfangen, seine relativ hohen Kräfte erscheinen ihnen "teilweise wie Zauberei", da sie sie "in ihrer alltäglichen Erfahrungswelt praktisch nicht kennenlernen". Dem läßt sich nicht mit aufgesetzten theoretischen Konstrukten, sondern nur in Anknüpfung an die Denkweise der Schüler durch das anschauliche Infragestellen ihrer Alltagsvorstellungen begegnen. "Durch das Entgegensetzen eines Experiments wird die kindliche Auffassung 'Luft ist nichts' negiert. Die Didaktiker sind sich darüber einig, daß durch dieses Vorgehen eine intensive Motivation erreicht werden kann. Schauversuche, die zwar ein 'ehrfürchtiges Staunen' hervorrufen können, erfüllen diese Aufgabe in keinem Fall" (alle

le naturwissenschaftliche Unterricht von ihrer Realisierung weit entfernt ist. Anschaulichkeit und Erfahrungsnähe der Unterrichtsinhalte sind offenbar ebenso wie die Auflockerung des Unterrichts durch Schülerexperimente und technische Knocheleien nach wie vor die Ausnahmen.

Auch um zu dieser Einsicht zu gelangen, hätte es keiner umständlichen Empirismenanalyse bedurft. Was die Zusammenstellung der Motivationsempirismen im vorliegenden Zusammenhang dennoch interessant macht, ist die Tatsache, daß sich die Motivationsstruktur der Schüler gegenüber den naturwissenschaftlichen Fächern in hohem Maße mit der Struktur ihres alltäglichen Naturbildes deckt. Man könnte diesen Zusammenhang fast dahingehend auf den Begriff bringen, daß der naturwissenschaftliche Unterricht die Schüler genau dann zur aktiven Teilnahme motiviert, wenn er inhaltlich an ihr vorunterrichtliches Naturverständnis, an ihre spezielle erfahrungs- und handlungsorientierte Sichtweise der natürlich-technischen Umwelt anknüpft. Die hohe Beliebtheit des naturwissenschaftlichen Anfangsunterrichts (NiU 1975 S.278) scheint Ausdruck einer entsprechenden Erwartung zu sein, deren Nichterfüllung dann das bekannte Absinken zumindest der "harter" Naturwissenschaftsfächer Physik und Chemie an das untere Ende der schulischen Beliebtheitskala zur Folge hat.

Der enge Zusammenhang von alltäglichem Naturbild und Schülermotivation spiegelt sich in sehr anschaulicher Weise in einem Erfahrungsbericht des zweifellos realitätsnahesten NiU-Autors

G. Lanz über eine Unterrichtseinheit zum Thema "Luftdruck" wider (NiU 1975 S.331ff). Dieses Thema erscheint Lanz für Schüler der Sekundarstufe I insofern besonders geeignet, als diese offenkundig bereits "Erklärungsmuster für die Phänomene des Luftdrucks" parat haben, an die man anknüpfen kann. Dabei sind die Schüler allerdings "der gefestigten Meinung, daß die Luft nicht aus Materie besteht und gewichtslos ist", eine Vorstellung, deren allgemeine Verbreitung zumindest in der Orientierungsstufe auch von anderer Seite bestätigt wird (NiU 1976 S.198). "Der Schüler zweifelt an der materiellen Existenz des 'Körpers Luft', weil er sie nicht sehen kann. Die Tatsache, daß die Luft Gewicht hat, liegt außerhalb des Erfahrungsbereichs der Schüler". Dementsprechend können die Schüler auch nur wenig mit den statischen Erscheinungen des Luftdrucks anfangen, seine relativ hohen Kräfte erscheinen ihnen "teilweise wie Zauberei", da sie sie "in ihrer alltäglichen Erfahrungswelt praktisch nicht kennenlernen". Dem läßt sich nicht mit aufgesetzten theoretischen Konstrukten, sondern nur in Anknüpfung an die Denkweise der Schüler durch das anschauliche Infragestellen ihrer Alltagsvorstellungen begegnen. "Durch das Entgegensetzen eines Experimentes wird die kindliche Auffassung 'Luft ist nichts' negiert. Die Didaktiker sind sich darüber einig, daß durch dieses Vorgehen eine intensive Motivation erreicht werden kann. Schauversuche, die zwar ein 'ehrfürchtiges Staunen' hervorrufen können, erfüllen diese Aufgabe in keinem Fall" (alle

endgültig aufgegeben, um sich ganz auf die Konstruktion von Modellen zur bloßen Handhabung der Natur zu konzentrieren. Der technische Naturzugriff wurde mehr und mehr zum erkenntnisleitenden Bezugspunkt der modernen Wissenschaft, die zugleich immer stärker in den Bann industrieller und militärischer Großtechnologien geriet. Damit gewann sie mehrheitlich zwar wieder eine offene Zweckorientierung, doch waren diese Zwecke nicht alltäglicher, sondern professioneller Art. In ihrer hochspezialisierten Expertenfunktion arbeitete die sich mehr und mehr zu einer sozialen Gruppe homogenisierende "wissenschaftlich-technische Intelligenz" vor allem für die Machtausweitung der ohnehin schon Mächtigen, was nur sehr partiell den Alltagsbedürfnissen der Bevölkerung entgegenkam.

Die naturwissenschaftliche Fachdidaktik hat auf diesen Professionalisierungsprozeß nicht mit einer grundlegenden Veränderung ihres Wissenschaftsbildes, sondern nur mit seiner punktuellen Erweiterung um moderne Wissenschaftsideologeme reagiert, die sie den klassischen Ideologemen einfach hinzufügte. Und so finden wir heute in der fachdidaktischen Literatur den klassischen Wahrheitsanspruch der Naturphilosophie unvermittelt neben dem instrumentellen Modelldenken der modernen Naturforschung, obwohl sich beides prinzipiell ausschließt. Da ist nach wie vor von "exakter" Wissenschaft die Rede, obwohl sich der heutige Wissenschaftsbetrieb nur noch einen kurzgriffig-technischen Pragmatismus leisten kann. Dafür übernimmt die Didaktik von der modernen Wissenschaft die Neigung, ihre mehr oder weniger durch "trial and error" aus tausenderlei Daten und Fakten gewonnenen Einsichten nachträglich auf den Kopf zu stellen, indem für die publizistische Verwertung im Gegensatz zum eigentlichen Forschungsablauf das Spezielle aus dem Allgemeinen abgeleitet wird. Dem entspricht auf wissenschaftstheoretischer Ebene der Versuch, das dialektische Verhältnis von Forschungsmetho-

de und -gegenstand einseitig zugunsten eines allgemeinen Methodenmythos aufzulösen. Ebenfalls der Moderne entstammt schließlich das von der Fachdidaktik transportierte Ideologem der "Wertfreiheit" wissenschaftlicher Tätigkeit, mit dessen Hilfe sich der Wissenschaftlerstand über seine Zuarbeitsfunktion für die jeweils Mächtigen hinwegtäuschen und auch noch für unenschliche politische Systeme in Vergangenheit und Gegenwart "gute Arbeit" leisten kann.

Man würde indes der Fachdidaktik nicht gerecht, wenn man ihr nur die bloße Reproduktion von fertigen Erkenntnis- und Ideologieständen der Naturwissenschaft unterstellte. Es ist vielmehr so, daß sie das Übernommene durchaus selbständig weiterverarbeitet. Indem sie etwa die vorhandenen Wissensbestände noch weiter hierarchisiert und die wissenschaftlichen Methoden noch reiner isoliert, als es die Wissenschaft selber schon in ihrer publikumswirksamen Selbstdarstellung macht, gibt sie dem professionellen Naturbild einen ausgesprochenen scholastischen Charakter, der es gegen jeden Versuch eines nachvollziehenden Einblicks absichert. Überdies verschleiert die Fachdidaktik die Tatsache,

daß das professionelle Naturbild lediglich das spezielle Ergebnis eines in bestimmter

Weise zweckhaften Zugriffs zur Natur ist, also lediglich ein technisch-apparativ zugängliches Naturmodell beschreibt, indem sie eben dieses Modell in ihren didaktischen Werkstätten nachzubauen versucht. Sie suggeriert mit ihrem immer aufwendigeren experimentellen Inventar die anschauliche Existenz einer Natur, die es in Wirklichkeit nur als unanschauliche Zwecknatur gibt. Sie huldigt dem klassischen Wahrheitsmythos, in-

dem sie nach den Vorgaben der modernen Wissenschaft eine mit versteckter Raffinesse aus elektromechanischen Maschinen bestehenden Kunstnatur synthetisiert und diese dann für die eigentliche Natur ausgibt.

Inwieweit sie dies alles bewußt macht oder nur ihrem eigenen Wissenschaftsmythos zum Opfer fällt, sei dahingestellt. Das Ergebnis ist jedenfalls ein Totalitätsanspruch, der nur das

## EXKURS:

Der geringe Umfang der echten empirischen Aussagen zur Situation des Mathematikunterrichts läßt beim Durchblättern der MNU den Eindruck entstehen, als beträcheten die Mathematikdidaktiker und -lehrer ihre Ständesverbandszeitschrift lediglich als Spielwiese zur selbstbefriedigenden Erörterung fachmathematischer Probleme. Insbesondere die Schüler tauchen nur schemenhaft in den Texten auf, mehr durch das charakterisiert, was sie nicht können oder wollen, als durch ihre in den Unterricht eingebrachten Interessen, Neigungen und Fähigkeiten. Nur an einer einzigen Stelle der dreieinhalb durchgemusterten Jahrgänge fand sich ein Hinweis darauf, daß Schüler auch etwas in den Unterricht einbringen, nämlich "ein sehr unterschiedliches, aber nie ganz fehlendes geometrisches Vorverständnis" (1974, S.477).

Bietet sich nicht nur wegen dieses Vorverständnisses, sondern auch wegen ihrer relativen Anschaulichkeit die Geometrie als besonders schülergerechter Unterrichtsgegenstand an, so stößt sie doch bei den Lehrern wegen ihrer die knappe Zeit über Gebühr beanspruchenden stofflichen Vielfalt nicht selten auf Ablehnung (1977, S.151). Das Damoklesschwert der Stofffülle scheint indes nicht nur in diesem Punkt sinnvolle didaktische Ansätze zu hintertreiben. Das Prinzip der "Variation des Lösungsweges" etwa, das den Schülern gewisse Denkferräume bei der Bearbeitung eines Problems er-

## MNU über die Wirklichkeit

öffnete, fällt ebenfalls meist der knappen Zeit zum Opfer (1976, S.153). Die daraus resultierende Verengung der Unterrichtsführung auf die eindimensionalen Gedankenlinien des Stoffplans hat zwangsläufig zur Folge, daß die formalen Elemente der Mathematik wie Begriffe und Definitionen im Vergleich zur selbständigen Auseinandersetzung mit dem Stoff unangemessen in den Vordergrund geraten. Das aber trägt nicht gerade zur Aktivierung der Schüler bei (1976, S.83 u. S.276).

So ist es denn auch kein Wunder, daß die gymnasialen Mathematiklehrer ziemlich Probleme mit der inhaltlichen Motivierung ihrer Schüler haben. Nicht selten stoßen schon die unterrichtlichen Fragestellungen als solche auf Unverständnis, weil sie den damit Konfrontierten zu gekünstelt und abstrakt erscheinen. Beispiele hierfür sind in der Geometrie die "affinen Ebenen" und in der Analysis die mit dem Stetigkeitsbegriff und dem Zwischenwertsatz verbundenen Gedankenkonstrukte (1974, S.359; 1975, S.95; 1976, S.83). Ganz allgemein werden "viele Schüler durch eine Überbetonung und nicht gerechtfertigte Überbewertung von mathematischer Strenge" abgeschreckt (1977, S.23), da sie der abstrakten Formalisierung der Dinge und Zusammenhänge häufig keinen Sinn abgewinnen können (1974, S.423).

über weite Strecken ist von daher nur eine sekundäre, auf Notendruck und Leistungskontrolle beruhende Motivation möglich. Wenn sie im

eigene, in mehrfacher Hinsicht künstliche Naturbild für wahr und richtig und alle anderen Naturzugänge für naiv und falsch hält. Nicht nur durch den Transport eines einseitig-propagandahaften Wissenschaftsbildes also, sondern vor allem auch durch die Rigidität, mit der sie der professionellen Wissenschaft das Monopol der Naturdefinition zuschanzt, erweist die Fachdidaktik dem Wissenschaftlerstand

einen unschätzbaren (ideologischen) Dienst.

## 2.2. Das Dilemma der Lehrer

Wenn damit die Funktion der naturwissenschaftlichen Fachdidaktik in unserer Gesellschaft objektiv vor allem in der Produktion von Wissenschaftsideologemen besteht, dann war und ist dies nur vor dem Hintergrund

## **des Mathematikunterrichts**

Mathematikunterricht infolge seines Hauptfachcharakters auch weitgehend indirekt, also über Versetzungs-, Lehrstellen- und NC-Angste erfolgt, so lassen es sich die Lehrer doch nicht nehmen, zur ihrer Aktualisierung die moderne mathematische Technik einzusetzen. Eine besondere Rolle spielt hierbei der Computer, Faszinosum für Lehrer und Schüler, der der MNU zufolge entscheidend zur "Verbesserung der Lernmotivation" der Schüler durch ihre "intensive Einbeziehung in das Unterrichtsgeschehen" beiträgt (1974, S.276 u. S.317) - eine Erfahrung, die man ja auch schon an computerisierten Arbeitsplätzen in der Großindustrie gemacht hat. Ob dafür allerdings allein die technische Faszination oder nicht auch die Tatsache verantwortlich ist, daß man im rechnergesteuerten Unterricht die Möglichkeit zu unmittelbaren Erfolgskontrollen hat (1974, S.276), steht dahin.

Nicht weniger fragwürdig ist der tatsächliche Effekt eines derart stark sekundär motivierten Unterrichts. Bohrt man nämlich etwas genauer nach, so erweist sich im Mathematikunterricht vieles als nur oberflächlich angelehrt wenn nicht gar gänzlich "unverstanden und nicht begriffen" (1976, S.279). Wenn die deutsche Mathematikervereinigung öffentlich auf die unzulängliche mathematische Vorbildung der meisten Studienanfänger verweist (1976, S.431), so stehen nicht nur deren standespolitische Interessen an einer (noch) umfassenderen Berücksichtigung der Mathematik in

den Studententafeln dahinter, sondern auch die bitteren Erfahrungen mit diversen Studieneingangstests. Eine in der MNU referierte Untersuchung "über elementare mathematische Kenntnisse von Medizinstudenten der Anfangssemester" etwa erbrachte trotz der gerade für diesen Studiengang extrem scharfen Leistungsauslese nur ein "sehr unbefriedigendes Ergebnis" (1975, S.436ff). So waren über die Hälfte der Befragten nicht in der Lage, "elementare Rechnungen, wie sie in jedem naturwissenschaftlichen Anfängerpraktikum anfallen, halbwegs sicher zu erledigen". Gleichungen der Art  $\log y = 2$  oder  $x = 10^{-5} + 10^{-6}$  vermochten nur 30% der Testpersonen zu lösen. Selbst die simple Aufgabe, 6% von 600 zu bestimmen, wurde nicht von allen Beteiligten bewältigt.

Nicht ganz so schlecht fiel ein in Bochum eingeführter Studieneingangstest aus (1974, S.442), aber auch hier hatten immerhin 30% der Teilnehmer "Schwierigkeiten mit der Behandlung trigonometrischer Funktionen, mit Differenzieren und Integrieren und insbesondere mit der Vektorrechnung". Offenbar hat speziell der "begriffliche Aufwand" des Mathematikunterrichts "bei den Studenten wenige Spuren hinterlassen. So sieht sich die Hochschule immer wieder genötigt, den Anwendern (Psychologen, Wirtschaftlern, Medizinern, Biologen, Chemikern) Mathematikurse anzubieten, die begrifflich wesentlich schlichter sind als das, was den Schülern in den neuen Schulbüchern zur Analysis selbst im Grundkurs zugemutet wird" (1977, S.68).

ihrer extremen pädagogischen Isolation möglich. Fachdidaktiker verstehen sich heute mehr denn je vornehmlich als Vertreter ihrer Wissenschaften, ihre Biographien weisen häufig Anfänge von Wissenschaftlerkarrieren aus und sie ordnen sich innerhalb der Universität inhaltlich und organisatorisch meist den naturwissenschaftlichen Fachbereichen zu. Auch wenn sie dabei Gefahr laufen, zeitlebens als Wissenschaftler zweiter Klasse zu gelten (wodurch sich ihr unterwürfiges Verhältnis gegenüber der Wissenschaft indes nur verstärkt), verdanken sie ihrer besonderen Nähe zur Fachwissenschaft insgesamt doch eine erhebliche Aufwertung ihrer akademischen Laufbahn einschließlich Gehaltseinstufung und Sozialprestige. Allzuweit gehende pädagogische Ansprüche können sie deshalb nur als Bedrohung ihres Status empfinden, weshalb in ihren didaktischen Etüden die Schüler zumeist nur als eigenschaftslose Stoffrezipienten ohne jegliche Lebenserfahrung und Bedürfnisse in Erscheinung treten.

Den kollektiven Abschied der Fachdidaktik vom lebendigen Schüler konnten die Lehrer nur ansatzweise nachvollziehen. Zwar brachte auch ihnen, insbesondere soweit sie vorher "nur" die Volksschullehrerqualifikation besaßen, die Wissenschaftsorientierung allerlei Statusvorteile (einschließlich der dazu gehörigen wissenschaftlichen Inferioritätsgefühle), doch können sie sich der Konfrontation mit den jugendlichen Lebens- und Denkformen naheliegenderweise nicht entziehen. Vielmehr sind allein sie es, die den zunehmenden Gegensatz von wissenschaftsdidaktischen Anforderungen und alltagsorientierten Schülerinteressen ausbaden müssen und so die sozialen Kosten der Verwissenschaftlichung von Schule und Unterricht tragen.

Dabei stehen sie hinsichtlich ihrer Unterrichtsgestaltung unter einem doppelten Druck.

Zum einen werden sie in ihrer Ausbildung völlig unzureichend auf die schulische Praxis vor-

bereitet (MNU 1974 S.23, NiU 1975 S.28f). Sie erleben sich an der Hochschule primär als angehende Fachwissenschaftler (MNU 1974 S.323), denen dann aber schließlich doch eine eigenständige wissenschaftliche Tätigkeit versagt bleibt. Dabei erfahren sie die Naturwissenschaften genauso, wie sie den Schülern im wissenschaftsorientierten Unterricht entgegentritt: Als auf den Kopf gestelltes Konglomerat aus Klassik und Moderne, aus geistiger Scholastik und apparativer Künstlichkeit.

Daß in der konkreten naturwissenschaftlichen Forschung auch nur mit Wasser gekocht wird, daß Geist und Macht, Einfallsreichtum und Dummheit, Erfolg und Opportunismus dort genauso zu Hause sind wie anderswo, bleibt ihrer Einsicht ebenso vorenthalten wie die Tatsache, daß es neben dem wissenschaftlichen auch noch gleichwertige andere Zugänge zur Natur gibt.

Die in Vorlesungen und Seminaren scholastisch angehaufte Stofffülle macht die Naturwissenschaft in ihrer einlinigen akademischen Gedankenführung für die Lehrerstudenten über weite Strecken ähnlich unnachvollziehbar wie für die Schüler. Im Ergebnis haben die frischgebackenen Naturwissenschaftslehrer bei schwierigen Stoffkapiteln selber beträchtliche Darstellungsprobleme (NiU 1975 S.436 ff), was nicht zuletzt darin zum Ausdruck kommt, daß sich ihre primär fachwissenschaftlichen Fortbildungswünsche vorzugsweise auf jene Stoffgebiete richten, mit denen auch die Schüler die größten Schwierigkeiten haben (MNU 1975 S.240). Zugleich ist ihre Fähigkeit zum elementaren geistigen und manu-

ellen Umgang mit Natur und Technik in der Regel erheblich eingeschränkt: Sie haben den Blick für das Einfache verloren (NiU 1975 S.328), verfügen nur über mangelhafte experimentelle Fähigkeiten (MNU 1975 S.221, NiU 1975 S.369ff und 396), haben Aversionen gegenüber fächerübergreifenden bzw. industriell-technischen Anwendungen der Theorie (MNU 1974 S.454, NiU 1975 S.436) und neigen zu eindimensional-funktionalen Ausdeutungen experimenteller Befunde (MNU 1974 S.426 u. 442). Besonders offenkundig dokumentiert sich ihr unbewältigtes Verhältnis zur Wissenschaft in einem verbreiteten Hang zum "Frisieren" von Demonstrationsexperimenten und ihren Ergebnissen (MNU 1975 S.106, NiU 1975 S.94).

Diese negativen Auswirkungen einer allzu wissenschaftsfixierten Lehrerausbildung werden zum anderen im konkreten Unterrichtsprozeß verstärkt durch die in ganz ähnlicher Weise überzogenen Ziel- und Inhaltsvorgaben der Lehrpläne. Deren kanonisierte Stoffkataloge erinnern eher an das Abfeiern einer wissenschaftlichen Messe als an den naturwissenschaftlichen Schulalltag mit seinen oft mühsamen Verständigungsprozessen. Unter ihrem

Druck geraten die Lehrer vor dem Hintergrund ihrer eigenen Wissenschaftlichkeitsansprüche unentwegt in Hetze, was sich in den fachdidaktischen Zeitschriften in mannigfachen Klagen über Stofffülle und Zeitmangel niederschlägt (MNU 1975 S.25, NiU 1974 S.442 u. 508 sowie NiU 1975 S.96, 108, 415 u. 432). Als Folge hiervon artet der Unterricht nicht selten in "Kreidephysik" bzw. "Kreidechemie" aus (NiU 1975 S.221), Demonstrations- und vor allem Schülerexperimente erscheinen zu zeitaufwendig und werden der Lehrplanökonomie geopfert (MNU 1974 S.426, NiU 1975 S.96, 111 sowie NiU 1976 S.36f). Als belebende Momente des Unterrichts fungieren weniger irgendwelche außerfachlichen Bezüge (NiU 1974 S.282, 1975 S.447), sondern fragwürdige Leistungsmessungen, die für Prüfungen oder Versetzungen relevant sind: "Leider lassen uns die Lehrpläne, die vor Stofffülle überquellen, kaum Zeit, Aufgaben zu einem anderen Zweck als dem letzten (Leistungsmessung) zu stellen" (MNU 1976 S.25).

Alles im allen gewinnt das reale Unterrichtsgeschehen aus dieser Perspektive fast den Charakter einer permanenten Indoktrination. Auf der Grundlage eines überideologisierten Wissenschaftsbildes konstruiert die Fachdidaktik eine dogmenhafte Kunstnatur, die den Schülern ohne Rücksicht auf die bereits vorhandene Naturerfahrung in eindimensionalen Portionen unter stetigem Zeitdruck von den Lehrern verabreicht wird. Dabei verkümmert die Figur des Lehrers mehr und mehr zu der eines bloßen Agenten im Dienste einer übermächtigen Wissenschaft. Es entspricht vollkommen diesem Rollenverständnis, wenn die persönliche Situation der Lehrer, ihre Beziehungen zu Kollegen und Schülern, ihr beständiges Lavieren zwischen wissenschaftlichem Anspruch und schulischer Wirklichkeit bzw. zwischen professionellem und alltäglichem Naturverhältnis in keinem der durchgesehenen Zeitschriftenjahrgänge Gegenstand irgendwelcher Empirismen war.

### 3. SCHÜLER IN DER DEFENSIVE

Wie reagieren nun aber die Schüler auf die indoktrinären Unterrichtsvorgaben von Lehrern und Fachdidaktikern? Die natürliche Reaktion auf jede Indoktrination, die ihrem Charakter nach ja nichts anderes als eine geistige Aggression darstellt, ist Abwehr und Verweigerung. Und in der Tat lassen jene Empirismen, die sich mit den realen Wirkungen des naturwissenschaftlichen Unterrichts beschäftigen, ein breites Spektrum von Defensivreaktionen erkennen.

#### 3.1. Verweigern

Diese Defensivreaktionen setzen genau dort ein, wo der Unterricht das weitere Umfeld des alltäglichen Naturbildes abrupt überschreitet. Schon die Motivationsempirismen hatten erkennen lassen, daß sich die Interessensphäre der Schüler weitgehend mit dem Bereich ihrer unmittelbaren Natur- und Technikerfahrung deckt (Kap 1.2). Daß es sich hierbei um ein regelrechtes Motivationsreservat handelt, machen die empirischen Aussagen über Motivationsprobleme deutlich. Denn jenseits der vom Alltag her zugänglichen Phänomene und Zusammenhänge sinkt das Interesse der Schüler am naturwissenschaftlichen Unterricht schlagartig ab.

So sind zwar chemische Experimente allemal dazu angetan, die Aufmerksamkeit der Schüler zu fesseln. Deren "Begeisterungsfähigkeit" nimmt jedoch deutlich ab, "wenn es um die Auswertung, um die Formulierung der hierbei ablaufenden Reaktionen geht" (MNU 1976 S.384). An Praktikums- und Schülerexperimenten ist primär das eigentliche Meßgeschehen interessant, während der theoretische Gehalt der Versuche bestenfalls eine zweitrangige Rolle spielt (NiU 1975 S.102). Genauso wenig reichen die beeindruckende Schönheit seltener Naturphänomene oder der hohe Prestigewert bestimmter technischer Geräte dazu aus, die Schüler zu einer ernsthaften Beschäftigung mit deren wissenschaftlichen Grund-

lagen anzuregen (NiU 1975 S.104, 1976 S.94).

Dererlei Feststellungen lassen die methodische Faustregel von der motivierenden Ausstrahlung gelegentlicher Umweltbezüge durchaus zweifelhaft erscheinen. Motivationale Aufreißer sind in ihrer Wirkung anscheinend weitgehend auf sich selbst beschränkt. Der erhoffte Motivationstransfer auf nachgeordnete Unterrichtspassagen, die den Schülern sozusagen nach Trittbrettfahrerart untergeschmuggelt werden sollen, scheitert an einer natürlichen Sensibilität gegenüber jeder Art von didaktischer Überrumpelung.

Inhaltliches Neuland betreten die Schüler offenbar nur dann mit der notwendigen Neugier, wenn sie es auf ihre eigene Art betreten können. So genügt es etwa keineswegs, das Thema "Elektromagnetische Wellen" allein mit dem Hinweis auf dessen Nutzenanwendung beim Radio einzuleiten, auch wenn das Transistorgerät unter Jugendlichen derzeit zweifellos Kulturträger Nummer eins ist. Die Schüler beginnen sich für das Thema erst zu interessieren, wenn sie im Unterricht selber einen Radioempfänger bauen dürfen und damit also einen Handlungszugang zu den anstehenden Fragen gewinnen (NiU 1975 S.102).

Genau in diesem Punkt aber liegt das Dilemma des wissenschaftsorientierten Unterrichts. Die Verpflichtung auf die wissenschaftliche Sichtweise der Natur, in ihren pädagogischen Folgewirkungen meist noch durch den Drang nach stofflicher Vollständigkeit und methodischer Systematik verschärft, läßt den Lehrern weder Möglichkeit noch

Zeit, auf die Betrachtungsweise, Fragestellungen und Tätigkeitsbedürfnisse ihrer Schüler einzugehen. Damit wird die Bruchstelle zwischen alltäglichem und professionellem Naturbild zur unüberwindlichen Motivationschwelle des natur-"wissenschaftlichen" Unterrichts. Jenseits dieser Schwelle läßt sich die innere Anteilnahme der Schüler selbst durch die ausgeklügeltesten didaktisch-methodischen "Tricks" bestenfalls nur noch kurzfristig gewinnen.

Das dürfte auch der wesentliche Grund für das allenthalben zu beobachtende Absinken zumindest der "harten" Naturwissenschaften Physik und Chemie in der Beliebtheitsskala der Schulfächer sein. Das anfänglich hohe Interesse der Schüler, das sich vermutlich auf die Erwartung nach weitergehender Klärung alltäglicher Fragen an Natur und Technik stützt, sinkt mit zunehmender Dauer des Fachunterrichts kontinuierlich ab (NiU 1975 S.161), bis es in der barocken Begriffsfülle der Organischen Chemie, dem trockenen Formalismus der Theoretischen Mechanik oder den abstrakten Gefilden der Atomphysik nahezu am Nullpunkt angekommen ist (NiU 1975 S.108, 1976 S.162ff, 231f u. 415). In abgeschwächter Form ist ein derartiger Motivationsschwund offenbar auch für den an sich problemlosen, weil lebensnaheren Biologieunterricht zu beobachten (NiU 1975 S.308ff), zumindest soweit auch er sich zunehmend um naturwissenschaftliche "Exaktheit" und "Methodenschärfe" bemüht (MNU 1976 S.272).

Aus pädagogischer Sicht ist die notorische Motivationsschwäche der Schüler im wissenschaftsorientierten Unterricht daher weniger als Folge eines generellen Desinteresses an Natur und Technik, sondern eher als unbewußte Abwehr der wissenschaftlichen Naturperspektive, als implizite Verweigerung gegenüber den geistigen Zumutungen einer isolierten und dogmatisierten Naturbetrachtung zu interpretieren. Gelegentlich wird das in den fachdidaktischen Empirismen auch direkt deutlich, etwa wenn von Themen des

Lehrplans berichtet wird, die überhaupt erst mühsam "in den Fragehorizont der Schüler gebracht werden" müssen (NiU 1975 S.147) und dann auch noch Gefahr laufen, von der Masse der Schüler lediglich ohne innere Beteiligung "zur Kenntnis genommen" zu werden (NiU 1975 S.51). Nicht selten muß sich der Lehrer auch die Frage "wofür brauchen wir das eigentlich?" gefallen lassen (NiU 1976 S.162ff), mit der die Schüler ihr Befremden gegenüber einem rein platonischen Umgang mit der Natur zum Ausdruck bringen, den sie weder nachvollziehen wollen noch können.

Setzt die heimliche Verweigerung schon auf der Ebene der wissenschaftlichen Problemdefinition ein, so wird sie von den MNU- und NiU-Autoren doch zumeist erst auf der Ebene der Problemlösung bewußt erlebt. Sie tritt hier als massive Verständnisschwierigkeit in Erscheinung, von der vor allem jene Stoffgebiete betroffen sind, die sich all zu sehr an den wissenschaftlichen Vorgaben orientieren. Das geht bei der von Didaktikergeneration zu Didaktikergeneration begrifflich immer strenger gefaßten wissenschaftlichen Bewegungslehre los (NiU 1975 S.465, 1976 S.415) und endet bei den

theoretischen Entwürfen der Physikalischen Chemie und der Atomphysik (MNU 1974 S.427, NiU 1975 S.67, 1976 S.162ff).

Mehr noch indes als die eigentlichen Inhalte des wissenschaftlichen Naturbildes machen Schülern wie Lehrern dessen sprach-

lich-mathematische Form zu schaffen. Vor allen Dingen die physikalische und chemische Fachterminologie will den Schülern nicht in den Kopf (MNU 1974 S.427f, 1975 S.3, 1976 S.416; NiU 1975 S.58 u. 465, 1976 S.7 u. 108): "Alle wichtigen Be-

#### NATURWISSENSCHAFTLICHER UNTERRICHT AUS DER SICHT DER PSYCHOLOGIE

"In einer leistungsorientierten sozial geschichteten Gesellschaft, in der man sich u.a. durch eine mathematisch-naturwissenschaftliche Allgemeinbildung bzw. durch ihren Nachweis in einer Reifeprüfung für den sozialen Aufstieg zu qualifizieren hat, vollzieht sich die Aneignung der erforderlichen Kenntnisse, Fähigkeiten und Fertigkeiten durch Lernprozesse, die zu einem großen Teil motiviert sind durch das Streben nach sozialem Erfolg bzw. nach Meidung sozialen Mißerfolges. Insbesondere bedeutet das einschlägige Versagen für die Person einen sozialen Mißerfolg. Dieser stiftet Minderwertigkeitsgefühle, Entmutigung, soziale Ängste, Aggressionen und Ausweichbedürfnisse und verursacht hierdurch intellektuelle Blockierungen. Das bedeutet den Beginn eines Circulus vitiosus. Denn die Blockierungen vertiefen gemeinsam mit der mangelnden Grundlagenbeherrschung die Unfähigkeit des Schülers. Sie bewirken unter ungünstigen Umständen eine langjährige Fortdauer des Versagens und beeinträchtigen den Schüler im Extremfall bis zum fachspezifischen Pseudoschwachsinn. Hilflös im Griff dieser Entwicklung bildet der Schüler ein Geflecht von sozialen Abwehr- und Sicherungstechniken und von starren Vermeidungsmechanismen aus. Diese besiegeln die Organisation eines neurotischen Reaktionssystems gegenüber allen einschlägigen Anforderungen. Das Fach ist zum Terrorfach geworden. Das beklagenswerte Ergebnis des Fachunterrichts ist eine dauerhafte 'scholastogene Überforderungsneurose'."

"Soweit die Stoffbeherrschung für den Schüler keinen anderen Wert gewonnen hat als den der sozialen Anpassung an ein kurzfristiges Anforderungsfeld in der Schule, wird sie nach Fortfall der schulischen Anforderung einem rapiden Vergessensabbau verfallen. Das einstmalige Gelernte verliert jeden Einfluß auf das künftige Verhalten. Dies kann leider auch auf Grund von bildungsoptimistischen Hypothesen über 'formale Bildung' bzw. über Transferwirkungen des Lernens nicht widerlegt werden. Die klassischen Untersuchungen zum Transferproblem bieten jedenfalls für jenen Bildungsoptimismus gar keine Stütze."

"Die Untersuchungen der Lewinschen Schule lassen deutlich erkennen, daß die Verknüpfung des Gelernten mit den 'Bedürfnisspannungen' motivierender Erwartungen (z.B. bezüglich Berufszielen oder Selbstwertzielen) für das Behalten und die Anwendungsbereitschaft des Gelernten schlechthin fundamental ist. Daher entspricht dem Überangebot 'nicht motivierten' Schulwissens ein Vergessensabbau, der bereits auf der Schule geradezu verheerende Ausmaße annimmt, was jeder Praktiker, der darauf geachtet hat, bestätigen kann."

Sämtliche Zitate aus Rainer Fuchs: Mathematische und naturwissenschaftliche Schulbildung als Sozialisation und Enkulturation. In: Theodor Scharmann: Schule und Beruf als Sozialisationsfaktoren. Stuttgart 1966, S.143ff bzw. Stuttgart <sup>2</sup>1974, S.156ff.

griffsbildungen im Unterricht sind Prozesse, die sich oft über Jahre erstrecken" (MNU 1974 S.482). Aber auch das naturwissenschaftliche Rechnen, in der Chemie noch erschwert durch eine eigene Zeichen- und Formelsprache, erweist sich immer wieder als grundlegende Verständnisbarriere (NiU 1976 S.63, 162ff, 249, 523), deren Nichtüberwindung jeden weitergehenden schulischen Wissenschaftlichkeitsanspruch im Grunde obsolet macht.

Der wissenschaftliche Formalismus stößt bei den Schülern jedoch nicht nur weit jenseits ihres alltäglichen Naturverständnisses, sondern auch sozusagen unmittelbar darüber auf Abwehr. Wie bereits erwähnt, ist im vorunterrichtlichen Naturbild die Grunderfahrung der Geschwindigkeit etwa durchaus angelegt, allerdings nur als eindimensional verstandene Schnelligkeit; dennoch wird die dreidimensionale Erweiterung dieser Erfahrung zum vektoriiellen Begriff von der Mehrheit der Schüler einfach nicht akzeptiert (NiU 1975 S.231f). In ähnlicher Weise sind den Schülern logische Schaltungen in der unmittelbaren Baukastenanschauung zwar nachvollziehbar, ihre Verabstrahierung in Form logischer Schaltbilder scheint ihre Vorstellungskraft jedoch zu überfordern (NiU 1975 S.192f). Schließlich haben die Schüler auch einen spontanen Zugang zum Phänomen der Energieerhaltung ebenso wie zu der Vorstellung von der Irreversibilität der Umwandlung von mechanischer in Wärmeenergie (Verbrauch!). Doch: "Obwohl diese Überzeugung die erfahrungsmäßige Realisierung des zweiten Hauptsatzes zu sein scheint, bereitet es erhebliche Schwierigkeiten, dieses mit einfachen Mitteln der Wärmelehre für die Schüler einsichtig zu machen" (NiU 1976 S.57f). Offenbar hat also eine besondere Nähe von alltäglichem und wissenschaftlichem Naturbild eher blockierende als fördernde Auswirkungen auf den naturwissenschaftlichen Lernprozeß, was darauf schließen läßt, daß die in den sogenannten "Verständnisschwie-

rigkeiten" zum Ausdruck kommende heimliche Verweigerung zumindest partiell auch Verteidigungscharakter besitzt.

### 3.2. Unterlaufen

Nun ist allerdings angesichts des schulischen Leistungsdrucks die Verweigerung für die meisten Schüler keine dauerhafte Abwehrstrategie. Schließlich muß man trotz Unlust und Verständnisschwierigkeiten ab und an auch etwas "bringen", um sich nicht alle schulischen und beruflichen Chancen zu "verbauen". Daß man sich zu diesem Zweck dennoch nicht total auf das dogmatisierte Naturbild der Fachdidaktik einzulassen braucht, machen jene Empirismen deutlich, in denen in diversen Varianten über die "Oberflächlichkeit" der Schüler geklagt wird. Die dahinterstehende, sicherlich wieder eher unbewußte Abwehrstrategie ist die des "Unterlaufens": Zwar eignen sich die Schüler die erforderlichen Wissensportionen bis zur Reproduzierfähigkeit an, sperren sich aber gegen ihre Verinnerlichung. Die Lehrer erleben diese Strategie als Widerspruch von oberflächlichem "Wissen" und tieferem "Verstehen", wobei letzteres im Grunde genommen allerdings nur das kritik- und kontextlose Nachdenken des schulischen Wissenschaftskatechismus in den Bahnen des gerade gültigen professionellen Naturparadigmas meint. Die zu diesem Punkt zusammengetragenen Empirismen lassen drei Varianten des Unterlaufens erkennen. Die gängigste Variante, die zugleich auch das Abwehrprinzip am deutlichsten erkennen läßt, ist die des Auswendiglernens. "Ich erinnere mich an einige Schüler, die bereit gewesen wären, seitenweise Reaktionsgleichungen auswendig zu lernen, um die (ihrer Ansicht nach offenbar unüberwindliche) Schwierigkeit, das Verfahren zur Aufstellung von Redoxgleichungen zu verstehen und zu handhaben, durch diese immense Paukleistung zu umgehen" (NiU 1976 S.27). Nicht wenige Lehrer nehmen auf diese durchaus nicht seltene Art der Lehr-

planbewältigung dadurch Rücksicht, daß sie ihre Prüfungsfragen weitgehend dem Bereich des erpaukbaren Wissens entnehmen, birgt doch jeder auf ein wirkliches "Verstehen" setzende geistige Seitensprung die Gefahr, die in außerordentlicher Weise auf die erlernten Zusammenhänge fixierten Schüler zu überfordern (NiU 1976 S.530).

Eng verbunden mit der Abwehrstrategie des Auswendiglernens ist die zweite Variante des Unterlaufens, das "Parzellieren". Es besteht darin, das (auswendiggelernte) Fachwissen in einer isolierten, eigens dem Schulstoff vorbehaltenen Parzelle des Gehirns abzuspeichern. Dadurch bleibt das alltägliche Naturbild dem Zugriff des naturwissenschaftlichen Unterrichts weitgehend entzogen. In der Tat klagen die Naturwissenschaftslehrer immer wieder darüber, daß der "Abbau" der vorwissenschaftlichen zugunsten des "Aufbaus" wissenschaftlicher Naturvorstellungen "besonders viele und große Schwierigkeiten" bereitet (MNU 1976 S.174, 235 u. 427, NiU 1975 S.332). Jedenfalls lassen sich die "Begriffe und Denkweisen des Kindes, die vielleicht in 10 oder 12 Jahren organisch in ihm gewachsen sind", nicht einfach dadurch zum Verschwinden bringen, daß "lediglich die gültigen Vorstellungen angeboten werden" (NiU 1976 S. 187 u. 232, ähnlich 1975 S.206).

Vielmehr scheint es in der Regel eher so zu sein, daß das ursprüngliche Naturbild relativ unverändert neben dem schulisch angelegerten Wissensbestand weiter existiert (MNU 1975 S.158ff, NiU 1975 S.199, 1976 S.8, 75 u. 143). "Aus der Tatsache, daß Schüler gelernt haben, mit Formeln, Gleichungen und Modellen umzugehen, darf nicht geschlossen werden, daß falsche Vorstellungen abgebaut worden sind" (MNU 1975 S.158). An der Existenz eines doppelten Naturbildes in den Köpfen der Schüler ändert offenbar auch der Umstand nichts, daß sich beide Bilder gelegentlich sichtbar widersprechen: "Die Vorstellung von der Unver-

änderlichkeit der Atome existiert neben dem Verbalwissen zum Beispiel über radioaktive Vorgänge, ohne daß es in den Köpfen der Schüler zu Kollisionen kommt" (MNU 1974 S.428).

Die Parzellierung des Schulwissens blockiert indes nicht nur dessen Transfer auf das (dadurch geschützte) alltägliche Naturbild, sondern auch auf den technischen Anwendungsbereich (NiU 1975 S.203, 1976 S.415ff). Mehr noch: Selbst innerhalb des nach Fächern und Fachgebieten aufgeteilten Schulwissens läßt der Transfer zu Wünschen übrig. So fällt es etwa den Chemielehrern äußerst schwer, im Zusammenhang mit dem chemischen Rechnen längst vorhandene mathematische Kenntnisse zu mobilisieren (MNU 1974 S.457, 1977 S.360). Selbst aber wenn Kenntnisse aus einem auf ein anderes Fach übertragen werden, ist es "schwer zu entscheiden... ob ein Schüler echten Transfer geleistet oder nur reproduziert hat" (MNU 1976 S.69).

Von dem Versuch eines fächerübergreifenden Unterrichts sind die Schüler dementsprechend keineswegs so begeistert, wie das manche Bildungsreformer gerne wahrhätten (MNU 1976 S.272). Die Feststellung, daß "Fächerenge, Schulblendenken, Abspeichern in isolierten Kontexten vielfach das Ergebnis des früheren Schulunterrichts"

gewesen seien (MNU 1976 S.274), gilt unverändert auch noch heute und stellt so jeden Versuch einer Reform der Naturwissenschaftsdidaktik in Frage, der nur an den Symptomen kuriert. Die Parzellierung des schulischen Naturwissens, die bis in die Einzelposten des Lehrplans hineinreicht (NiU 1975 S.108, 1976 S.231), ist die zwangsläufige Konsequenz eines den Schülern ohne Rücksicht auf ihre Lebens- und Denkweise aufgestülpten naturwissenschaftlichen Dogmenkanons und kann daher nicht durch dessen bloße Modernisierung überwunden werden.

Gerade die modernen Curricula mit ihrer starken Orientierung auf übergreifende theoretische Konzepte sind im übrigen in besonderer Weise von einer dritten Variante des Unterlaufens betroffen. Um nämlich die komplex-abstrakten Einsichten der modernen Physik und Chemie in der Schule überhaupt noch vermitteln zu können, kommt die Fachdidaktik nicht ohne vereinfachend-anschauliche Modelle aus (NiU 1976 S.162ff). Diese Modelle werden von den Schülern jedoch nicht als symbolische Darstellungen theoretischer Zusammenhänge, sondern als unmittelbare Wirklichkeit genommen (MNU 1977 S.136, NiU 1975 S.67, 1976 S.208). Die Lehrer geraten damit in die Zwickmühle, "den Schülern anschauliche Vorstellungen zu vermitteln und gleich-

zeitig sicherzustellen, daß ihr modellhafter Charakter nicht verkannt wird. Generelle Rezepte, wie im Unterricht dabei vorzugehen ist, scheinen nicht brauchbar.... Im Allgemeinen wird eine ausführliche verbale Unterrichtung über die Bedeutung und die Grenzen von Modellvorstellungen bei Schülern in der Sekundarstufe I wenig Erfolg haben" (NiU 1975 S.102).

Hier überlistet sich die Fachdidaktik mit ihrer methodischen Kunstfertigkeit also sozusagen selbst. Denn einerseits setzt sie mit der Fülle ihrer Modellkonstrukte, denen sie nicht selten in ihren Lehrmittelkabinetten auch noch ein artifizielles Leben einhaucht, bewußt auf das Prinzip der Anschaulichkeit, weil sie anders an die Schüler gar nicht mehr herankommt. Wenn aber die Betroffenen dieses Angebot tatsächlich für bare Münze nehmen, indem sie die unvermutet im wahrsten Sinne des Wortes "begreifbar" gewordenen Theoriefragmente als handfeste Modelle in ihren alltäglichen Anschauungsbereich integrieren -gewissermaßen als wundersam vergrößerte Kalottenergänzung der selbst erfahrenen Natur-, haben die Lehrer alle Hände voll zu tun, um die neuerwachte Fantasie der Schüler zu bremsen. Denn auf einmal sind naheliegende Schlußfolgerungen aus dem Modell falsch, jede eigenständige Idee wird zum Salto mortale. Zum Schluß regiert dann doch wieder die professionelle Unverständlichkeit, und Schüler und Lehrer sind ratloser als zuvor: Die einen begegnen den Kalotten mehr und mehr mit Mißtrauen, während die anderen sich fragen müssen, ob es nicht prinzipielle Grenzen der didaktischen Kunstfertigkeit bzw. der stofflichen Zumutbarkeit bei der naturwissenschaftlichen Missionierung von Otto Normalschüler gibt.

### 3.3. Verdrängen

Wenn das "Verweigern" und das "Unterlaufen" wirklich durchgängige Abwehrstrategien der Schüler gegen die Zumutungen

des wissenschaftsorientierten Naturunterrichts sind, dann muß das gravierende Konsequenzen für dessen Lernwirksamkeit haben. Denn als Folge der Verweigerung wird man erwarten müssen, daß die Schüler zumindest Teile des Lehrplanstoffs gar nicht erst an sich herankommen lassen, sondern schon vor Erreichen des Kurzzeitgedächtnisses ins niegehörte Abseits drängen. Jene Wissensportionen aber, die sie nicht zuletzt unter dem Druck der Verhältnisse zumindest kurzfristig abzuspeichern bereit sind, dürfen in ihrer geistig parzellierten Abgeschiedenheit von allen relevanten Lebenserfahrungen relativ bald dem Vergessen anheimfallen. Beides läuft auf eine kurz- oder mittelfristige Verdrängung des Dargebotenen hinaus, die im übrigen je nach dem Grad ihrer Ausprägung nicht unbedingt eine reine Folge der beiden erstgenannten Abwehrstrategien zu sein braucht, sondern unter Umständen auch als eigenständige dritte Strategie bewertet werden muß.

Daß man aus den fachdidaktischen Zeitschriften der ausgehenden siebziger Jahre relativ viel über die Lernwirksamkeit des naturwissenschaftlichen Unterrichts erfahren kann, und zwar nicht nur in Form von Epirismen, sondern auch durch komplette empirische Untersuchungsberichte, verdanken wir der in diesen Jahren einsetzenden "empirischen Wende" der Fachdidaktik, die allerdings zunächst einen stark technokratischen Charakter besaß. Es ging dabei zumeist um die methodische Effektivierung des Unterrichts, die überdies mit dem neuentdeckten Instrument des "Tests" in der Regel nur an der Erfüllung der kognitiven "Lernziele" gemessen wurde: "Für die unbefriedigende Situation, daß die Tests vorwiegend nur kognitive Lernziele überprüfen, wissen wir auch keinen Rat" (NiU 1975 S.278).

Mit ihrer kognitiven Dominanz entsprechen die Tests indes nicht nur dem Charakter der meisten fachdidaktischen Modernisierungsvorschläge, deren

größere Lern(ziel)effizienz sie denn auch prompt zu bestätigen pflegen. Auch wenn ihr Aussagewert daher nur relativ begrenzt ist (s. Kasten), vermitteln sie (mehr nebenbei doch manchen aufschlußreichen Einblick in die Situation des "normalen" Naturunterrichts. Im Folgenden beschränken wir uns auf die Referierung der diese Normalsituation betreffenden Untersuchungsergebnisse, in denen sich die prognostizierte Verdrängungsstrategie der Schüler in der Tat massiv niederschlägt.

#### Die kurzfristige Lerneffektivität

Was die kurzfristige Eindringtiefe des naturwissenschaftlichen Stoffpensums betrifft, so zeigt sich der NiU-Autor Siebold schon sehr befriedigt, wenn seine nach jeder Unterrichtsstunde (!) eingesetzten 5-Minutentests mittlere Lösungsquoten von 60-70 % ausweisen (NiU 1975 S.8ff). Nur wenige Minuten nach der Stoffvermittlung ist also eine durchschnittliche Wissenslücke von einem Drittel durchaus normal. Selbst wenn man nach einer Wiederholungsstunde noch einmal genau dieselben Testfragen stellt, erhöht sich das "Output-Input-Verhältnis" nur auf 80 %. Rund 20 % des Lehrplans rauschen also sogar noch nach Einsatz von ausgesprochenen Holzhammermethoden am Kurzzeitgedächtnis der Schüler vorbei. Noch unbefriedigender fällt die kurzfristige Bilanz des wissenschaftsorientierten Unterrichts aus, wenn man den Füllstand der Schülerköpfe nicht stündlich, sondern nur am Ende einer Unterrichts-

einheit abtestet. Am Beispiel einer ausgeklügelten 16-stündigen Atomphysikreihe kamen Schmidt und Kriesel nur auf eine Enderfolgsquote von knapp über 50 % (NiU 1976 S.150). Daß das nicht unbedingt am Thema lag, zeigen ähnliche Hiobsbotschaften aus dem Bereich der klassischen Physik und der Organischen Chemie (MNU 1974 S.483, NiU 1975 S.389 u. 1976 S.384). Die Hälfte der naturwissenschaftlichen Lehrermühe ist also von vornherein für die Katz. Wenn aus diesem den Praktikern zweifellos wohlbekanntem Sachverhalt dennoch keine Konsequenzen gezogen werden, so zeugt das von einer deutlichen Eliteorientierung der Naturwissenschaftsdidaktiker, die de facto mindestens die Hälfte ihrer Curricula allein für die wenigen "Begabten" konzipieren.

Bei alledem ist noch nicht einmal berücksichtigt, daß die Schüler ja keineswegs jungfernhaf in den Naturunterricht hineingehen, sondern aus ihrer alltäglichen Naturerfahrung heraus durchaus einen mehr oder weniger großen Teil der Testfragen auch ohne unterrichtliche Bearbeitung richtig beantworten können. Um hierüber Aufschluß zu gewinnen, haben Götz und Wiebel bei der Erprobung von 11 IPN-Unterrichtseinheiten in Klasse 5 bis

7 nicht nur Nach-, sondern auch Vortests eingesetzt (NiU 1975 S.277ff). Dabei werden die Daten von Siebald und Schmidt/Kriesel nicht nur durch die mittlere Richtigkeitsquote der Nachttests in Höhe von 58 % Größenordnungsmäßig bestätigt, sondern zugleich durch die entsprechende Vortestergebnisse von im Mittel 20 % erheblich relativiert. Der eigentliche Lernzuwachs liegt hier also um ein rundes Drittel niedriger als der quantitative Nachtest-erfolg.

Aufschlußreicher noch ist die Aufschlüsselung der Testdaten von Götz/Wiebel nach Schularten. Während die mittleren Lösungsquoten des Vortests in der Reihenfolge Hauptschule, Realschule, Gymnasium von 17 % über 24 % auf 31 % ansteigen, lauten die entsprechenden Prozentzahlen für den Nachtest 50 %, 66 % und 71 %. Zwar ist die Deutung der hieraus resultierenden Lernzuwachswerten von 33 % für die Hauptschule, 42 % für die Realschule und 40 % für das Gymnasium etwas schwierig, da sich ohne weiteres nicht entscheiden läßt, ob der überdurchschnittliche Zuwachs bei Real- und Gymnasialschülern eher auf deren größere geistige Anpassungsfähigkeit oder darauf zurückzuführen ist, daß das IPN-Curriculum von Inhalt und Stil her mehr auf die in den weiterführenden Schularten stärker vertretenen Mittelschichtkinder zugeschnitten ist. Bemerkenswert aber ist der Befund, daß die Unterschiede in den Nachttestleistungen nur zum Teil vom tatsächlichen Lernzuwachs, nicht unwesentlich aber auch vom jeweiligen Startvorteil abhängen; und der ist für die vorwiegend den Mittel- und Oberschichten entstammenden Gymnasialschüler am größten, für die mehrheitlich den Unterschichten angehörenden Hauptschüler hingegen am kleinsten, während er von den noch am ehesten den Sozialaufsteigern zuzurechnenden Mittelschülern am eifrigsten wettgemacht wird.

Ob man den hierin deutlich werdenden schichtspezifischen Charakter des naturwissenschaftlichen Unterrichts, der sowohl seine Ansprüche (Vortest) als auch seine Gestaltung (Zuwachs) kennzeichnet, unbedingt in jeder Hinsicht als "Benachteiligung" der Hauptschüler interpretiert, kommt allerdings auf den jeweiligen Standpunkt an. In Hinblick auf mögliche Sozialkarrieren tragen offenbar auch die schulischen Naturwissenschaften das Ihre zur Chancenminderung der Unterschichtkinder bei und stehen so dem Chancengleichheitsanspruch der Bildungsreform kaum weniger entgegen als der in diesem Zusammenhang viel kritisierte

Deutschunterricht. Was indes die inhaltliche Seite betrifft, so läßt sich die "Unterprivilegierung" der Hauptschüler auch dahingehend interpretieren, daß sie den geistigen Zumutungen eines dogmatisierten Wissenschaftsunterrichts offenbar einen größeren Widerstand entgegenzusetzen in der Lage sind, und zwar zugunsten der Wahrung des für sie in der Tat wesentlich brauchbareren alltäglichen Naturbildes. Götz/Wiebel beschreiben diesen Sachverhalt so: "Für viele Hauptschüler... waren einzelne Unterrichtseinheiten jedoch zu abstrakt gestaltet" (S.278).

## Wunsch und

Der Hauch des Neuen war längst verfliegen und die pädagogischen Kritiker hatten sich schon auf das Thema eingeschossen, als in Nilu noch Lanzen für den programmierten Unterricht gebrochen wurden. Sogar eine empirische Untersuchung wurde aufgegeben, die am Beispiel des Themas "Fernseher" die Vorzüge des programmierten gegenüber dem herkömmlichen Unterricht belegen sollte (Nilu 1975 S.185ff). In der 8. Klasse der Grund- und Hauptschule Hagenbach wurden zwei Lehrergruppen gebildet, von denen die eine mit einem von Weltner konzipierten Lehrprogramm, die andere mit einem lebendigen Lehrer konfrontiert wurde. Testbatterien standen bereit, um den Wettkampf von Programm und Lehrergruppe bis aufs Prozent genau festzuhalten. Und damit nichts schiefgehen konnte, wurden die Teilnehmer der Untersuchung nach ihren Physiknoten ausgewählt, "um schwächere Kinder nicht mit zusätzlichem Stoff zu belasten".

Die Ergebnisse der Untersuchung waren denn auch entsprechend beeindruckend, allerdings für beide Schülergruppen gleichermaßen. Nicht weniger als 80% der Nachtestfragen wurden im Mittel richtig beantwortet - angesichts einer Vortestquote von 20% satte 60% Lernzuwachs also. Läßt sich dieses stolze Resultat noch der

speziellen Schülerauswahl zuschreiben, so geben die nochmals um durchschnittlich 3% höher liegenden Ergebnisse des sechs Wochen später durchgeführten "Behaltenstest" erstmals Anlaß zu Zweifeln. Kann eine Unterrichtseinheit wirklich so gut sein, daß die dabei erworbenen Schülerkenntnisse in den Wochen danach nicht nur nicht in allmähliche Vergessenheit geraten, sondern sich sogar noch selbsttätig vermehren?

Des Rätsels Lösung liegt in der Art der eingesetzten Tests: Nicht nur der Nachtest, sondern auch der Behaltenstest waren völlig identisch mit dem Vortest. Die Versuchsteilnehmer hatten also innerhalb von zwei Monaten dreimal denselben Test vorgesetzt bekommen, wodurch am Ende weniger das Behalten des vermittelten Stoffes als vielmehr das der Testfragen und Antworten überprüft worden sein dürfte.

Ist damit der Aussagewert zumindest des letzten Tests mehr als fragwürdig, so geben auch die sonstigen Testdaten nicht allzuviel her: Zwar schnitt die Programmgruppe im Nachtest um 2% besser ab als die Lehrergruppe, dafür war sie aber auch schon im Vortest (und zwar sogar um 5%) besser, während sie im abschließenden Behaltetest von der Lehrergruppe überrundet wurde. Das

Ähnlich ambivalent sind womöglich auch die von Götz/Wiebel festgestellten geschlechtsspezifischen Leistungsunterschiede zu bewerten: "Die Mädchen bringen weniger Vorwissen in den Unterricht mit als die Jungen, und diese Differenz bleibt auch im Nachtest bestehen, ja, sie wird teilweise sogar noch etwas vergrößert. Als Erklärung wird die Vermutung geäußert, daß sich Mädchen vor allem wegen ihrer Rollenerwartung in Familie und Beruf möglicherweise weniger für physikalische Fragestellungen vor dem Unterricht und im Unterricht interessieren als Jungen" (S.278). Diese gängige Vermutung wird

indes ebenso wie das ihr zugrundeliegende Testergebnis durch eine Untersuchung von Ganswindt relativiert (NiU 1975 S.185ff). In Zusammenhang mit der Erprobung einer Unterrichtseinheit Fernsehen lösen die Mädchen im Ganswindt'schen Vortest mit durchschnittlich 16 % nur gut halb soviel Aufgaben wie die Jungen mit 28 %. Im Nachtest hatten die Mädchen jedoch nicht nur aufgeholt, sondern übertrafen mit durchschnittlich 85 %richtigen Lösungen sogar die mittlere Jungenleistung von nur 78 %. Der absolute Lernzuwachs der Mädchen war mit rund 69 % also erheblich

## **Wirklichkeit**

alles hielt die Initiatorin des ganzen Unternehmens indes nicht davon ab, wenigstens eine Ehrenrettung des programmierten Lernens zu versuchen: "Der Vorwurf der Kritiker des programmierten Unterrichts - schnelles Lernen, aber auch schnelles Vergessen - scheint nach diesen Untersuchungsergebnissen nicht berechtigt" (S.190).

Wie sehr der Wunsch der Vater selbst dieses recht kleinlauten Resümées war, wird erst gänzlich deutlich, wenn man sich die Randbedingungen der Untersuchung vergegenwärtigt. Denn zum einen trat die hinsichtlich des Untersuchungsziels wohl kaum unvoreingenommene Autorin nicht nur als Versuchsleiterin, sondern auch als unmittelbar Beteiligte in Erscheinung, indem sie u.a. die Unterrichtung der Lehrerguppe selbst übernahm. Zum anderen wird im Untersuchungsbericht abschließend festgestellt, daß die Programmschüler "laut Befragung sehr erfreut über diesen Wechsel der Unterrichtsform waren" (S.190), also eine zusätzliche Motivation gegenüber der Lehrerguppe besaßen. Diese Zusatzmotivation dürfte indes entfallen, wenn der programmierte Unterricht genauso zu den schulischen Alltäglichkeiten gehört wie der Lehrerunterricht, so daß er dann in seinen Unterrichtsergebnissen vergleichsweise noch unergiebig sein dürf-

te als bereits unter den vorteilhaften Versuchsbedingungen.

Hinzu kommt, daß die Art der Ergebnisermittlung (Test) wesentlich stärker auf die Lernform der Programmgruppe als auf die der Lehrerguppe zugeschnitten war, welch letztere denn auch "beim Abschlußtest durch die ungewohnte Art des 'Abfragens' verunsichert" war. Und schließlich spricht auch noch die im Ergebnis stärkere Leistungsdifferenzierung in der Programmgruppe, die selbst dadurch nicht aufgefangen werden konnten, daß den leistungsschwächeren Programmschülern wesentlich mehr Lernzeit zugestanden wurde, gegen eine positive Bewertung des programmierten Unterrichts.

Alles in allem hat also die NiU mit der Veröffentlichung dieser allzu offenkundig in die gewünschte Richtung getrimmten Untersuchung wohl eher ein Eigentor geschossen als eine Lanze für den programmierten Unterricht gebrochen. Denn selbst wenn man von dem zutiefst a-sozialen Charakter programmierter Lernens absieht, dürften dessen Anhänger nach dem vollständigen Studium des Artikels in ihren technologischen Neigungen eher verunsichert als bestärkt worden sein.

höher als der der Jungen von nur 50 %.

Während Ganswindt die Vortestunterschiede ähnlich wie Götz/Wiebel auf eine "fehlende Hinführung der Mädchen auf Probleme der Technik im Elternhaus und in der Schule" zurückführt, ermittelte sie nach Abschluß der Unterrichtseinheit im Wege einer Schülerbefragung, daß sich die Mädchen nunmehr "stärker (!) für das Thema interessierten als die Jungen. Die Mädchen arbeiteten besonders intensiv mit" (S.189). Damit erweist sich die innere Bereitschaft zur Auseinandersetzung mit dem Stoff als entscheidender Faktor der (geschlechtsspezifischen) Leistungsdifferenzierung im Physikunterricht: Mädchen sind nicht a priori unbegabter, sondern nur infolge von Sozialisations- und Rollenvorgaben im allgemeinen weniger an naturwissenschaftlich-technischen Themen interessiert. Vermag der Unterricht diese Situation qualitativ zu ändern, etwa indem er nicht von einem Lehrer, sondern wie im Falle Ganswindt von einer Lehrerin erteilt wird (!), so verändert sich offenbar im gleichen Maße auch der quantitative Lernerfolg.

#### Der mittel- und langfristige Lernerfolg

Die trotz zunehmender Wissenschaftsorientierung in den letzten Jahren eher noch gesteigerten Klagen von Wirtschaft und Wissenschaft über das unzureichende naturwissenschaftliche Bildungsniveau der Schulabsolventen (NiU 1975 S.91, 1976 S.332f) deuten darauf hin, daß die mittelfristige Bilanz

des naturwissenschaftlichen Unterrichts womöglich noch defizitärer ausfällt als die kurzfristige. Die zu dieser Frage vorliegende Untersuchung von Jüngel (NiU 1976 S.521ff) dürfte in der Tat selbst aus konservativer Perspektive Anlaß zu allerlei Zweifeln über die Sinnhaftigkeit des naturwissenschaftlichen Lehrerdaseins geben. Denn Jüngel hat sich nicht der Täuschung kurzfristiger Scheinerfolge hingegeben, sondern ganz systematisch die grundlegenden Stoffelemente des Berliner Rahmenplans für den Chemieunterricht an Hauptschulen danach abgeklopft, was von ihnen nach Abschluß der Schulzeit in den Köpfen der Schüler noch übrigbleibt. Zu diesem Zweck hat er einen validierten multiple-choice-Test entwickelt, den er nach einer Vorerprobung 302 Absolventen von 6 Berliner Hauptschulen vorlegte.

Wenn er dabei zu dem Ergebnis kommt, "daß die Schulabgänger im Durchschnitt lediglich etwa die Hälfte der gestellten Aufgaben richtig lösen konnten und damit den Ansprüchen des Berliner Rahmenplans für Chemie vermutlich nur unvollkommen genügten" (S.525), so ist die angesichts der zuvor referierten Untersuchungsergebnisse zunächst sogar unerwartet hoch erscheinende Gesamtlösungsquote doch keineswegs mit den bisherigen Testergebnissen zu vergleichen. Denn diese bezogen sich stets auf kurzfristige Tests, die im wesentlichen den Detailstoff einzelner Unterrichtseinheiten abprüften. Jüngel hat demgegenüber nur ganz elementares chemisches Grundwissen abgefragt,

daß im Laufe der Schulzeit überdies mehr oder weniger häufig wiederholt worden sein dürfte.

Zu diesem elementaren Grundwissen gehört zum Beispiel die Kenntnis der Luftzusammensetzung, die bei vier vorgegebenen Antwortmöglichkeiten nur von 74 % der Befragten richtig als Gemisch von Stickstoff und Sauerstoff bestimmt wurde. Ein gutes Viertel der befragten Schüler verlassen also die Hauptschule, "ohne hinreichend über die Zusammensetzung der Luft orientiert zu sein. Es muß sogar angenommen werden, daß diese Zahl aufgrund der Ratewahrscheinlichkeit noch höher liegt" (S.522). Mehr als die Hälfte hiervon war sogar der Ansicht, Luft bestehe im wesentlichen aus Sauerstoff und Wasserstoff, ohne sich über die daraus ergebenden (explosiven) Konsequenzen im Klaren zu sein.

So grundlegend die Kenntnis der Luftzusammensetzung für das Verständnis der biochemischen Vorgänge in unserer Umwelt ist, so elementar erscheint das Wissen über den Krackprozeß für das Verständnis der technologischen Grundlagen unserer weitgehend petrochemisch fundierten Chemischen Industrie. Die Frage danach, was eigentlich beim Kracken vor sich geht, wurde indes sogar nur von 38 % der Schüler (bei einer Ratewahrscheinlichkeit von 25 %) richtig beantwortet. Bemerkenswert ist auch hier, daß immerhin 6 % der Befragten ohne Rücksicht auf die damit verbundenen Folgen eine Atomkernspaltung vermuteten.

Zu den unerläßlichen Fertigkeiten eines erfolgreichen Chemieschülers gehört der sichere Umgang mit der chemischen Formelsprache. Während "die Zuordnung häufig im Chemieunterricht verwendeter Substanzen (Salzsäure, Natronlauge) zu ihren chemischen Formeln den Schülern keine Schwierigkeiten bereitet", konnte "das Erstellen chemischer Gleichungen... nur von wenigen Schülern geleistet werden" (S.524). Obwohl mit dem dazugehörigen Grundbegriff "Neutralisation" durchaus vertraut, kamen nur 9 % der Schüler bei dem Versuch, die Neutralisation von Natronlauge und Salzsäure als Wort- und Formelgleichung darzustellen, "zu einem einwandfreien Ergebnis" (S.523). Hierbei waren allerdings keine Auswahlantworten, sondern nur ein Antwortschema vorgegeben, so daß das Ergebnis dieser Testaufgabe nicht durch die Ratewahrscheinlichkeit aufgeschönt werden konnte. An der extrem niedrigen Lösungsquote wird daher besonders "deutlich, daß Hauptschüler schon bei der Bewältigung einfacher chemischer Gleichungen große Schwierigkeiten haben. Es ist zu befürchten, daß die Aufstellung von Gleichungen im Chemieunterricht zu derartigen Frustrationen führt, daß eine weitere Auseinandersetzung mit diesem Problem blockiert ist" (S.523).

Tatsächlich lieferten denn auch die Fragen zur besonders formelhaften Organischen Chemie auffällig unterdurchschnittliche Testergebnisse. "Große Unsicherheit zeigten die Schulabgänger bei den Aufgaben, die sich mit der Zusammensetzung von Nahrungsmitteln beschäftigten, obwohl im Berliner Rahmenplan für Chemie das Wissen um die chemische Zusammensetzung dieser Stoffe und ein tieferer Einblick in den Bau organischer Substanzen als wesentliche Voraussetzung für eine gesunde Ernährung und für ein Verstehen der Lebensvorgänge angesehen werden. Die Befragung hat z.B. ergeben, daß nur 26 % der Hauptschulabsolventen die elementare Zusam-

mensetzung des Rübenzuckers richtig angeben konnten. Die Zusammensetzung der Fette aus Fettsäuren und Glycerin konnten lediglich 21 % der Schüler richtig nennen, Aminosäuren als Bausteine der Eiweiße wurden von 31 % richtig angegeben" (S.524).

Am besten fielen die Jüngelschen Testergebnisse dort aus, wo der Unterricht den Handlungsbedürfnissen der Schüler am weitesten entgegenkommt: "Der Themenbereich Geräte und Versuchsanordnungen bereitete den Schulabgängern im Vergleich zu anderen Komplexen die geringsten Schwierigkeiten. Man kann davon ausgehen, daß ein großer Teil der Schüler (etwa 80%) nach dem Abschluß der Hauptschule in der Lage ist, einfache chemische Laborgeräte richtig zu benennen, und nur ein geringfügig kleinerer Teil wird die Grundarbeitstechniken der Chemie wie Filtrieren und Destillieren in Versuchsanordnungen wiedererkennen (ca. 76 %)" (S.523). Damit spiegelt sich also auch in der elementaren Lernbilanz des Chemieunterrichts, wie sie von Jünger mit speziellem Blick auf die Berliner Verhältnisse vorgelegt wurde, der Bruch zwischen alltäglichem Naturumgang und wissenschaftlichem Naturparadigma nachdrücklich wider.

Ähnlich wie im Fall der kurzfristigen Wirkungsanalyse haben wir auch im Hinblick auf die mittelfristige Effizienz des naturwissenschaftlichen Unterrichts das Glück, die quantitative Nachtestleistung durch Daten über das entsprechende Vorwissen relativieren zu können. Die Frankfurter Didakti-

ker Brauner und Peters haben nämlich ihren "Physik-Test" nicht nur Schülern vorgelegt, die die weitgehend aus der Elektrizitätslehre stammenden Fragen bereits im Unterricht behandelt hatten, sondern zugleich und vor allem auch solchen Jugendlichen, die mit elektrischen Phänomenen noch nicht in schulischen Kontakt gekommen waren (s. Anhang). Während die "belehrten" Schüler durchschnittlich 58 % der Testaufgaben richtig lösten, konnten die "unbelehrten" aus ihrer alltäglichen Naturerfahrung heraus immerhin 44 % richtig beantworten. Abgesehen davon, daß auch diese Lösungsquoten infolge der Testform (multiple-choice) nicht unerheblich aufgeschönt sein dürften, erweist sich der hiervon allerdings nur sekundär berührte Lernzuwachs als unerwartet klein: Nur um 14 % hat das Wissen der Schüler über elektrische Phänomene und deren physikalische Interpretation im Laufe des Physikunterrichts zugenommen - ein Befund, der angesichts der kurzfristig gemessenen Lernzuwachsraten von rund 30 % durchaus stichhaltig erscheint.

Was aber bleibt vom naturwissenschaftlichen Unterricht eigentlich auf Dauer übrig, wenn

sich der ohnehin schon mäßige kurzfristige Lernzuwachs noch innerhalb der Schule bereits auf die Hälfte reduziert? Zu dieser Frage finden sich in den durchgesehenen Zeitschriftenjahrgängen leider keine empirischen Untersuchungen, und auch die Zahl der hierzu Stellung nehmenden Empiristen ist auffällig gering. Lediglich Lanz und Wagenschein, beide ebenso scharfsichtige wie engagierte Außenseiter des fachdidaktischen Betriebs, kommen übereinstimmend zu der Einschätzung, "daß am Ende der Schulzeit nur wenig naturwissenschaftliches Wissen und auch Fertigkeiten geblieben sind" (NiU 1976 S.415).

Wagenschein führt die hohe Vergessensrate für naturwissenschaftliches Schulwissen maßgeblich darauf zurück, daß der moderne Naturunterricht die Verbindung zum Naturverständnis der Schüler unterbricht (MNU 1977 S.136). Auch er macht also jenen unvermittelten Gegensatz von wissenschaftlichem und alltäglichem Naturbild für die Misere des wissenschaftsorientierten Unterrichts verantwortlich, der sich wie ein roter Faden auch durch die verschiedenen Momente der im vorliegenden Beitrag zusammengetragenen Empirie zieht. Dabei scheint es dem wissenschaftlichen Naturbild lediglich partiell und temporär zu gelingen, isolierte Bereiche

der Schülerköpfe mit Beschlag zu belegen. Sobald die Betroffenen das künstliche Naturwissen mehrheitlich nicht mehr zur Wahrung ihrer schulischen und beruflichen Chancen brauchen, wird es sukzessive abgestoßen. Daumenlang zufolge ist wenige Jahre nach dem Verlassen der Schule mit Hilfe von einfachen Wissenstesten nicht mehr zu entscheiden, ob und wie lange ein Jugendlicher in den Naturwissenschaften unterrichtet worden ist - die "physikalischen Konzepte" junger Erwachsener sind dann vielmehr wieder eindeutig vom alltäglichen Naturbild bestimmt (NiU 1980 S.10ff). Dem entspricht die in unserem Untersuchungsmaterial gemachte Feststellung, daß ein einmal vorhandenes Bild der Natur im naturwissenschaftlichen Unterricht nur zum Teil austauschbar und später immer wieder durchschlagend ist (NiU 1975 S.231f). Das liegt sicherlich nicht zuletzt daran, daß das alltägliche Naturbild nicht nur das Ergebnis, sondern auch die jeden Tag erneut bewährte Voraussetzung für den kompetenten Umgang mit Natur und Technik im alltäglichen Leben ist. Daß der moderne naturwissenschaftliche Unterricht hiergegen letztlich nicht ankommt, kennzeichnet wie kein anderes empirisches Fakt die lebensferne Künstlichkeit seiner Inhalte.

rb

## NACHTRAG:

### Zur Konsistenz des alltäglichen Naturbildes

oder

#### LEHRSTÜCK ÜBER DIE GRENZEN FACHDIDAKTISCHER WIRKLICHKEITSERFASSUNG

"Auffassungen, Vorstellungen und Begriffe von Kindern im Zusammenhang mit der Elektrizität und dem elektrischen Strom" - unter diesem Titel findet sich in den durchgemusterten NiU-Jahrgängen eine dreiteilige Untersuchung der Frankfurter Naturwissenschaftsdidaktiker Brauner und Peters (NiU 1976 S. 185ff, S. 240ff u. S. 323ff), die gleichermaßen Aufschluß über das alltägliche Naturbild der Schüler wie über den spezifischen Umgang der Fachdidaktik mit diesem Problem gibt. Gegenstand der Untersuchung sind die Vorstellungen, die Realschüler der Klassen sechs bis neun zur Erklärung elektrischer Phänomene entwickeln. Um hierin Einblick zu gewinnen, entwickelten Brauner und Peters einen insgesamt 15 "items" umfassenden "Physik-Test", den sie 151 unterrichtlich noch nicht mit der Elektrizitätslehre in Kontakt gekommenen Schülern und Schülerinnen einer Frankfurter Realschule vorlegten.

Zur Interpretation ihrer Ergebnisse griffen sie auf ein bereits von Zietz in den 30er Jahren vorgeschlagenes entwicklungspsychologisches Stufenschema zurück, das jenseits "anthropomorpher" und "magischer" Weltdeutungen die folgenden fünf Grundformen einer "realistischen" Deutung natürlich-technischer Phänomene unterscheidet:

- a) Das Denken in Wenn-Dann-Beziehungen (chronologisch richtige Tatbestandsbeschreibungen ohne Durchschauung des Kausalgefüges)
- b) Das Denken in Kausalzirkeln (Kausalverständnis mit austauschbarer Ursache und Wirkung)

- c) Das Denken in Substanzbegriffen (Substantifizierung von Naturkräften und -erscheinungen)
- d) Das Denken in dynamistischen Begriffen (Ursachendeutung unbekannter Phänomene durch nicht näher umschriebene Kräfte)
- e) Das Denken in Analogien (Extrapolation der eigenen Mikroerfahrungen auf Naturerscheinungen im Großen).

In Wirklichkeit handelt es sich bei diesen und ähnlichen Deutungsschemata weniger um "kindliche" als um "alltägliche" Denkfiguren, die sich ebenso bei Erwachsenen wie bei Kindern finden und partiell selbst für die professionelle Naturwissenschaft im konkreten Prozeß ihrer Erkenntnisgewinnung unentbehrlich sind. Hiervon das "exakte" physikalische Denken prinzipiell abzugrenzen, ist bereits eine wissenschaftsideologische Vorgabe, die den jeweils aktuellen Stand einer Disziplin unter Absehung von seiner historischen Entfaltung und individuellen Bemächtigung zum Nonplusultra erklärt, gegenüber dem jedes alltägliche Denkmuster grundsätzlich abfällt. Diese einseitige Verklärung der "wissenschaftlichen" Herangehensweise an die Natur zieht sich dann auch wie ein roter Faden durch die gesamte Untersuchung, angefangen von ihrer Anlage bis zur Interpretation ihrer Ergebnisse.

#### I. Der Fragebogen: Ausdruck wissenschaftsideologischer Voreingenommenheit.

Im Gegensatz zu Zietz, der seine Befunde allein auf langjährige Aufzeichnungen von Gesprä-

chen und Erfahrungen mit Schülern gründet, greifen Brauner und Peters zum Fragebogen bzw. "Test" als vorgeblich "stärker objektiviertem" Untersuchungsinstrument. Zwar zitieren sie in diesem Zusammenhang Zietz, der bei der unflexiblen schriftlichen Befragung von Kindern die Gefahr sieht, "daß dann Theorien und Deutungen beim Kinde provoziert werden, die, da sie unter dem Zwang einer künstlich geschaffenen Situation entstanden sind, seine geistige Welt nicht wirklich widerspiegeln". Doch bleibt dieses Zitat kommentarlos und ohne erkennbare Konsequenz.

Denn der den Schülern vorgelegte umfangreiche Fragenkatalog zielt ganz offenkundig weniger auf das vorsichtige Ausforschen des bei ihnen vorhandenen Naturbildes als vielmehr auf die unvermittelte Konfrontation des Schülerbewußtseins mit einer ihnen weitgehend fremden Sichtweise der Natur. Form und Inhalt der "items" lassen den Schülern kaum Anknüpfungsmöglichkeiten an ihre alltägliche Natur- und Technikerfahrung, sondern führen sie immer weiter von ihrer Vorstellungswelt weg, und zwar mit einer Impertinenz, die an eine Prüfungssituation erinnert, in welcher der Kandidat trotz eingestandener Unkenntnis des infragestehenden Gebietes ständig neue Detailfragen hierüber vorgesetzt bekommt.

Der gänzlich unsensiblen Frageführung entspricht eine ähnlich unreflektierte Beschränkung der Antwortmöglichkeiten. Anstelle offener Antworten nämlich werden den Schülern ihre eigentlich erst zu erfragenden Naturvorstellungen (einschließlich einer jeweils "richtigen" Antwort) bereits in multiple-choice-Form vorgegeben. Bei der Konstruktion der Antwortvorgaben stützen sich die Fragebogenauctoren "größtenteils" auf aus früheren Untersuchungen (Zietz, Bleichroth, Holla, Erle, Hilbert, Jaide, Kemme) bereits bekannte kindliche Stereotype,

was angesichts des raschen ~~Ba~~ deutungszuwachses und -wandels des Untersuchungsgegenstandes in unserer alltäglichen Umwelt (und damit auch in der der Schüler) nochmals als erhebliche Einschränkung der potentiellen Erhebungsergebnisse zu werten ist.

### I. Elektrizität zwischen didaktischer Kunstnatur und elementarer Kräfteerfahrung

#### Item 1

Du hast sicher schon einmal den Satz gehört: „Es fließt elektrischer Strom.“ Woraus besteht deiner Meinung nach dieser Strom? Der elektrische Strom besteht aus:

#### Item 2

Damit ein elektrisches Gerät, z. B. ein Tauchsieder, funktionieren kann, muß man es an die Steckdose anschließen. Der elektrische Strom muß hierbei durch den Zuleitungsdraht des Tauchsieders fließen. Wie kann der elektrische Strom durch einen stabilen Draht fließen?

#### Item 3

Wenn man auf den Lichtschalter drückt, wird der elektrische Strom eingeschaltet. Stelle dir vor, du könntest mit einem Spezialgerät, das es leider in Wirklichkeit nicht gibt, den elektrischen Strom (oder kürzer: die Stromteilchen) sehen. Was würdest du im Augenblick des Einschaltens wohl sehen?

Schon die ersten, auf die elementare Natur des elektrischen Stroms zielenden Fragen entfernen sich rasch von der unmittelbaren Erfahrung. Statt den Schülern erst einmal die Möglichkeit zu geben, mit dem Thema auf der Grundlage ihrer alltäglichen Handlungserfahrungen warm zu werden, wird gleich mit einer Reihe von Seinsfragen zur theoretischen Natur des Stroms begonnen. Da im alltäglichen Leben kaum ein Anlaß gegeben ist, solche Fragen überhaupt zu stellen, "testen" Brauner und Peters damit im Grunde weniger das vorhandene Naturverständnis der Schüler als vielmehr deren Bereitschaft und Fähigkeit, sich auf das ihnen in Frageform unterschobene akademische Naturbild überhaupt einzulassen. Wie wenig die Autoren selber den Gegensatz der beiden Natur-

bilder bewältigt haben, machen spätestens die logischen Purzelbäume des dritten items deutlich. Da wird - vordergründig ausgehend von einem alltäglichen Vorgang - mit einem Experiment, das es weder in der Wirklichkeit noch in der Theorie gibt, eine Anschaulichkeit des Stromprozesses suggeriert, die es ebenfalls weder in der Wirklichkeit noch in der Theorie gibt. Das in die Frage hinein konstruierte Naturbild hat also nicht nur subjektiv (für die Schüler), sondern auch objektiv den Charakter einer Kunstnatur, die weder für die Bewältigung des Alltags noch für die professionelle Naturforschung Bedeutung hat, sondern ihre Existenz allein der Didaktik verdankt.

Wie kann ein vergleichsweise unvoreingenommener Schüler (oder auch Erwachsener) auf die Konfrontation mit einem solcherart didaktisch verkünstelten Strommodell vernünftigerweise reagieren? Soweit wie möglich wird er zunächst auf seine urreigenste Erfahrung im Umgang mit den natürlichen und technischen Erscheinungsformen der Elektrizität zurückzugreifen versuchen. Diese Erfahrung ist unter anderem maßgeblich geprägt von der Anwendung der Elektrizität im Haushalt, ihrer Steckdosen- bzw. Kraftwerksherkunft, der ihr innewohnenden Antriebs-, Erwärmungs- und Beleuchtungsfähigkeiten und nicht zuletzt natürlich davon, daß der Verbrauch dieses vom E-Werk hergestellten Produktes etwas kostet. Die Vorstellung der Elektrizität als einer gegen Entgelt nutzbaren Energie- bzw. (was umgangssprachlich dasselbe ist) einer Kraftquelle dürfte dementsprechend als Ausgangspunkt für die aberlangten Ausflüge in das Reich der didaktischen Kunstnatur dienen, wobei der Versuch der persönlichen Erfahrungsextrapolation allerdings mit zunehmender Wirklichkeitsferne der Modellfragen notwendig immer mehr der Beliebigkeit anheim fallen muß.

Tatsächlich üben die "dynamischen", d.h. am energetisch erweiterten Kraftbegriff orientierten Antwortvorgaben deutlich die stärkste Anziehungskraft auf die im wahrsten Sinne des Wortes "überfragten" Schüler aus. So kreuzten in Zusammenhang mit der ersten Frage lediglich die Schüler einer als "Kontrollgruppe" fungierenden neunten Klasse, die im Gegensatz zur Testgruppe "schon in Elektrizitätslehre unterrichtet worden war", unter den Antwortvorgaben durchgängig die richtige Antwort "Elektronen" an. Wer indes noch nichts von Elektronen gehört hatte und auch mit der Wortassoziation "elektrischer Strom" - "Elektron" nichts anfangen konnte, entschied sich demgegenüber eher für die Antwort "Kraft": Das war in der Testgruppe "ungefähr jeder zweite Schüler", in den unteren Klassen sogar noch mehr.

Auch auf die zweite Frage nach dem Mechanismus des Stromflusses fand die dynamistische Antwort in der schon von Jaide als typisch erkannten Globalform ("der elektrische Strom hat soviel Kraft, das er durch alles hindurchfließen kann") die meiste Zustimmung (51%, in der Kontrollgruppe immerhin noch 40%), was angesichts der vor dem Hintergrund der Alterserfahrung noch unwahrscheinlicher anmutenden Alternativantworten (Stromfluß in einem hohlen Innenrohr des Drahtes 8%, Stromfluß außen am Draht 33%, Stromfluß durch den leeren Raum im Inneren des Drahtes 26%) wiederum nur vernünftig erscheint. Daß mit der im übrigen physikalisch nicht unproblematischen "richtigen" Antwort ("leerer Raum") eine Vorstellung angesprochen wird, "die das Kind aus seiner durch Beobachtung gewonnenen Erfahrung nicht haben kann", war Brauner und Peters immerhin schon selber aufgefallen. Das hinderte sie indes nicht daran, mit der dritten Frage in dieser Richtung weiter zu bohren. Wenn sie dabei zu rund 70% richtige Antworten erhielten, so liegt das weniger an

den richtigen als an den falschen Antwortvorgaben. Denn der Stromteilchenfluß an der Oberfläche der Leitung (erste Auswahlantwort) wie durch die leere Leitung (zweite Auswahlantwort) war schon in Frage 2 mehrheitlich abgelehnt worden, so daß auf die Frage nach der Art des Teilchenflusses nur die dritte Auswahlantwort als sinnvolle Möglichkeit übrigblieb (die Stromteilchen sind schon vorher in der Leitung vorhanden und beginnen beim Einschalten zu fließen). Die eher zufällig hohe Trefferquote bei diesem Item darf also noch keineswegs als Indiz für die Akzeptanz eines Teilchenmodells in Zusammenhang mit elektrischen Phänomenen interpretiert werden.

### III. Teilchenmodell oder Fantasie?

#### Item 4

Der wichtigste Bestandteil einer Glühlampe ist ein dünner Draht, durch den der Strom fließt (gezeigt mittels Overhead-Projektor). Wie erklärst du dir, daß der Draht heiß wird und glüht, wenn der Strom durch ihn hindurchfließt?

*Versuch A:* Ein ausgestreckter Konstantandraht von etwa 1 m Länge wurde zwischen zwei Isolierstützen eingespannt und an eine Spannung gelegt, so daß er stark erwärmt wurde, aber gerade noch nicht glühte. Phänomen: Der Draht hängt nach unten durch.

*Versuch B:* Der gestreckte Draht aus Versuch A wurde gewandelt und an dieselbe Spannung wie in Versuch A gelegt. Während der ausgestreckte Draht in Versuch A nicht glüht hatte, war der gewandelte Draht rotglühend.

#### Item 7

Warum hängt der Draht durch, wenn Strom durch ihn hindurchfließt?

#### Item 8

Warum glüht der gewandelte Draht, der ausgestreckte Draht aber nicht?

#### Item 9

Stelle dir vor, man würde den ausgestreckten Draht auf die Hälfte verkürzen und wieder Strom hindurchfließen lassen. Was würdest du feststellen, wenn du die Temperatur des langen Drahtes mit der Temperatur des halb so langen Drahtes vergleichst?

Statt dem in den ersten Fragen so dominant in Erscheinung tretenden dynamistischen Erklärungsansatz der Schüler etwas ein-

gehender nachzuforschen, was vielleicht auch in physikalischer Hinsicht nicht ohne Reiz gewesen wäre (Kraftfelddeutungen der Elektrizität), werden die Befragungsteilnehmer in Zusammenhang mit dem Wärmeeffekt des Stroms immer stärker auf das Teilchenmodell der Elektrizität festgelegt. Daß sie damit zugleich auch immer stärker in den Bereich der Fantasie abgedrängt werden, machen die Antworten auf diese Fragen deutlich. Wenn etwa zwei Drittel der Schüler "rasendschnelle Stromteilchen" für das Glühen eines stromdurchflossenen Lampendrahtes (Frage 4) verantwortlich machen, so haben sie damit offenbar nur die suggestivste bzw. fantasiegerechteste Antwort angekreuzt. Die "richtige", aber im übrigen mit anderen "richtigen" Antworten ("leerer Raum") durchaus

nicht konsistente Idee, daß sich die Teilchen nur "mühsam" durch den Draht hindurchzwingen, erschien nur 2% der Probanden (und nur 41% der Kontrollgruppe) wahrscheinlich.

Zur Abwechslung war die am meisten angekreuzte Auswahlantwort auf die Frage sieben nach dem durchhängenden Konstantandraht zufällig auch die richtige: 64% machten die Erwärmung des Drahtes, immerhin aber noch 35% die nach unten drückende Kraft des Stromes hierfür verantwortlich. Der damit erneut ins Spiel gekommene Kraftbegriff tritt in Frage acht wieder vollends in den Vordergrund. Während die richtige Erklärung für das zaubertrickähnliche Wendelphänomen (geringere Wärmeabgabemöglichkeit des gewandelten gegenüber dem gestreckten Draht) von 23% der Befragten (und sogar nur von 9% der Kontrollgruppen-Angehörigen) angekreuzt wurde, hielten 58% (Kontrollgruppe 91%) die größere Kraft die der Strom zum Durchfließen der Wendel brauche, für den Hauptgrund ihrer Erwärmung. Das extreme Abschneiden der Kontrollgruppe macht im übrigen darauf aufmerksam, daß die hier gerade erst durchgenommene Elektrizitätslehre zwar zu einigen elementaren bildlichen Vorstellungs-

korrekturen geführt haben mag, nicht aber ein wirkliches Verständnis der Sachverhalte im Sinne der eigenständigen Erklärungsfähigkeit unbekannter Phänomene erzeugt hat.

#### IV. Stromverbrauch als Grunderfahrung

**Versuch A:** Eine Glühlampe wurde an eine bestimmte Spannung gelegt, und die Schüler wurden aufgefordert, sich die Helligkeit der Lampe zu merken. Dann wurde bei unveränderter Spannung noch eine zweite Glühlampe in Serie dazugeschaltet. Phänomen: Die Helligkeit der beiden Lampen ist geringer als die Helligkeit der einen Lampe im ersten Teil des Versuchs.

**Versuch B:** Drei gleiche Glühlampen werden folgendermaßen geschaltet: Abb. 1

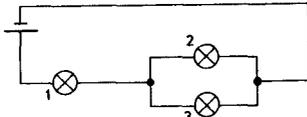


Abb. 1

Die Lampen wurden so aufgestellt, daß Lampe 2 u. 3 weiter von der Spannungsquelle entfernt waren als Lampe 1. Phänomen: Lampe 1 leuchtet sehr hell, Lampe 2 ist gleich hell wie Lampe 3, im Vergleich zu Lampe 1 ist ihre Helligkeit aber sehr viel geringer. Nach Äußerungen der Schüler, die an der Gleichheit der Lampen zweifelten, wurde Lampe 1 mit Lampe 2 vertauscht, und wieder zeigte sich die überraschende Erscheinung, daß die der Spannungsquelle am nächsten liegende Lampe heller leuchtete als die beiden anderen.

##### Item 11

Wie erklärst du es dir, daß zwei Lampen dunkler brennen als wenn man nur eine Lampe einschaltet (Versuch A)?

##### Item 12

Wie erklärst du es dir, daß in Versuch B Lampe 1 heller und Lampe 2 und 3 dunkler brennen?

##### Item 14

Der wesentliche Bestandteil einer elektrischen Sicherung ist ein sehr dünner Draht (gezeigt mittels Overhead-Projektor). Welche Funktion hat eine solche Sicherung?

##### Item 15

Warum bekommt man einen Schlag, wenn man einen blanken, stromdurchflossenen Draht, z. B. einen Weidezaun, anfaßt?

Die fast noch mehr als das Wendalexperiment an Zauberkastentricks erinnernde Lampenvorführung deckt jenseits des Hangs zu dynamistischen Erklärungen ein zweites Grundelement jugend-

lichen Stromverständnisses auf. Daß "zwei hintereinander geschalteten Lampen dunkler brennen als eine", wird von den Befragten kaum mit einer geringeren Stromstärke, sondern eher (33% bzw. 56% der Kontrollgruppe) mit der geringeren Kraft des Stromes gedeutet - eine im dynamistischen Verständnis unter Berücksichtigung der Nähe der Spannung zum Energiebegriff (und damit zum jugendlichen Kraftbegriff) durchaus konsistente Erklärung. Noch beliebter erwies sich indes bei diesem Item die Antwort, daß zwei Lampen mehr Strom brauchen als eine; ihr Prozentsatz stieg "in den Altersstufen bis zu 90%" an und betrug in der Kontrollgruppe "immerhin 47%". Die hier durchschlagende Vorstellung der Verbrauchbarkeit des Stromes findet sich auch in den Antworten auf die Frage 12, wo die Lampenverdunklung in der Stromkreisverzweigung zwar von jedem zweiten Schüler auf die Halbierung der Stromstärke, von 55 - 84% in den Altersstufen und von 37% in der Kontrollgruppe jedoch auf den besonders hohen Stromverbrauch von Lampe 1 zurückgeführt wird. Selbst bei den Antworten auf die Frage nach der Funktion der Sicherung klingt die Verbrauchsvorstellung noch nach: Rund 50% der Befragten stimmten der Deutung zu, daß "die Sicherung platzt, wenn zu viel Strom verbraucht wird, weil sich der Strom in dem dünnen Draht staut". Die andere Hälfte der Testgruppe entschied sich dagegen für die richtige Antwort (Durchglühen infolge zu starker Stromerwärmung). Für diese relativ hohe Richtigkeitsquote ist im vorliegenden Fall vermutlich die erstmals auf die technische Funktion eines Stromkreiselements zielende Fragestellung verantwortlich, die den Schülern offenbar wesentlich näher liegt als die Beschäftigung mit den physikalischen (Seins-) Grundlagen der Elektrizität. Welche Rolle die eigenen Handlungserfahrungen im Erleben der Schüler spielen, macht schließlich Item 15 deutlich. Anstelle elektrischer Seinsqualitäten ist hierin ein

alltägliches Erlebnis im Umgang mit Strom angesprochen. Und schon findet in allen Altersstufen die Mehrheit der Schüler zur richtigen, vermutlich in mehr oder weniger abgewandelter Form irgendwann einmal drastisch erfahrenen Antwort. Ob sie damit indes zugleich auch, wie Brauner und Peters schlußfolgern, die richtige theoretische Vorstellung von den beim Anfassen eines Weidezauns ablaufenden physikalischen Vorgängen im Kopf hat, ist zumindest zweifelhaft.

### Restümee: Gleichrangigkeit des Alltagsparadigmas

In der Zusammenfassung ihrer Ergebnisse kommen Brauner und Peters zu einer Reihe wesentlicher Einsichten, die jedoch infolge ihres einseitig-fachlastigen Erkenntnisinteresses relativ unzusammenhängend erscheinen:

- a) Die Schüler verfügen nicht "über den physikalisch richtigen Begriff vom elektrischen Strom, da sie seine Bestandteile nicht kennen"; selbst wenn sie die Bezeichnung "Elektronen" verwenden, "ist dies für sie wohl nur ein Wort ohne Begriffsinhalt".
- b) "Die Modellvorstellung vom elektrischen Widerstand wird von den meisten Kindern nicht als ihrer Theorie entsprechend akzeptiert", so daß sie falsche Vorstellungen von der Wärmewirkung des Stroms entwickeln.
- c) Dennoch sind auch "Schüler, die noch nicht in der Elektrizitätslehre unterrichtet wurden, fähig ..., die Funktion elektrischer Geräte physikalisch richtig zu erklären".
- d) "Zum Begriff des elektrischen Stroms gehört bei vielen Kindern die falsche physikalische Vorstellung, daß der Strom verbraucht wird".
- e) "Ein markantes Ergebnis der empirischen Untersuchung ist, daß dynamistische Vorstellungen sehr stark in den Begriffsstrukturen von Kindern im Zusammenhang mit dem elektrischen Strom vorhanden sind".

Ein Zusammenhang dieser isolierten Einzelfeststellungen erschließt sich erst, wenn man sich ein wenig mehr als die Autoren auf die Schülerperspektive einläßt. Mit dem dieser Perspektive zugrunde liegenden Kraftbegriff (e), der dem Energie- bzw. Leistungsbegriff der Physik nahesteht, können die Schüler nämlich ihre Erfahrungen im Umgang mit dem elektrischen Strom durchaus konsistent ordnen. Hiervon ausgehend begreifen sie, das Alltagsphänomen des Energieverbrauchs denn auch konsequent als Stromverbrauch (d). Zugleich wird die Teilchenvorstellung des Stroms weitgehend überflüssig (a). Regelrecht widersprüchlich bzw. falsch werden ihre Naturdeutungen erst dann (und dies auch nicht immer), wenn die zu erklärende Situation einen all zu artifiziellen Charakter im Vergleich zur normalen Alltagserfahrung besitzt (d). Umgekehrt nimmt es vor diesem Hintergrund nicht wunder, daß die befragten Jugendlichen auch ohne physikalische Unterrichtung die Funktionsweise elektrischer Geräte "richtig" erfassen (c). Aus ihrer auf das professionelle Teilchenmodell fixierten Sicht kommt Brauner und Peters diese innere Konsistenz des alltäglichen Naturbildes gar nicht erst ins Blickfeld. Immerhin aber hätte sie wenigstens ihr abschließender Untersuchungsbezug in ihrer einseitigen Parteinahme zugunsten des wissenschaftlichen Naturparadigmas verunsichern müssen. Ihr Versuch nämlich, zwischen den "Test"-leistungen der Schüler und ihrer nach Horn bestimmten "Intelligenz" einen Zusammenhang herzustellen, blieb ohne nennenswerten Erfolg. Die Zahl der "richtig" gesetzten Antwortskreuzchen war insbesondere auch in keinen korrelativen Zusammenhang mit dem Intelligenzfaktor "Denkfähigkeit" zu bringen, was immer auch darunter zu verstehen ist. Die darin dokumentierte "denkerische" Gleichwertigkeit der beiden Naturbilder müßte zumindest jenen Fachdidaktikern zu denken geben, die das alltägliche Naturbild bis zum heutigen Tage immer noch als "kindlich" oder "naiv" denunzieren. rb

# Erinnerungen an den naturwissenschaftlichen Unterricht

Was die langfristigen Folgewirkungen des naturwissenschaftlichen Unterrichts betrifft, so scheinen sich darüber weniger die eigentlich zuständigen Naturwissenschaftspädagogen als vielmehr die "Abnehmer" ihrer Produkte, die um ihren Nachwuchs besorgten Wissenschafts- und Wirtschaftsverbände Gedanken zu machen. In regelmäßigen Abständen pflegen sie eine größere Menge Schulabsolventen mit einem mehr oder weniger unsinnigen Fragebogen zu traktieren, woran sich mit ebensolcher Regelmäßigkeit ein wirksam in Szene gesetzter Aufschrei über das ins schier Bodenlose gesunkene naturwissenschaftliche Kenntnisniveau der (jeweils) heutigen Jugend anschließt. Derlei Katastrophenmeldungen lassen sich seit rund einem Jahrhundert, genauer: seit es einen autonomen wissenschaftlichen Naturunterricht an Deutschlands höheren Schulen gibt, nachweisen. Der natur-"wissenschaftliche" Unterricht hat die in ihn gesetzten Erwartungen offenbar noch nie erfüllen können, weder im Kaiserreich noch in der Weimarer Republik, weder im Dritten Reich noch in der Bundesrepublik, und im übrigen auch nicht in der diesbezüglich oft so hochgelobten DDR.

Allerdings beschränkt sich diese Feststellung genau genommen nur auf eine einzige Wirkungsdimension des naturwissenschaftlichen Unterrichts, die freilich von den "Produzenten" und "Abnehmern" naturwissenschaftlicher Qualifikationen gleichermaßen in den Vordergrund gerückt wird: Hinsichtlich der langfristigen Vermittlung fachwissenschaftlicher Kenntnisse und Fähigkeiten ist der wissenschaftliche Naturunterricht zweifellos von geringer Ergiebigkeit. Aber die Schule ist nicht nur eine Institution fach-

licher Kenntnisvermittlung, sondern ein lebendiger Ort der Auseinandersetzung junger Menschen mit den sie umgebenden sozialen und natürlichen Verhältnissen. Darüber, welche dauerhaften Nachwirkungen der naturwissenschaftliche Unterricht als sozialer Prozeß bei den Schülern hinterläßt, was die Erinnerung der Erwachsenen an ihn prägt, weiß man nur allzu wenig.

## 1. DAS BRAIN STORMING: SPONTANE ERINNERUNG

Auch unser Versuch, den langfristigen Folgewirkungen des naturwissenschaftlichen Unterrichts jenseits der üblichen Katastrophenperspektive auf die Spur zu kommen, litt zu Anfang noch unter einer allzu starken Konzentration auf kognitive Resultate. Erst im Verlauf der Untersuchung weitete sich unser Fragehorizont aus. Wesentlichen Anteil hieran hatte eine qualitative Befragungsmethode, die zunächst nur nebenbei eingesetzt worden war, dann aber unsere Vorgehensweise mehr und mehr bestimmte: das brain storming. Nicht konkrete Testfragen, womöglich mit multiple-choice-Antwortvorgaben, sondern allgemeine Denkanstöße mit gänzlich offener Antwortmöglichkeit erschlossen uns erst das volle Spektrum der Erinnerung an den naturwissenschaftlichen Unterricht.

Der Witz des brain storming besteht in der möglichst wenig vorgeprägten Eröffnung eines bestimmten Assoziationsraumes durch eine einzige, sehr allgemein formulierte Frage. Ihr schließt sich die Aufforderung an, in einem festgesetzten Zeitraum (meistens 5 Minuten) in beliebiger Form alles zu notieren, was einem spontan zu dem

infragestehenden Thema einfällt. Wenn man zuvor in Anlage und Vorbereitung des brain storming alle Hinweise auf das Untersuchungsthema vermieden hat und so die Befragungsteilnehmer gewissermaßen mit der Schlüsselfrage überfällt, hat man die Chance, das spontane Assoziations- bzw. Interpretationsraster, wie es im Alltag zur Verarbeitung entsprechend themenbezogener Informationen bereitsteht, relativ ungebrochen abzufragen. Dieses Interpretationsraster ist insofern relevant, als es die kurzfristige Bewertung von alltäglichen Eindrücken und Geschehnissen maßgeblich bestimmt und mögliche Reaktionen darauf steuert. Da es sich im vorliegenden Zusammenhang um ein stark von der Erinnerung geprägtes Interpretationsraster handelt, können wir auf diese Weise also erfahren, welche Haupteindrücke der naturwissenschaftliche Unterricht nach einer mehr oder weniger großen Zahl von Jahren im Alltagsbewußtsein der Befragten hinterlassen hat.

Dem in seiner Anlage extrem einfachen Verfahren des brain storming steht allerdings eine sehr aufwendige, prinzipiell nicht objektivierbare und schon gar nicht automatisierbare Auswertung gegenüber. Dabei muß die nach Form und Inhalt zu meist außerordentlich große Vielfalt der Antwortassoziationen in mehreren Stufen strukturell verdichtet werden. Die damit verbundene Mühe des Nachverstehens und Systematisierens ist vermutlich ein wesentlicher Grund dafür, daß dieses Verfahren so selten in erziehungswissenschaftlichen Untersuchungen eingesetzt wird. Hinzu kommt,

daß der Prozeß der Strukturierung und Verdichtung des Antwortfeldes nicht ohne eine gewisse Vorabtheorie des Gegenstandes auskommt, die im Laufe der Auswertung allerdings in der Regel nachhaltige Korrekturen erfährt.

Da das brain storming ein primär qualitatives Analyseinstrument ist, läßt es sich auch dann noch mit Gewinn einsetzen, wenn die Bedingungen für eine quantifizierende Erhebung nicht mehr günstig sind. Letzteres ist im Arbeitszusammenhang eines Universitätsseminars in der Regel der Fall, fehlt es hier doch sowohl an Zeit als auch an Geldmitteln und Arbeitskapazität, um eine repräsentative Untersuchung in einem Zug zu planen, gegen die Kultusbürokratie durchzusetzen, mit hohen organisatorischen Aufwand durchzuführen und unter Zuhilfenahme einer Rechenanlage auszuwerten. Das bedeutet indes nicht, daß man nicht auch erheblich weniger aufwendige empirische Explorationen durchführen kann, die dann vielleicht nicht allen Formalkriterien an eine gültige, repräsentative und zuverlässige Erhebung genügen, dennoch aber (oder gerade deshalb) äußerst aufschlußreiche Ergebnisse liefern.

Zum Thema "Erinnerungen an den naturwissenschaftlichen Unterricht" haben wir drei solcher empirischer Felderkundungen in Angriff genommen, in die schließlich 100 Schüler der Klassen 7 bis 10 einer Gesamtschule, 47 Marburger Studenten nichtnaturwissenschaftlicher Fächer und 41 Lehrer verschiedener Schularten einbezogen waren. Während es sich bei den Schülern um 4 vollständige, bewußt in dieser Zusammensetzung ausgewählte Klassen handelte, waren die befragten Erwachsenen nur auf individueller Basis für die Beantwortung der Fragebögen zu gewinnen. Wie die Teilnahmequote von 30 % der insgesamt 130 angeschriebenen Lehrer zeigt, hat dabei zweifellos eine unkontrollierte Vorauswahl stattgefunden, die unter anderem zu einer deutlichen Überrepräsentation von männlichen Lehrern führte. Ähnliches gilt für die befragten Studenten, die zwar in verschiedenen Fachbereichen im Rahmen semesterübergreifender Veranstaltungen angesprochen wurden, sich aber mit Hinweis auf politische Schnüffeleien nur sehr zögernd zur Verfügung stellten - dies um so mehr, als wir zur Wahrung des brain storming-Effekts vor Beginn der eigentlichen Befragung keine Angaben über deren Thema machen konnten. Immerhin hat genau aus diesem Grunde das Untersuchungsthema bei der Teilnehmersauswahl jedenfalls keine Rolle gespielt, so daß wir davon ausgehen können, wenigstens diesbezüglich über repräsentative Stichproben zu verfügen.

## 2. SCHÜLER: FORMELFRAGMENTE UND SATZTRÜMMER

Wie bereits erwähnt, orientierte sich die Schülerbefragung noch allzusehr an den kognitiven Zielvorgaben der Fachdidaktik. Die kurzen Fragebögen, die jeweils einer Klasse 7 und 10 in Physik und einer Klasse 9 und 10 in Chemie vorgelegt wurden, bestanden im wesentlichen aus zwei bis drei Wissensfragen, die sich nach Maßgabe der Klassenbücher an dem Unterrichtsstoff des jeweils vorher-

gehenden Jahres orientierten. Die zu ihrer Beantwortung zur Verfügung gestellte Zeit von 15 bis 20 Minuten war mehr als gut bemessen, so daß die Schüler die (im übrigen anonyme) Befragung auch nicht als einen "Test" erlebten. Hinzu kam, daß die Fragen durch ihre elementare und offene Formulierung einen erheblich größeren Antwortspielraum freigaben als übliche Testfragen. Es gab fast immer mehrere "richtige" Antworten, so daß denn auch für die Auswertung weniger deren Richtigkeitsgrad als ihr inhaltlicher Charakter von Interesse war.

So ließen etwa die Antworten auf die Frage nach der Entstehung der Jahreszeiten in Klasse 7 (unter Rückgriff auf den Naturkundeunterricht in Klasse 6) deutliche Anklänge an das alltägliche Naturbild erkennen. Ein Viertel aller Antworten brachte die Jahreszeiten mit der elliptischen Umlaufbahn der Erde um die Sonne in Zusammenhang, die in den meist von Jungen angeführten Hilfsskizzen in ihrer Exzentrizität durchweg stark übertrieben dargestellt wurde. Die in dieser Vorstellung durchschlagende Umgangserfahrung mit Wärmequellen (je näher desto wärmer) hat sich also schon ein Jahr nach der Vermittlung der an sich kaum weniger anschaulichen "richtigen" Jahreszeitenerklärung (wechselseitiger Schrägeinfall der Sonnenstrahlung infolge Schrägstellung der Erdachse) partiell schon wieder durchsetzen können.

Die zweite Frage in dieser Klassenstufe betraf die Eigenschaften des Stabmagneten, die im wesentlichen richtig beschrieben wurden. Dies dürfte nicht zuletzt das Ergebnis entsprechender Spielerfahrungen sein, was unter anderem in einem kuriosen Nebenbefund deutlich wird: Auf die Bitte, das Feldlinienbild eines Stabmagneten zu entwerfen, zeichneten die Schüler durchweg gestrichelte Linien, die sich überdies an den Polen vervielfachten. Offensichtlich standen hierbei

die obligatorischen Spielexperimente mit Eisenfeilspäne Pate, deren Muster in Verknüpfung (oder Unterlaufung s.S.23) ihres Charakters als bloßer didaktischer Konkretisierung des Feldlinienmodells mit der Feldwirklichkeit gleichgesetzt wurden.

In Klasse 10 bot der physikalische Stoffplan des vorigen Jahres für dererlei anschauungsnahe Fragen (und Mißverständnisse) kaum Ansatz. Wir versuchten es daher mit möglichst offenen, fast schon brain storming-ähnlichen Fragen zum Thema Elektrizitätslehre: "Was weißt du von der Spannung?" oder in Zusammenhang mit zwei Schaltskizzen zur Parallel- und Reihenschaltung "Was fällt dir dazu ein?". Diese Fragen waren jeweils mit dem in Klammern gesetzten Hinweis "(Formeln, Versuche, Zusammenhänge)" versehen.

Interessant ist nun, daß unter den insgesamt 152 Assoziationen, die wir auf diese Weise aus den 26 befragten Schülern herauslocken konnten, Formeln und Begriffe eindeutig dominieren. Allein 23mal wurde die Formel  $R_{\text{Ges}} = R_1 + R_2$  und 11mal  $U = R \cdot I$  notiert, während jeweils 14mal Ohm als Maßeinheit des Widerstandes und Volt als Maßeinheit der Spannung bezeichnet wurden. Zusammenhängende Aussagen tauchten ebenso wie Versuchsbeschreibungen so gut wie nicht in den Antworten auf, und wenn einmal

der Name eines Gesetzes (Ohm, Kirchhoff) fiel, dann war die dazugehörige Formel häufig falsch oder fehlte ganz. Das Assoziationsfeld der Schüler zum Thema Elektrizität läßt sich also am besten mit Wagenschein als Ansammlung von "Formelfragmenten" und "Satztrümmern" klassifizieren, die weitgehend ohne jeden Zusammenhang auswendig gelernt wurden und nun nur noch mechanisch wiedergegeben werden können.

Das scheint im übrigen nicht nur für den physikalischen, sondern auch für den chemischen Schulstoff zu gelten. Die Antworten auf die in je einer 9. und 10. Klasse gestellten chemischen Fragen wurden nämlich in einer extremen Weise, die allein durch die Art der Befragung nicht zu erklären ist, auf einzelne Formeln und Fachbegriffe reduziert, ohne daß dazwischen irgendwelche Zusammenhänge hergestellt wurden. Besonders auffällig geschah dies in Zusammenhang mit der Frage: "Wie stellst Du Dir den Bau eines Atomes vor?" Die Beschreibungen zumeist des Bohr'schen Atommodells fielen, sofern die Schüler nicht zu mehr oder weniger diffusen Skizzen Zuflucht gewählt hatten, durchweg bruchstückhaft aus, und auch bei ausführlichster Beantwortung wurden kaum Zusammenhänge dargestellt.

Die hierin zum Ausdruck kommende Hilfllosigkeit der Befragten hat ihre wesentliche Ursache sicherlich im abstrakten Charakter des angeschnittenen Themas. Doch auch in Zusammenhang mit der sehr konkreten Frage "Was weißt Du aus dem Chemieunterricht über Wasser?" dominierte fragmentarisierendes Formel- und Schlagwortwissen. So ließ es sich keiner der befragten Schüler nehmen, die chemische Formel für Wasser anzugeben, irgendwelche Erläuterungen dazu gab indes nur jeder Dritte.

Immerhin konnten die Schüler bei der Wasser-Frage noch relativ viel Alltagswissen einbringen, was zu einem sehr breiten Antwortspektrum Anlaß gab. Auf eine ähnliche Frage zum Thema Säure

und Laugen fielen die Assoziationen wesentlich karger aus. Als Beispiele hierfür wurden am häufigsten die diesbezüglichen Standardessenzen der Chemiedidaktik, HCl und NaOH, genannt, kaum jedoch alltägliche Gebrauchsfüssigkeiten wie Essigsäure oder Seifenlauge. Offenbar wird dieses Thema (im Gegensatz zum Wasser) bereits so vollständig dem Schulwissen zugeordnet, daß zumindest im spontanen Brainstorming alle Verbindungen zum eigenen Umgang mit den Dingen abgebrochen sind.

Daß die radikale Trennung von Alltags- und Schulwissen in den Köpfen der Schüler, wie sie bereits im ersten Beitrag des vorliegenden Heftes beschrieben wurde, nicht etwa von vornherein gegeben, sondern das Ergebnis eines allmählichen Prozesses ist, zeigen die Antworten auf eine allen Klassen in gleicher Form noch vor den Wissensfragen vorgelegte Brainstorming-Frage: "Was hat Dir am Physik/Chemieunterricht des letzten Jahres am besten gefallen?". Durchgehend mehr als die Hälfte der hierauf erhaltenen Antworten beziehen sich in irgendeiner Weise auf gute oder mißlungene Experimente, seien sie von Lehrern oder von den Schülern selber durchgeführt. Dieser Befund kann nach dem obigen ebenso wenig verwundern wie die Tatsache, daß dabei natürlich effektvoll-farbige Versuche am nachhaltigsten im Gedächtnis haften geblieben sind.

Bemerkenswert ist jedoch, daß sich mit zunehmender Klassenstufe die Vorliebe für Experimente immer mehr von deren Inhalten löst. Waren es in Klasse 7 noch einzelne konkrete Versuche, an die sich die Schüler gerne erinnerten, so blieben die diesbezüglichen Äußerungen in Klasse 10 weitgehend abstrakt. Attraktiv war nur das Experimentieren an sich, nicht die auf diese Weise vorgeführte Naturtheorie). Das Bedürfnis nach einem handlungsorientierten Naturumgang hat sich also im Laufe der Schulzeit gegenüber den damit verbundenen Unterrichtsinhalten verselbständigt, die Schüler dividieren am Schluß zielsicher genau das wieder auseinander, was didaktische Kunstfertigkeit zuvor so mühsam zusammenmontiert hat: Theorie und Praxis.

Die naive Freude am Experimentieren ist übrigens bei Jungen wesentlich ausgeprägter und bestimmt ihr Verhältnis zum naturwissenschaftlichen Unterricht insgesamt erheblich nachhaltiger als bei Mädchen. Letztere waren in ihren positiven Reminiszenzen nicht nur rein quantitativ wesentlich zurückhaltender, sondern übten unaufgefordert sogar Kritik, von der nicht zuletzt auch die Experimente (insbesondere wegen der damit verbundenen Versuchsprotokolle) betroffen waren. Dafür griff ihre positive Erinnerung an anderer Stelle deutlich über die der Jungen hinaus: Für sie war auch das soziale Geschehen im Unterricht, vor allem aber die Persönlichkeit des Lehrers relevant. Aus ihrer sichtlich größeren Distanz zu den eigentlichen Fachinhalten erleben sie den naturwissenschaftlichen Unterricht offenbar mehr als jenen sozialen Prozeß, der männlichen Schülern und Lehrern durch ihre spielerische Technikfaszination einerseits bzw. dogmatische Wissenschaftsfixierung andererseits mehr oder weniger verstellt ist.

### 3. STUDENTEN: OHNE SINN UND ZIEL

Ebenso wie die Schüler wurden auch die etwa zu gleichen Teilen der Fachbereichen Theolo-

gie, Sozialkunde und Sport angehörenden Studenten zunächst mit einer brain storming-Frage und dann erst mit einem elementaren Wissenstest konfrontiert. Der Test umfaßte vier Fachfragen, für deren Beantwortung insgesamt rund 5 Minuten zur Verfügung standen. Es ging also primär darum, das unmittelbar abrufbare Grundwissen abzutesten, weshalb die Fragen auch keineswegs dem gymnasialen Oberstufenstoff, sondern dem noch relativ alltagsnahen Anfangsunterricht entnommen waren:

1. Wie kann man nachweisen, ob ein Stoff eine Säure oder eine Lauge ist?
2. Was ist Kohlendioxyd?
3. Warum schwimmt ein Schiff aus Stahl?
4. Warum benutzt man Hochspannungsleitungen?

Die studentischen Testergebnisse unterschieden sich trotz des mittlerweile absolvierten Abiturs prinzipiell nicht von denen der Schüler. So wurden die beiden ersten Fragen in der Regel nur schlagwortartig beantwortet ("Lackmus", " $\text{CO}_2$ ", "Gas"). Nur ein Viertel der Befragten bequeme sich zu zusammenhängenden Antworten. Daß das keineswegs nur eine Folge der knappen Fragestellung war, machen die nachdrücklich auf die Abgabe von Erklärungen zielenden Fragen 3 und 4 deutlich. Wurden nämlich die ersten beiden Fragen noch von über 95 % der Studenten (richtig) beantwortet, so sank die Antwortquote bei Frage 3 auf 61 % und bei Frage 4 sogar auf 47 %. Eine physikalisch "richtige" Antwort gaben auf Frage 3 sogar nur 16 % und auf Frage 4

nur 22 % der Teilnehmer. Offenbar sind die nichtnaturwissenschaftlichen Jungakademiker bestenfalls zu einem Viertel in der Lage, einen zusammenhängenden physikalischen Gedanken zu fassen bzw. zu artikulieren, wie elementar dieser auch immer sei. Der Rest ist bloße Reproduktion von angelerntem Schlagwortwissen oder gar gänzlich Schweigen.

Weitaus mehr Einfälle als im Wissenstest hatten die Studenten beim einleitenden brain storming. Auf die Frage "Was fällt Euch in diesem Moment ein, wenn Ihr Euch an Euren naturwissenschaftlichen Unterricht zurückerinnert?" erhielten wir insgesamt 165 Antworten. Dadurch, daß diese Frage nicht nur positive, sondern auch negative Erinnerungen zuließ, bekam das so entworfenene Bild des naturwissenschaftlichen Unterrichts allerdings eine ganz andere Färbung als bei den Schülern.

Zwar nehmen auch im studentischen Rückblick Experimente einen bedeutenden Rang ein ("lustig", "klappten nie"). Doch machen die damit verbundenen positiven Eindrücke nur knapp 20 % der Erinnerung aus. Selbst wenn man die erstaunlich wenigen inhaltlichen Anknüpfungen an die eigene naturunterrichtliche Vergangenheit, die überdies meist nur Stichwortcharakter besitzen (Fachtermini, Disziplinbenennungen) unbesehen dem positiven Erinnerungsbereich zuschlägt, stehen dem insgesamt fast dreimal soviel negative Assoziationen gegenüber. Dabei wird die Abstraktheit des Unterrichtsstoffs

(14 %) ebenso beklagt wie die gährende Langeweile (12 %), der dominierende Frontalunterricht (7 %) und der allgemeine Pauketrieb (11 % aller Assoziationen). Auch die Lehrer kommen nicht ungeschoren weg (13 %), wobei ihnen vor allen Dingen didaktisch-methodische Unfähigkeit ("trocken", "konnte kein Interesse wecken") vorgeworfen wird.

Bei diesem Negativbild ist freilich zu berücksichtigen, daß es ausschließlich von Studenten gezeichnet wurde, die sich mit ihrer Fachwahl mehr oder weniger bewußt gegen Naturwissenschaft und Technik entschieden haben. In 17 % der Antwortassoziationen ist denn auch offen von schlechten Noten, Verständnisschwierigkeiten und gefühlsmäßigen Aversionen die Rede. Das darf andererseits nicht darüber hinwegtäuschen, daß sich hier eine außerordentlich relevante Studentengruppe artikuliert, die vorgeblich sogar die besondere Fürsorge der naturwissenschaftlichen Fachdidaktik genießt. Denn die zunehmende Ausweitung des naturwissenschaftlichen Unterrichts in Vergangenheit und Gegenwart wurde und wird nicht etwa mit seiner studienvorbereitenden Funktion für die zukünftige wissenschaftlich-technische Intelligenz, sondern mit der Notwendigkeit begründet, in unserer modernen Zeit auch und gerade die nichtnaturwissenschaftlichen Eliten in Politik, Wirtschaft, Verwaltung usw. auf ihre zwangsläufig zunehmend mit Naturwissenschaft und Technik in Berührung kommende Tätigkeit

vorzubereiten. Genau das aber scheint dem naturwissenschaftlichen Unterricht (zumindest in der intendierten Weise) gründlich zu mißlingen.

Weder seine fachlichen noch seine ideologischen, auf eine positive "Akzeptanz" von Wissenschaft und Technik gerichteten Bildungsintentionen vermag der moderne Naturunterricht bei der Mehrheit der Abiturienten in nennenswerter Weise zu realisieren. Stattdessen hinterlassen die Naturwissenschaftslehrer das Bild eines verkrampt-lebensfernen Umgangs mit Menschen und Sachen, dessen höherer Sinn und eigentliches Ziel im Dunkeln verbleiben oder bestenfalls in mißlungenen Experimenten karikiert werden. Daß die Naturwissenschaftler in Form ihrer großtechnologischen Verwertung etwas mit den Problemen der modernen Gesellschaft (Wirtschaftswachstum, Umweltzerstörung, Rüstung usw.) zu tun haben, war innerhalb der zugestandenen 5 Minuten nicht einem der befragten Studenten eingefallen. Hier scheint die Erinnerung an den naturwissenschaftlichen Unterricht eher blockierend zu wirken, und genau in dererlei Blockaden inhaltlicher, emotionaler und politischer Art im Umgang mit Natur, Wissenschaft und Technik scheint dann auch die Hauptwirkung des naturwissenschaftlichen Unterrichts auf die nichtnaturwissenschaftliche Intelligenz zu bestehen.

#### 4. LEHRER: ENTFREMDUNG UND BEDROHUNG

Bei den Lehrern warf das brainstorming-Verfahren insofern Pro-

bleme auf, als wir davon ausgehen mußten, daß es einer unautorisierten Seminarinitiative kaum gelingen würde, hinreichend viele Kollegen zu einem kollektiven Befragungstermin zu versammeln. Unsere einzige Chance sahen wir in einer individuellen schriftlichen Erhebung, die jedoch besondere Vorkehrungen verlangte. So konnten wir den Lehrern den Fragebogen nicht einfach offen zusenden, sondern mußten ihn in einem gesonderten Umschlag verschließen, dem ein erklärender Brief beigefügt wurde. Ohne irgendeinen Hinweis auf das Thema der Befragung wurde darin lediglich der Sinn eines brain storming erläutert und um einige Minuten Muße gebeten. Der eigentliche Fragebogen sollte seinem Umschlag erst nach dem Entschluß zur Mitarbeit entnommen und schon 5 bis 6 Minuten später wieder beiseitegelegt werden. Dabei wurde den Teilnehmern völlig freigestellt, in welcher Form sie auf die brain storming-Frage eingehen.

Ob sich die Befragungsteilnehmer tatsächlich an alle organisatorischen Vorgaben gehalten haben, entzieht sich bei dieser Vorgehensweise natürlich unserer Kenntnis. Immerhin sind unter den 41 Kollegen, die schließlich den ausgefüllten Bogen zurückgaben, Naturwissenschaftler nach Maßgabe der fachlichen Zusammensetzung der Kollegien weder überhaupt unterrepräsentiert. Das deutet darauf hin, daß zumindest der Entschluß zum Mitmachen tatsächlich weitgehend vor Kenntnisnahme des Befragungsthemas fiel. Die hohe Zahl von insgesamt 280 Antwortstatements - das entspricht einem Schnitt von rund 7 Assoziationen pro Teilnehmer - gibt allerdings angesichts früherer brain storming-Erfahrungen (4 bis 5 Antworten pro Teilnehmer) Anlaß zu der Vermutung, daß es mit den 5 bis 6 Minuten manchmal nicht so genau genommen wurde.

Schon eine oberflächliche Durchsicht der Antworten macht deutlich, daß Naturwissenschaftslehrer von der Schlüsselfrage "Was fällt Ihnen ein, wenn Sie an naturwissenschaftlichen Un-

terricht denken?" offenkundig in ganz anderer Weise als ihre nichtnaturwissenschaftlichen Kollegen betroffen sind. Tagtäglich mit dem naturwissenschaftlichen Unterricht konfrontiert, ist für sie das Assoziationsfeld einfach zu groß, um es mit wenigen Hinweisen bündig charakterisieren zu können. Infolge dessen verlieren sie sich eher in allerlei Details, die lediglich in ihren thematischen Schwerpunktsetzungen eine gewisse Struktur erkennen lassen. Bei einer so engen Beziehung von Thema und Teilnehmern scheint das brain storming nur noch begrenzt einsatz- bzw. aussagefähig zu sein.

Demgegenüber haben die Nichtnaturwissenschaftler zunächst die umgekehrte Schwierigkeit, sich überhaupt des Themas anzunehmen. Dreien von ihnen ist auch nach 5 Minuten noch "nichts" (bzw. "nichts Gutes") eingefallen, weitere zwei bekennen offen ihr geringes Interesse am Gegenstand der Befragung. Ganze zehn Nichtnaturwissenschaftler vergegenwärtigen sich zunächst überhaupt erst einmal die Namen der Fächer, um die es geht, um sodann ihr Gedächtnis durch die Nennung diverser Unterrichtsthemen zu beleben. Nach dieser etwas mühsamen Einstimmung sprudeln dann allerdings die Erinnerungen und Einfälle. Insgesamt entwerfen sie ein relativ geschlossenes Bild des naturwissenschaftlichen Unterrichts, das deutlich an die entsprechenden Eindrücke der von uns befragten (nichtnaturwissenschaftlichen) Studenten anknüpft.

Dabei fällt zunächst auf, daß bis auf die eher kanonartigen Einstiegserinnerungen so gut wie keine stofflich-inhaltlichen Bezüge zum Thema hergestellt werden. Nicht die in den Lehrplänen so im Vordergrund stehende Fachinhalte also prägen die Erinnerung an den naturwissenschaftlichen Unterricht, sondern seine Eigenschaft als sozialer Prozeß einerseits und (in etwa gleichem Maße) die kulturell-gesellschaftliche Bedeutung des Unterrichtsgegenstandes andererseits.

Die professionelle Betroffenheit der befragten Lehrergruppe wird hierbei in dem Umstand deutlich, daß auffällig viele Antworten intentionalen Charakter haben, also weniger dem Wirklichkeitssinn als dem pädagogischen Wunschdenken der Befragten entstammen. Überdies konzentrieren sich die Naturwissenschaftslehrer in spezifischer Weise auf die kulturell-gesellschaftlichen Dimensionen ihrer Fächer, während die Nichtnaturwissenschaftler eher auf das soziale Unterrichtsgeschehen abheben. Dieser Unterschied läßt abermals eine gewisse Befangenheit der Naturwissenschaftslehrer erkennen: Sie sehen sich offenbar stärker fachlichen Legitimationszwängen ausgesetzt, denen sie traditionellerweise weniger mit Hinweisen auf das pädagogische "Wohl des Schülers" als mit der Betonung des kulturell-gesellschaftlichen Stellenwerts naturwissenschaftlichen Wissens begegnen. Nichtnaturwissenschaftliche Lehrer können es sich demgegenüber eher leisten, zumindest partiell zugunsten der (immerhin ja auch selbst erlebten) Schülerperspektive aus ihrer Lehrerrolle herauszutreten, so daß das von ihnen gezeichnete Bild den allgemeinen Erinnerungen an den (gymnasialen) naturwissenschaftlichen Unterricht noch am nächsten kommen dürfte.

#### 4.1. Erinnerungen an die eigene Schulzeit

Diese Erinnerungen nun sind aus der Perspektive des ehemaligen Schülers maßgeblich von atmosphärischen Eindrücken

bestimmt, die einen auffällig klischeehaften Charakter besitzen. Da wird der klassische Physik- oder Chemiesaal mit seinen ansteigenden Bankreihen heraufbeschworen, dessen Tafeln über und über mit Zahlen, unverständlichen Zeichen und komplizierten Formeln bedeckt sind. Der Demonstrationstisch davor ist mit Batterien von Reagenzgläsern und undurchschaubaren Apparaten vollgestellt, die Gestank und Lärm verbreiten und überdies ständig in Explosionsgefahr stehen. Der Lehrer im weißen Kittel zieht einen stauenswerten Versuch nach dem anderen ab, von denen die mißlungenen natürlich am deutlichsten im Gedächtnis haften.

Von seiner Persönlichkeit her wird der Naturwissenschaftslehrer meist als harter, unerbittlicher, notenfixierter, ja sogar dummer, schlechter und unqualifizierter Paukertyp beschrieben, der nicht in der Lage ist, den schwierigen und trockenen Stoff auch nur einigermaßen ansprechend, logisch und verständlich zu vermitteln. Ihm sitzen Schüler gegenüber, die unter der Last der Unverständlichkeiten stöhnen, trotz Büffeln und Quälerei keine Erfolgchance sehen, bei zuviel Theorie einfach abschalten, sich ärgern, langweilen oder aber mit Angst reagieren. Dieses insgesamt düstere Bild wird lediglich durch die Erinnerung an die wenigen eigenständigen Aktivitäten beim Experimentieren, beim Sammeln von Pflanzen oder bei Exkursionen aufgehellt.

Von alledem erwähnen die befragten Naturwissenschaftslehrer so gut wie nichts. In ihren Assoziationen tauchen die Schüler nur ganz selten auf, wobei Hinweise auf deren lebhaftes Interesse an (Schüler-)Experimenten gegenüber Beobachtungen von Unlust und Langeweile bei theoretischen Darbietungen überwiegen. Die auffällige Ausblendung der Schüler aus dem spontanen unterrichtlichen Assoziationsfeld der Fachlehrer ist offenbar das genaue Gegenstück zu der ebenso auffälligen Distanz der (ehemaligen) Schüler zu ihren Naturwissen-

schaftslehrern, wie sie in der stereotypen Verkürzung des Lehrerbildes zu dem eines Zahlen, Formeln und Apparaturen beherrschenden Wissenschaftsdompteurs zum Ausdruck kommt. Daß diese wechselseitige Entfremdung für die Schüler nach Ausweis der immer wieder auftauchenden Stichworte "Unverständlichkeit", "Stöhnen" und "Angst" indes einen äußerst bedrohlichen Charakter besitzt, weil die Naturwissenschaftslehrer in ihrer unglücklichen Mischung aus Wissenschafts- und Leistungsfetischismus letztlich als Aggressoren erlebt werden, scheint ebendiesen Lehrern durchaus nicht bewußt zu sein.

In ihrer professionell verengten Sicht, aus der die Erinnerung an die eigene Schulzeit komplett verdrängt zu sein scheint, können sich die Naturwissenschaftslehrer offenbar nur indirekt mit dem Problem Schüler auseinandersetzen. Das geschieht vorwiegend in Form didaktischer Reflexionen, die ihnen einen ständigen Rückbezug auf den sicheren Boden des Fachstoffs erlauben. Auf dieser Ebene gestehen sich die befragten Fachlehrer immerzu, daß ihr Unterricht im ganzen stoffüberladen, zu stark mathematisiert und zu systematisch angelegt ist. Auch in den Forderungen nach mehr Phänomenologie, Alltagsnähe und Schülerexperimenten kommt ein gewisses Bewußtsein von der Schülerferne ihrer Tätigkeit zum Ausdruck.

Die nichtnaturwissenschaftlichen Lehrer werden auf dieser Ebene sehr viel deutlicher. Da ist von allzu schematischem, trockene-

dem, theoretischem und abstraktem Unterricht die Rede, der nicht nur viel zu wenig umwelt-, wirklichkeits- und lebensbezogen gestaltet wird, sondern gemessen am Erfolg auch außerordentlich uneffektiv ist - und dies, obwohl didaktische Probleme in den Naturwissenschaften sehr viel leichter, einfacher und eindeutiger zu lösen seien. Regelrecht neidisch sind die nichtnaturwissenschaftlichen Kollegen auf das hohe Motivationspotential der Demonstrations- und Schülerexperimente. Dem begegnen die Naturwissenschaftslehrer mit Klagen über die schlechte Ausstattung ihrer Sammlungen und Arbeitsräume, die Schwierigkeiten der Materialbeschaffungen, den Zeitaufwand für die Unterrichtsvorbereitung und den Mangel an fachlich qualifizierten Kollegen. Dererlei Bemerkungen, denen natürlich von nichtnaturwissenschaftlicher Seite wiederum der sehr viel geringere materielle Aufwand für die geisteswissenschaftlichen Fächer entgegengehalten wird, sind indes vermutlich vor allem als das berühmte Klappern zu bewerten, das nun mal zu jedem Handwerk gehört.

#### 4.2. Naturwissenschaftlicher Unterricht in der Fächerkonkurrenz

Erweisen sich die Naturwissenschaftslehrer in Hinblick auf die in ihrem Unterricht ablaufenden sozialen und psychischen Prozesse insgesamt als wenig sensibel, so erfährt das dadurch genährte Bild des "Fachidioten" durch die unerwartete Fülle ihrer kulturell-gesellschaftlichen Assoziationen eine erhebliche Relativierung. Der schon in früheren empirischen Untersuchungen aufgedeckte Anspruch auf politisch-weltanschauliche Aufklärung, wie er vor allem von jüngeren Fachkollegen ins Spiel gebracht wird, scheint von Jahr zu Jahr an Boden zu gewinnen. Dabei bleibt die bislang dominierende technokratische Variante dieses Aufklärungsanspruchs in der vorliegenden Erhebung sogar in der Minderheit. Nur

von zwei Befragungsteilnehmern wird "profundes naturwissenschaftliches Wissen" als unerläßliche Voraussetzung für eine qualifizierte Teilnahme am politischen Leben reklamiert. Die Mehrheit der gesellschaftsbezogenen Assoziationen lenkt stattdessen die Aufmerksamkeit auf die Gefahren, die aus der unreflektierten Anwendung naturwissenschaftlicher Erkenntnisse erwachsen: Umweltvergiftung, Großtechnologien und -bis vor kurzen nachhaltig verdrängt - Massenvernichtungswaffen. Die hieraus abgeleitete Forderung, die sozialen Aspekte der Naturwissenschaft in Zukunft stärker im Unterricht zu berücksichtigen, erweitert zwar de facto den Legitimationsrahmen für den naturwissenschaftlichen Unterricht, entspringt aber wohl einem echten Unbehagen an der zunehmend fragwürdigen Rolle der Wissenschaften in der Gegenwartsgesellschaft.

Dieses Unbehagen ist bei nicht-naturwissenschaftlichen Lehrern natürlich schon sehr viel länger vorhanden, doch gehen ihre diesbezüglichen Assoziationen nach Umfang und Inhalt nicht über die ihrer naturwissenschaftlichen Fachkollegen hinaus. Die Nichtnaturwissenschaftler neigen lediglich dazu, die Problematik stärker ins Allgemeinmenschliche zu verlagern und neben mehr gesellschaftlichen auch mehr weltanschaulich-philosophische Bezüge zu fordern. Dem stehen zwar die Naturwissenschaftslehrer keineswegs ablehnend gegenüber, wird ihnen doch in diesem Zusammenhang selbst von der Konkurrenz der Anspruch auf mehr Gewicht im Fächerkanon zugestanden. Dennoch ziehen sie den geistig-philosophischen die technisch-praktischen Anwendungen naturwissenschaftlichen Wissens vor.

Genau aber in diesem Punkte scheiden sich die Geister. Während der Praxisbezug für die Hälfte der befragten Naturwissenschaftslehrer ein didaktisches Credo darstellt, mobilisiert er bei den Nichtnaturwissenschaftlern eher ihr altes bildungsbürgerliches Mißtrauen gegen Technizismus und Utilitarismus. Der klassische Ma-

terialismusvorwurf bleibt denn auch ebenso wenig unausgesprochen wie der modernere Technokratievorbehalt. Die Frage, wo vor lauter Rationalismus im naturwissenschaftlichen Unterricht eigentlich das Menschliche bleibe, veranlaßt sogar mehrere Geisteswissenschaftler, eine unangemessene Verdrängung ihrer Fächer zu beklagen.

Hier ist die alte Rivalität zwischen den beiden Kulturen noch deutlich vorhanden. Das wird auch in den Assoziationen der Naturwissenschaftsvertreter deutlich, die die These von den zwei Kulturen sogar explizit ansprechen und den Geisteswissenschaftlern eine Unterschätzung der "physikalischen" Kultur vorwerfen. Denn wo könne man besser (logisch) denken lernen, wo die Erkenntnisweisen der Wissenschaft besser nachvollziehbar als in den "exakten" Wissenschaften? Hier gebe es vor dem Hintergrund unausweichlicher Naturbegebenheiten, um die man nicht "ideologisch" herumreden könne, klare, präzise, überprüfbare Aussagen und Gesetzmäßigkeiten, mit deren Hilfe man auch vergleichsweise komplexe Zusammenhänge klären könne.

Damit sprechen die Naturwissenschaftler einen Sachverhalt an, der der geisteswissenschaftlichen Konkurrenz schon immer heimliche Probleme verursacht hat. Denn gerade aufgrund ihrer rein geistigen Orientierung können die Vertreter der klassischen Bildungsfächer den Erfolg und die Brillanz der naturwissenschaftlichen Denkweise nur neidvoll anerkennen. Und in der Tat stammt die Mehrzahl der wissenschaftlichen Stereotype aus den Federn der befragten Nichtnaturwissenschaftler: In ungebrochener Übernahme des ideologischen Selbstverständnisses der Naturwissenschaft ist da von Exaktheit, Strenge, Logik, Systematik, Objektivität und Wahrheit die Rede, und die Erfolge der Naturwissenschaften werden allein der überlegenen Forschungsmethodik (Stichworte Hypothese, Experiment, Modell, Kausalität, Mathematisierung usw.) zugeschrieben. Nur selten werden

Zweifel am Wahrheits- und Beweisbarkeitsanspruch der Naturwissenschaft laut. Auf die Idee, daß gerade die methodischen Postulate auch in den Naturwissenschaften lediglich Sonntagsredencharakter besitzen, während sie im Forschungsalltag sehr viel pragmatischeren Vorgehensweisen weichen müssen (vergleiche hierzu den 1. Beitrag des vorliegenden Heftes), kommt keiner der Befragten.

Wenn den (eher meta-physikalischen) Verweisen auf das hohe methodische Niveau der Naturwissenschaften von seiten der Fachvertreter zweifellos eine propagandistische bzw. Rechtfertigungsfunktion zuzuschreiben ist, so kann man den Nichtnaturwissenschaftlern eine solche Absicht schlechterdings nicht unterstellen. Aus der Perspektive der einleitend formulierten Fragestellung ist in der methodologischen Mystifizierung der Wissenschaft vielmehr eine nachhaltige Folgewirkung des naturwissenschaftlichen Unterrichts zu sehen. Während das Fachwissen aus der Erinnerung derjenigen Schüler, Studenten und Lehrer, die keine inhaltlichen Beziehungen dazu entwickeln können oder müssen, zunehmend verdrängt wird, formiert sich in ihren Köpfen zugleich ein auffällig stereotypes Wissenschaftsbild, das gleichermaßen durch Angst und Achtung gekennzeichnet ist. Dies dürfte entscheidend auf die maßlosen, durch die Entfremdung zwischen Lehrer und Schüler und eine artifizielle Didaktisierung in ihren Wirkungen noch verstärkten Zielvorgaben der naturwissenschaftlichen Lehrpläne zurückzuführen sein, die mehrheitlich nur als unbewältigbar und bedrohlich empfunden werden können. Als Folge hiervon wird nicht nur jeder unbefangene Zugang zu den Naturwissenschaften auf Dauer blockiert, sondern in Abwehr der übermächtigen Ansprüche (ein Psychologe würde hier vielleicht sogar von einer "Identifikation mit dem Aggressor" sprechen) ein Wissenschaftsmythos intronisiert, der rationaler Kritik nicht mehr zugänglich ist.

Das fatale Resultat dieses Prozesses ist eine zumindest unter Akademikern weit verbreitete Wissenschaftsgläubigkeit (vergleiche hierzu den folgenden Beitrag in diesem Heft). Wenn die etablierte Naturwissenschaftsdidaktik behauptet, dieser Wissenschaftsgläubigkeit sei nur durch eine noch intensivere fachliche Schulung zu begegnen, dann stellt sie die tatsächlichen Zusammenhänge auf den Kopf. Auf diese Weise gelingt es ihr zwar, jenen einträglichen Zirkel von Mißerfolgsmeldungen und Unterrichtsausweitungen, wie er die gesamte Erfolgsgeschichte des naturwissenschaftlichen Unterrichts mit der Aussicht auf unendliche Fortsetzung prägt, auch ideologisch zu untermauern. Zugleich offenbart sie damit jedoch einmal mehr eine erschreckende soziale und psychische Ignoranz, die offensichtliche Angst- und Abwehrreaktionen als Dumm- oder Faulheit mißdeutet und damit die Verantwortung für die Folgen ihres im Kern aggressiven Sachlichkeitsfetischismus dessen Opfern in die Schuhe schiebt.

rb

# NOCH'N MYTHOS\*

## WAS IST PHYSIK?

"Sie ist ein aufregendes intellektuelles Abenteuer des menschlichen Geistes. Sie ist jene besondere Art der geistigen Auseinandersetzung des Menschen mit der Natur, die durch das sehr subtile Wechselspiel zwischen Beobachtung, Hypothese, Modell, Theorie, Experiment gekennzeichnet ist.

Physikalische Erkenntnis stellt keine absolute Wahrheit dar. Nur durch den permanenten Versuch physikalische Hypothesen und Theorien zu falsifizieren, macht die Physik Erkenntnisfortschritte, wobei die Theorien, die am besten der Falsifikation widerstehen, approximativ eine immer bessere Abbildung der Wirklichkeit darstellen. Durch diesen Prozeß werden reale Kontakte des denkenden Menschen zur Realität hergestellt.

Damit wird Physik praktisch anwendbar und technisch verfügbar. Sie tritt aus dem Licht der reinen Erkenntnis heraus und steht uns janusköpfig gegenüber. Sollen wir wegen des möglichen Mißbrauchs naturwissenschaftlicher Erkenntnisse zum Bau von schrecklichen Vernichtungswaffen auf physikalische Erkenntnisse verzichten? Schon vor zweieinhalb Jahrtausenden gab der große griechische Dichter EURIPIDES, vermutlich zur Verteidigung des wegen seiner wissenschaftlichen Einstellung angeklagten ANAXAGORAS eine Antwort:

'Glücklich ist, wer Erkenntnis gewann vom erkundbaren Wesen der Dinge,  
Denn er trachtet nicht nach dem Leide des Menschen.  
Nicht sinnt er auf unechte Taten.  
Wer überdenkt den nicht alternden Kosmos,  
Wie er - unsterblicher Natur - besteht eh und je,  
Erliegt nicht der Versuchung zu schändlichem Handeln.'

Diese Gedanken bedeuten Hoffnung. Trotz der Ambivalenz der naturwissenschaftlichen Erkenntnis vermögen sie uns den Mut zu geben, weiter nach neuen physikalischen Erkenntnissen zu suchen und modernen Mythen einer irrationalen antinaturwissenschaftlichen Haltung bewußt zu widerstehen."

---

\* Aus der Festrede des Vorsitzenden der internationalen Kommission Wilfried Kuhn, anläßlich der Eröffnung der 13. Internationalen Schülerolympiade für Physik am 20. Juni 1982 in Malente.  
(Nach: MNU, H8/1982, S.449-454; hier: S. 453 f).

# Identifikation mit dem Aggressor?

## ZUR EINSTELLUNG DER SCHÜLER GEGENÜBER DEM NATURWISSENSCHAFTLICHEN UNTERRICHT

Der naturwissenschaftliche Unterricht ist alles andere als biederer Durchschnitt. Im Gegenteil: Kaum eine andere Fächergruppe ruft so entschiedene Schülerreaktionen hervor, wie dies die Naturwissenschaften - wenn auch oft in unterschiedlicher, ja gegensätzlicher Weise - tun. So verliert nur noch der Sportunterricht von Klassenstufe zu Klassenstufe (annähernd) so viele Anhänger wie der Physik-, der Chemie- und der Mathematikunterricht. Andererseits vermag nur noch die Gesellschaftslehre von Schuljahr zu Schuljahr mehr Schüler von ihrer Bedeutsamkeit zu überzeugen als die Biologie. Kein zweites Fach trennt die Geschlechter so wie die Physik und zumindest bei den Mädchen finden sich die naturwissenschaftlichen Unter-

1 Trotz erheblicher organisatorischer Probleme konnten bei der Befragung von Ochs und anderen 90 Schüler einer Gesamtschule und 94 Schüler eines altsprachlichen Gymnasiums erfaßt werden, bei der Befragung von Kötzsche/Nolte sogar 496 Schüler 7 hessischer Gymnasien. In beiden Fällen wurden standardisierte Fragebogen mit geschlossenen Fragen und vorgegebenen Antwortalternativen verwendet, was aus Gründen der Vereinfachung der Auswertung und der Vergleichbarkeit zwischen den verschiedenen Altersstufen (Klasse 7 bis Klasse 13) und der damit verbundenen sehr unterschiedlichen Verbalisierungsfähigkeit einer offenen Form der Befragung vorgezogen wurde. Der damit verbundene Nachteil, nur schematische und wenig dif-

richtsfächer nur an den Endpunkten der Beliebtheitstabelle, die Biologie ganz oben und die Physik ganz unten.

So jedenfalls zeigen es zwei im Jahre 1980 an hessischen Gymnasien und Gesamtschulen durchgeführte Schülerbefragungen, über deren Ergebnis im Folgenden berichtet werden soll [1]. Organisatorische Gründe erzwangen eine Beschränkung auf diese beiden Schulformen [2], dafür aber konnte zumindest die eine der beiden Befragungen auf Schüler in den verschiedensten hessischen Städten und Gemeinden ausgedehnt werden, so daß zumindest in diesem Fall eine zwar nicht völlig repräsentative, aber doch recht breitgefächerte Stichprobe zustandekam [3]. Ziel beider Befragungen war es, die Einstellung der Schüler zu den naturwissenschaftlichen Unterrichtsfächern

ferenzierte Antworten erhalten zu können, mußte ebenso in Kauf genommen werden, wie die Problematik, durch die Vorgabe von Antwortalternativen unbeabsichtigt und vor allem unkontrollierbar das Antwortspektrum einzuschränken.

2 Ein Vergleich mit Haupt- und Realschülern bzw. mit Berufsschülern muß deshalb ausbleiben.

3 Bei der Erhebung von Kötzsche/Nolte konnten hessische Gymnasiasten in groß- und mittelstädtischen sowie in ländlichen Gebieten in einer annähernd repräsentativen Verteilung befragt werden. Nicht quotiert und auch nicht erhoben werden konnte allerdings die soziale Schichtzugehörigkeit der Befragten.

zu erkunden, wobei neben der Beliebtheit der Fächer vor allem interessierte, welche Bedeutung die Schüler dem dort offerierten Wissen beimessen.

### **Zur Beliebtheit der Fächer**

Schulische Beliebtheitsuntersuchungen haben eine lange Tradition [4] und, soweit es sich um solche neueren Datums handelt, zumeist auch ein ganz spezielles Motiv [5], das in der verbreiteten Abwahl von Physik- und Chemieoberstufenkursen seine Wurzel hat. Überraschend ist dabei vor allem die Konstanz der Ergebnisse [6]: Die Beliebtheit der einzelnen Schulfächer scheint für die Schüler nicht nur eine relativ eindeutige Sache, sondern von Schülergeneration zu Schülergeneration zudem auch noch recht unveränderbar. Diese unerwartete Konsistenz der zunächst ja sehr unbestimmt - zufällig erscheinenden "Beliebtheit" eines Faches ist es denn auch, die deren genauere Analyse einen nicht unbedeutenden Stellenwert verleiht. Denn offenbar wird damit eine Einstellungsvariable erfaßt, die (relativ) verlässlich über das affektiv-emotionale Verhältnis der Schü-

ler zu den einzelnen Schulfächern Auskunft gibt, was schon für sich genommen interessant genug ist, darüber hinaus aber auch noch als Indikator für die Wirksamkeit des Unterrichtes betrachtet werden kann [7]. Allerdings ist nur schwer auszumachen, was zu der Beliebtheit des einen und zur Unbeliebtheit des anderen Faches führt, die womöglich aus jeweils ganz anderen Gründen auf Sympathie und Antipathie der Schüler stoßen. Eine Motivsuche ist denn bisher auch noch kaum unternommen worden, so daß vorerst (mehr oder weniger) nur darüber spekuliert werden kann, ob die Gründe für die Beliebtheit eines Faches eher bei seinen Inhalten, bei der Art seiner fachunterrichtlichen Darbietung oder etwa bei seiner schulischen (Noten)-Relevanz zu suchen sind [8].

---

4 Vergleiche Rainer Brämer: Die Beliebtheit des naturwissenschaftlichen Unterrichts als Kriterium für seine Sozialisationswirksamkeit. In: Zeitschrift für Pädagogik H 2/1979, S.259ff.

5 Vergleiche etwa Willenbacher: Zum Verhalten der Schüler bezüglich des Faches Physik in der neugestalteten gymnasialen Oberstufe. In: Der Physikunterricht H 3/1981, S.50ff oder Gernot Born, Manfred Euler: Physik in der Schule. Bild der Wissenschaft H 2/1978, S.74ff.

6 Vergleiche die ausführlichen Literaturübersichten bei Küppers und Seelig, aufgrund derer beide Autoren übereinstimmend zu dem Ergebnis kommen, daß sich im erfaßten Zeitraum "die Haltung der Schüler gegenüber dem Fächerkanon, den die Schule in kaum veränderter Form

---

anbietet, praktisch nicht geändert hat" (zitiert nach Brämer, a.a.o.). Eine Zusammenstellung speziell der den Chemieunterricht betreffenden Untersuchungen über den Zeitraum von 1905 bis 1976 ist bei Hans Jürgen Becker zu finden. Die genauen bibliographischen Angaben der hier und in den folgenden Fußnoten zitierten Arbeiten sind in der Auswahlbibliographie am Ende des Heftes zu finden.

7 Vergleiche Brämer, a.a.o.

8 Bezogen auf den naturwissenschaftlichen Unterricht konzentrieren sich solche Motivanalysen vor allem auf die Erkundung fachinhaltlicher Interessen (vergleiche insbesondere die Arbeiten von Todt u.a.. "Nicht-fachliche" Einstellungsdimensionen dagegen werden kaum beachtet.

Auch die beiden hier referierten Untersuchungen werden dazu nur ganz wenige Hinweise geben. Doch im Unterschied zu den in letzter Zeit (gerade bezogen auf den naturwissenschaftlichen Unterricht) wieder häufiger unternommenen Versuchen, der (Un)-

- 9 Nach den Zusammenstellungen von Weltner und Willenbacher belegten im Schuljahr 1977 / 78 bzw. 1979/80 etwa 2-3 mal mehr Schüler Grund- und Leistungskurse im Fach Biologie als in den Fächern Physik und Chemie. Diese Vorliebe der Schüler scheint überdies außerordentlich konstant: Schon in den 60er Jahren zeigte sich ein ähnliches Verhältnis, als man den Schülern infolge der Saarbrückener Rahmenvereinbarung für kurze Zeit eine Wahlmöglichkeit tatsächlich ließ. Vergleiche dazu R. Brennecke.
- 10 Allerdings war es nicht möglich, eine Längsschnittuntersuchung durchzuführen, also die gleichen Schüler in verschiedenen Klassenstufen zu befragen, so daß nicht zu entscheiden ist, ob die konstatierten "Entwicklungen" tatsächlich auf Meinungsänderungen oder etwa auf Selektionsprozesse zurückzuführen sind. Die Befragung selber wurde im Rahmen der Untersuchung Kötzsche/Nolte von den Lehrern der Schüler durchgeführt, die gebeten wurden mit einer einheitlichen, möglichst wenig prägender Anrede die Schüler mit dem Fragebogen zu konfrontieren, wobei

Beliebtheit einzelner Fächer nachzuspüren, sind die beiden durchgeführten Befragungen nicht auf die Sekundarstufe II beschränkt. Allzusehr verengt nämlich die alleinige Analyse des freilich ganz und gar eindeutigen Wahlverhaltens der Oberstufenschüler [9] den Blick auf den Endpunkt der schulischen Karriere sowohl der Schüler wie auch der Fächer, zeichnet da nur eine Momentaufnahme, wo doch gerade die Entwicklung besonders interessant wäre [10], ganz abgesehen davon, daß mit der Suche nach den (Ab-)Wahlmotiven eigentlich einer ganz anderen Frage nachgegangen wird als der Beliebtheit eines Faches [11].

mit dem Anredetext versucht wurde, die Ernsthaftigkeit der Befragung zu unterstreichen, ohne gleichzeitig insbesondere die Fragen nach der Beliebtheit und Wichtigkeit der Fächer allzusehr als Intresse des jeweiligen Lehrers erscheinen zu lassen. Um die dennoch nicht auszuschließende Beeinflussung durch die Fachzugehörigkeit des befragenden Lehrers möglichst auszugleichen, wurden in jeder Klassenstufe Lehrer der verschiedensten Fächer einbezogen,

Auch die Anlage des Fragebogens war darauf ausgerichtet, daß speziell die naturwissenschaftlichen Unterricht betreffende Frageinteresse möglichst nicht deutlich werden zu lassen,

In ähnlicher Weise wurde auch die Befragung von Ochs u.a. angelegt, die diese allerdings zum Teil selber in den Klassen durchführen konnten. Hierbei konnten sie die Gymnasialklassen jedoch nur im Rahmen des naturwissenschaftlichen Fachunterrichtes befragen, was eine Vorprägung nicht ausschließt.

- 11 Vergleiche dazu etwa die Befragung von Gernot Born und Manfred Euler.

## Physik und Chemie: Tendenz negativ

Was speziell den naturwissenschaftlichen Unterricht betrifft, so ist mittlerweile zwar aus einigen Untersuchungen bekannt, daß der Physik- ebenso wie der Chemieunterricht schon in der Sekundarstufe I von Schuljahr zu Schuljahr an Beliebtheit eher verliert als dazugewinnt [12]. Doch bleibt dabei zumeist offen, ob nicht auch alle anderen Fächer dieses Schicksal teilen und ganz allgemein die Beliebtheit eines jedweden Schulfaches mit zunehmender Schuldauer abnimmt, was so überraschend nicht wäre, denkt man nur an den von Klassenstufe zu Klassenstufe steigenden Noten- und Konkurrenzdruck.

Dem ist jedoch ganz und gar nicht so. Zumindest in den beiden hier zu referierenden Untersuchungen verzeichnen die einzelnen Fächer nicht im entferntesten eine ähnliche Entwicklung, und obwohl gänzlich unabhängig voneinander durchgeführt, stimmen die Ergebnisse der beiden Befragungen in diesem Punkte sogar bis ins Detail hinein überein. Während nämlich die Fächer Physik und Chemie ebenso wie Mathematik, Sport und Musik in der Sekundarstufe II nur einen erheblich kleineren Anteil der Schüler für sich begeistern können als es ihnen noch in der Sekundarstufe I möglich ist, können umgekehrt die Fächer Deutsch,

Geschichte, Religion und Sozialkunde eher in der Oberstufe die Schüler von sich überzeugen, wohingegen eine dritte Fächergruppe (Englisch, Biologie, Kunst) auf eine in etwa gleichbleibende Resonanz bei den Schülern stößt. Gewinn und Verlust an Beliebtheit erreichen dabei ein solches Ausmaß, daß auch die relative Beliebtheit der einzelnen Fächer gehörig ins Rutschen kommt. Nur das Fach Sport, als einzige nicht nur kopfbetonte Unterrichtsdisziplin, kann trotz seiner "Verluste" unangefochten die Spitzenposition halten, für die Fächer Mathematik, Physik und Chemie aber ist damit auch ein Verlust ihres "Tabellenplatzes" verbunden. Doch während die Mathematik nur ins Mittelfeld absteigt, enden die Physik und die Chemie abgeschlagen am Tabellenende. Eindeutige Aufsteiger sind demgegenüber die Fächer Deutsch, Geschichte und Sozialkunde, wobei allerdings nur die beiden letztgenannten Anschluß an das Spitzentrio der Fächer Sport, Biologie und Kunst gewinnen (vergleiche Tabelle I).

Ist demnach ein auch relativ zu anderen Fächern bedeutsamer Beliebtheitsverlust offenbar tatsächlich besonders für die mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichtsfächer kennzeichnend [13], so doch nur für die harten Naturwissenschaften und die Mathematik, nicht aber

12 Vergleiche die in der Auswahlbibliographie unter dem Stichwort "Beliebtheit, Interesse, Wahlverhalten" aufgeführten Publikationen.

13 Sieht man von dem Fach Musik einmal ab, das in beiden Befragungen recht unterschiedlich abschneidet.

Tab. 1 : Beliebtheit der Fächer

Befragung Kötzsche/Nolte N = 496			Befragung Ochs u.a. N = 184	
Klasse 7 - 13 N = 496	Klasse 7 - 10 N = 219	Klasse 11 - 13 N = 277	Klasse 8 - 13	
1.Sport 72%	1.Sport 78%	1.Sport 66%	1.Sport	1.65
2. <u>BIOLOGIE</u> 54%	2. <u>BIOLOGIE</u> 42%	2. <u>BIOLOGIE</u> 54%	2.Kunst	2.09
3.Kunst 44%	3.Kunst 45%	3.Gesell. 49%	3. <u>BIOLOGIE</u>	2.13
4.Gesell. 42%	4.Mathem. 44%	4.Kunst 45%	4.Gesell.	2.48
5.Mathem. 41%	5. <u>CHEMIE</u> 42%	5.Mathem. 44%	5.Erdkunde	2.54
6.Deutsch 33%	6.Gesell. 33%	6.Deutsch 37%	6.Musik	2.57
7. <u>CHEMIE</u> 32%	7. <u>PHYSIK</u>	7.Englisch 30%	7.Englisch	2.63
8.Englisch 30%	7.Erdkunde 30%	8. <u>CHEMIE</u> 25%	8.Sozialk.	2.75
9. <u>PHYSIK</u> 27%	9.Deutsch 29%	9. <u>PHYSIK</u>	9.Deutsch	2.77
10.Erdkunde	10.Musik 24%	9.Religion 24%	10.Mathem.	2.84
10.Religion 21%	11.Erdkunde 23%	11.Musik 13%	11.Religion	2.92
12.Musik 18%	12.Religion	12.Erdkunde 19%	12. <u>CHEMIE</u>	2.93
			13. <u>PHYSIK</u>	3.01

für die Biologie, die sich nicht nur in diesem Punkt von der Physik und der Chemie recht grundsätzlich unterscheidet. Dabei scheint die Chemie sogar im besonderen Maße an Attraktivität zu verlieren. Von der Klassenstufe 7/8 bis zur Oberstufe verringert sich ihr Sympathisantenteil um fast die Hälfte, während Physik und Mathematik "nur"

etwa ein Drittel ihrer Anhänger verschrecken [14]. Daß die drei Absteiger Mathematik, Physik und Chemie im Mittel aller Klassenstufen dennoch einen Platz im Mittelfeld der Fachbeliebtheit halten können, verdanken sie ihrer recht hohen Anfangsbellebtheit bei den Schülern, die diesen Fächern ganz offenkundig

14 Die im Anhang wiedergegebene klassenstufenweise Auswertung der Befragung Kötzsche/Nolte ergibt in der Klassenstufe 7/8 einen Sympathisantenteil von 53% für die

Mathematik (Platz 3), von 46% für die Chemie (Platz 4) und von 35% für die Physik (Platz 6). In der Oberstufe sind dies nurmehr 38% (Mathematik), 25% (Chemie) und 24% (Physik).

mit einem (zu) positiven Vorurteil begegnen, gespeist wohl aus der allerdings schnell enttäuschten Erwartung, dort Interessantes und Nützliches erfahren zu können [15].

#### Die Spitzenreiter der Unbeliebtheit: Physik und Chemie

Dabei scheint es jedoch gerade in Physik und Chemie von Anfang an auch eine starke Gruppe von Schülern zu geben, die diese Fächer entschieden ablehnen. In der Befragung von Ochs und anderen jedenfalls, in der die Schüler gegenüber den einzelnen Fächern (auf einer fünfstufigen Ratingskala) nicht nur ihre Sympathie, sondern auch ihre Antipathie bekunden konnten, landen Physik und Chemie nämlich deshalb auch in der Mittelstufe am Tabellenende, weil auf sie mehr als doppelt so viele Schüler ablehnend reagieren als dies im Durchschnitt der übrigen Fächer der Fall ist. Mit anderen Worten: Die beiden harten Naturwissenschaften kennzeichnet nicht nur eine im Fächervergleich allenfalls mittelmäßige Beliebtheit, sondern auch eine besonders hohe Unbeliebtheit [16].

#### Physik: Bei den Mädchen abgemeldet

Leicht ist auszumachen, daß für diese unrühmliche Spitzenstellung vor allem der weibliche Teil der Schülerschaft verant-

wortlich ist. Auf je eine Schülerin, die den Physik- bzw. Chemieunterricht gern oder gar sehr gern besucht, kommen zwei andere, die diesen Unterricht "nicht leiden können", während bei den männlichen Mitschülern dieses Verhältnis sich genau umkehrt. Als solches kaum überraschend, ist doch die Vorliebe der Jungen für die (harten) Naturwissenschaften wie auch die der Mädchen für die Sprachen allseits bekannt, ist das eigentlich Bemerkenswerte dieses Ergebnisses das quantitative Ausmaß der für den Physik- und Chemieunterricht offenbar besonders charakteristischen Geschlechtspolarität. Denn kein anderes Schulfach ruft bei Schülern und Schülerinnen so unterschiedliche (Sympathie)-Reaktionen hervor, wie es gerade diese beiden naturwissenschaftlichen Disziplinen tun. Zwar sind umgekehrt die Fächer Deutsch, Englisch und vor allem Kunst bei den Schülerinnen weitaus beliebter als bei den Schülern, doch gibt es in diesen Fächern auch bei dem distanzierteren Geschlecht, in diesem Fall also unter dem männlichen Teil der Schülerschaft, mehr positiv als negativ eingestellte Schüler. Einzig die Fächer Physik und Chemie verbuchen - wenn auch nur bei den Mädchen - mehr Ablehnung als Zustimmung [17]

15 Die Fächer Mathematik und Physik sind sogar schon am Ende der Mittelstufe auf ihren niedrigsten Wert abgefallen, während die Chemie erst in der Oberstufe ihren Tiefstand erreicht.

16 Nur noch die Fächer Mathematik und Religion verbuchen einen ähnlich hohen Anteil ablehnend eingestellter Schüler. Spitzenreiter der Unbeliebtheitstabelle aber ist das Fach Physik mit 31% Ablehnungen, vor Chemie (28%), Religion (25%) und Mathematik (23%). Auf die Fächer Deutsch, Englisch, Geschichte und Sozialkunde, Musik und Kunst entfallen demgegenüber nur

10 bis 15% Ablehnungen. Ebenso niedrig ist die Quote für das Fach Biologie (8%), während das allseits beliebte Fach Sport sogar nur von 1% der Schüler abgelehnt wird.

17 Kann die Physik einen 5mal höheren Anteil der männlichen als der weiblichen Schüler für sich begeistern, bringen die Schülerinnen dem Fach Chemie schon in der Mittelstufe immerhin mit einem halb so hohen Anteil wie ihre männlichen Mitschüler Sympathie entgegen, während in der Oberstufe der Unterschied noch geringer ist (28% zu 22%).

An den Naturwissenschaften  
scheiden sich die Geschlechter

Ähnliche Einsichten liefert auch die Befragung von Köttsche/ Nolte. Hier ist es die Physik, die auf die Frage nach den jeweils beliebtesten Fächern Schüler und Schülerinnen am deutlichsten trennt. Denn während sich in der Mittelstufe nur 11% und in der Oberstufe sogar nur 7% der Schülerinnen dafür begeistern können, ist mit 54% in der Mittelstufe gut die Hälfte und mit 38% in der Oberstufe immer noch ein gutes Drittel der männlichen Schüler der Physik wohlgesonnen. Ebenso auf recht unterschiedliche Resonanz bei den Geschlechtern stoßen die Fächer Mathematik und Sport, die

mehr bei den Schülern, und die Fächer Deutsch, Biologie und Kunst sowie in der Oberstufe Englisch, die mehr bei den Schülerinnen Anklang finden. Wenn diese auch nicht in ganz so krasser Weise die Geschlechter polarisieren, wie dies die Physik tut, führt dies dennoch dazu, daß gerade die naturwissenschaftlichen Fächer bei Schülern und Schülerinnen einen ganz unterschiedlichen Rangplatz einnehmen. Sind in der Mittelstufe bei den Jungen Mathematik, Chemie und Physik nach Sport die beliebtesten Fächer überhaupt, landet die Mathematik bei den Mädchen auf Platz 6, die Chemie auf Platz 9 und die Physik abgeschlagen auf dem letzten Platz. Umgekehrt rangiert für die Mädchen die Biologie

Tab. II Geschlechtsspezifische Unterschiede der Fachbeliebtheit

<u>Schülerinnen</u> N = 306		<u>Schüler</u> N = 272	
Klasse 7 - 10 N = 121	Klasse 11 - 13 N = 125	Klasse 7 - 10 N = 98	Klasse 11 - 13 N = 152
1. Sport 77%	1. Sport 64%	1. Sport 79%	1. Sport 68%
2. <u>BIOLOGIE</u> 62%	2. <u>BIOLOGIE</u> 64%	2. Mathem. 62%	2. Gesell. 51%
3. Kunst 54%	3. Kunst 50%	3. <u>CHEMIE</u> 56%	3. <u>BIOLOGIE</u> 45%
4. Gesell. 34%	4. DEUTSCH 48%	4. <u>PHYSIK</u> 54%	4. Mathem. 39%
4. Deutsch 34%	5. Gesell. 46%	5. <u>BIOLOGIE</u> 44%	5. <u>PHYSIK</u> 38%
6. Englisch 33%	6. Englisch 38%	6. Kunst 34%	5. <u>Kunst</u> 38%
6. Mathem. 33%	7. Religion 35%	7. Gesell. 33%	7. <u>CHEMIE</u> 28%
8. Musik 31%	8. Mathem. 34%	8. Erdkunde 28%	8. Deutsch 27%
9. <u>CHEMIE</u> 30%	9. <u>CHEMIE</u> 22%	9. Englisch 27%	9. Englisch 24%
10. Erdkunde 19%	10. Erdkunde 15%	10. Deutsch 21%	10. Erdkunde 22%
11. Religion 17%	11. Musik 12%	11. Religion 16%	11. Religion 15%
12. <u>PHYSIK</u> 11%	12. <u>PHYSIK</u> 7%	12. Musik 15%	12. Musik 13%

gleich hinter Sport auf Platz 2, bei den Jungen aber erst nach der Chemie und der Physik auf Platz 5. In der Oberstufe ist dann zwar auch bei dem männlichen Teil der Schülerschaft die Biologie beliebter als es die beiden anderen Naturwissenschaften sind, doch während sie bei den Schülerinnen dem Sportunterricht sogar den Spitzenplatz streitig macht, liegt sie bei den Jungen lediglich auf Platz 3, nur knapp vor der Physik, die andererseits bei den Mädchen wie schon in der Mittelstufe abgeschlagen das Tabellenende bildet. [18]

Die nach Schülern und Schülerinnen getrennte Auswertung der Beliebtheitsfrage läßt jedoch nicht nur ganz eindeutige, wenn auch keineswegs überraschende geschlechtsspezifische Fachvorlieben erkennen, mit der Folge, daß die Frage nach der Beliebtheit eines Faches sinnvoll eigentlich nur nach Geschlechtern getrennt beantwortet werden kann. Eher nebenbei wird nämlich zugleich offenbar, bei wem denn die Physik und die Chemie so drastisch an Beliebtheit verlieren. Keineswegs sind dies die Mädchen, bei denen zumindest die Physik schon von Anfang an kaum noch etwas zu verlieren hat. Vielmehr sind es gerade die männlichen Fans, die im Laufe der Schulzeit der Physik und der Chemie ebenso wie der Mathematik zunehmend den Rücken kehren (vergleiche Tabelle II).

---

18 Mit Sport zusammen ist das Fach Biologie nach Ausweis der Befragungsergebnisse von Ochs u.a. das am wenigsten unbeliebte Fach überhaupt. Lediglich 3% der befragten

### Beliebt ist, was interessant und verständlich erscheint

Über die Motive der damit geradezu gegensätzlichen Schülerreaktionen auf die schulischen Naturwissenschaften kann freilich auf dieser Basis nur spekuliert werden. Liegt es an geschlechtsspezifisch verteilten Interessen oder an ganz und gar unterschiedlichen Lehrerpersönlichkeiten? Stößt insbesondere der Physikunterricht etwa deshalb auf die Ablehnung der Mädchen, weil dessen Lehrer zumeist männlichen Geschlechts sind, oder entspricht der Gegenstand des Unterrichtes selber mehr dem einen und weniger dem anderen Geschlecht? Die Antwort darauf muß generell zwar offenbleiben, doch gibt die Befragung von Ochs und anderen

immerhin einen Anhaltspunkt dafür, was von den Schülern eigentlich unter einem beliebten oder unbeliebten Fach verstanden wird. Bezogen auf die naturwissenschaftlichen Unterrichtsfächer wurden die Schüler nämlich zusätzlich dazu befragt, welche Qualitäten dieser Unterricht für sie besitzt. Unter den vorgegebenen Antwortalternativen

---

Schülerinnen und 12% der befragten Schüler lehnten dieses Fach ab, während im Schnitt jedes Fach bei über 15% der Schüler auf Ablehnung stößt.

erwies es sich dabei für die Beliebtheit eines Faches als entscheidend, in welchem Maße der Unterricht den Schülern interessant und verständlich erscheint. Nicht minder wichtig war es, daß er ihnen weder langweilig noch überflüssig vorkam. Von weitaus geringerer Bedeutung für die Schülerbeurteilung eines Faches als beliebt oder unbeliebt war demgegenüber die Person des Lehrers (sympathisch oder autoritär) und die Art der Unterrichtsgestaltung. Wird damit einerseits das ohnehin recht diffuse Bedeutungsspektrum des Beliebtheitsbegriffes eher noch weiter aufgefächert [19], heißt dies doch andererseits für den Physik- und Chemieunterricht recht konkret, daß er vermutlich bei einer immer größeren Zahl der Schüler auf Desinteresse und Unverständnis stößt, Langeweile verbreitet und das Gefühl hervorrufft, etwas Überflüssiges zu tun.

### **Zur Relevanz der Fächer**

#### Die Naturwissenschaften: Ob beliebt oder nicht - Im Fächerkanon fest verankert

Doch hat dies für die Schüler keineswegs zur Folge, auch die schulische Unterweisung dieser Fächer für überflüssig zu halten. Im Gegenteil. Auf die Frage, welche Schulfächer sie als Haupt- und Nebenfächer in den schulischen Fächerkanon aufnehmen würden - hätten sie darüber für alle verbindlich zu entscheiden -, erkennen die Oberstufenschüler den ja erst dort so recht ungeliebten Naturwissenschaften Physik und Chemie sogar noch eher einen gesicherten Platz als Nebenfach zu es schon die Schüler der Sekundarstufe I tun. Insgesamt würden lediglich 7% aller Schüler die Chemie und 9% die Physik aus der Schule verbannen. Selbst unter den Schülerinnen, die ja beide Fächer massiv ab-

lehnen, sind es nur 9% bzw. 13%, die sich zu solcher Konsequenz durchringen. Im Vergleich dazu ist das in ähnlicher Weise ungeliebte Nebenfach Musik aus Schülersicht weitaus eher verzichtbar. 27% der Schüler würden es als Schulfach abschaffen. Auch das ungleich beliebtere Nebenfach Kunst wird von einem fast doppelt so hohen Anteil der Schüler nicht als notwendiger Bestandteil der schulischen Fächerkanons gesehen wie dies für die ungeliebten, aber offenbar dennoch wichtigen naturwissenschaftlichen Fächer Physik und Chemie der Fall ist. 17% der Schüler würden auf sie als Schulfach verzichten. Mit anderen Worten: Die Schüler messen den Naturwissenschaften einen ganz anderen Status als den klassischen musisch-künstlerischen Nebenfächern zu. Anders als bei diesen "echten" Nebenfächern bestreiten in einem weitaus höheren Maße auch diejenigen Schüler, die den Unterricht in Physik und Chemie nur ungern über sich ergehen lassen, die Notwendigkeit der schulischen Vertretung dieser Naturwissenschaften nicht. Erst recht gilt dies natürlich für die beliebteste Biologie, der lediglich 2% der Schüler ihre schulische Repräsentation streitig machen.

Eine solch unbezweifelte schulische Existenz können ansonsten nur die traditionellen Hauptfächer

etwa Brämer a.a.o. bzw. Todt: Das Interesse. Bern 1976.

19 Zu der weitgehenden Identität etwa des Beliebtheits- und des Interessenbegriffes vergleiche

cher Deutsch und Mathematik für sich in Anspruch nehmen, nicht aber die übrigen Nebenfächer wie zum Beispiel Sport und Geschichte [20]. Spiegelt sich damit im Urteil der Schüler letztlich zwar nur die althergebrachte schulische Prestigerangfolge wider, was auch darin zum Ausdruck kommt, daß die über den tradierten Fächerkanon hinaus vorgeschlagenen Disziplinen Recht, Medizin und Technik bei den Schülern kaum eine Chance haben - 20% bis 30% der Schüler wollen sie nicht in den Fächerkanon aufnehmen -, so überrascht doch die den Fächern Physik und Chemie eingeräumte Position,

Die Hauptfächer sind am wichtigsten

Deutlicher noch wird diese besondere Rolle der schulischen Naturwissenschaften in einer zweiten, im Vergleich mit der Beliebtheit nicht minder komplexen Einstellungsdimension: die der Wichtigkeit eines Faches. In der Befragung von Kötzsche/Nolte wurden die Schüler nicht nur gebeten, diejenigen Fächer zu nennen, die ihnen in der Schule besonders Spaß machen, sondern auch jene, die ihrer eigenen Einschätzung nach für sie selber besonders wichtig sind.

Das Ergebnis birgt insgesamt gesehen keineswegs eine Überraschung, will man eine solche nicht darin sehen, daß die Schüler die schulische Wertschätzung der Fächer nahezu uneingeschränkt übernehmen.

Gegenüber der Beliebtheitsrangfolge der Fächer sind die traditionellen Hauptfächer Mathematik, Deutsch und Englisch nach oben und die so sehr geliebten, schulisch aber nicht

sonderlich ernstgenommenen Nebenfächer Kunst und Sport weit nach unten gerutscht (vergleiche Tabelle III). Ähnlich wie bei der Frage nach dem für sinnvoll gehaltenen schulischen Fächerkanon reproduzieren die Schüler demnach auch in ihrer individuellen Wertschätzung den tradierten Kanon: Die Hauptfächer sind eben die Hauptfächer und schon als solche auch für einen selber am wichtigsten, während die Nebenfächer eher als schmückendes, zum Teil sehr beliebtes Beiwerk betrachtet werden. Allerdings fällt auf, daß auch die Hauptfächer allenfalls ein Drittel der Schüler von ihrer Wichtigkeit überzeugt haben, die persönliche Bedeutung also auch dieser Fächer von den Schülern eher gering veranschlagt wird.

Tab. III: Beliebtheit/Wichtigkeit

Beliebtheit		Wichtigkeit	
1. Sport	72%	1. Mathem.	34%
2. BIOLOGIE	54%	2. Gesell.	33%
3. Kunst	44%	3. Englisch	29%
4. Gesell.	42%	4. Deutsch	28%
5. Mathem.	41%	5. BIOLOGIE	27%
6. Deutsch	33%	6. PHYSIK	17%
7. CHEMIE	32%	7. CHEMIE	12%
8. Englisch	30%	8. Kunst	9%
9. PHYSIK	27%	9. Religion	8%
10. Erdkunde	21%	10. Sport	8%
11. Religion	21%	11. Erdkunde	4%
12. Musik	18%	12. Musik	3%

20 Die im Schülerurteil als Hauptfächer klassifizierten Schulfächer Mathematik, Deutsch und Englisch (Mittelstufe) bzw. Gesellschaftslehre, Deutsch und Mathematik (Oberstufe) werden von 1% bis 2% der Schüler aus

der Schule verwiesen. Die anderen im Schülerurteil als Nebenfächer eingestufen Schulfächer Geschichte, Latein, Gesellschaftslehre (in der Mittelstufe) und Sport verbuchen demgegenüber bei 4% bis 10% der Schüler einen Schulverweis.

Dabei lassen sich deutliche geschlechtsspezifische Unterschiede in der Relevanzzuweisung für die einzelnen Fächer feststellen. Ebenso wie die Fächer Mathematik, Physik und Chemie bei dem männlichen Teil der Schülerschaft beliebter sind als bei den weiblichen, werden sie von diesem auch für wichtiger gehalten, wie umgekehrt Deutsch, Englisch und Biologie bei den Schülerinnen nicht nur auf mehr Sympathie, sondern auch auf mehr Interesse (gemessen an der ihnen zugemessenen Wichtigkeit) stoßen. Im übrigen ist es wiederum die Physik, die weitest am stärksten geschlechtsspezifisch unterschiedliche Einschätzungen erfährt und sich damit durchgängig als ausgeprägt männliches Fach erweist (vergleiche Tabelle IV).

### Die Naturwissenschaften: Zwischen Haupt- und Nebenfach

Angesichts der Tatsache, daß die Naturwissenschaften in der Regel nur Nebenfächer sind, fallen ihre Relevanzzuweisungen jedoch relativ groß aus. Während die Fächer Kunst, Religion, Sport, Erdkunde und Musik lediglich zwischen 3% und 9% der Schüler von ihrer Wichtigkeit überzeugen können, erreicht dies die Biologie bei 27%, die Physik bei 17% und die Chemie immerhin noch bei 12% der Schüler, wobei die Biologie zumindest bei den Schülerinnen sogar in den Rang eines Hauptfaches gestellt wird.

Vergleicht man die Rangfolge der Beliebtheit und der Wichtigkeit der einzelnen Fächer noch etwas

Tab. IV Geschlechtsspezifische Unterschiede der Fachrelevanz

<u>Schülerinnen</u> N = 306		<u>Schüler</u> N = 272	
Klasse 7 - 10 N = 121	Klasse 11 - 13 N = 125	Klasse 7 - 10 N = 98	Klasse 11 - 13 N = 152
1. Mathem. 41%	1. Gesell. 46%	1. Mathem. 52%	1. Gesell. 45%
2. Englisch 37%	2. <u>BIOLOGIE</u> 43%	2. <u>PHYSIK</u> Englisch 27%	2. Mathem. 31%
3. Deutsch 36%	3. Deutsch 34%	3. <u>PHYSIK</u> 30%	3. <u>BIOLOGIE</u> 28%
4. Gesell. 22%	4. Englisch 31%	4. Deutsch 20%	4. <u>BIOLOGIE</u> 28%
5. <u>BIOLOGIE</u> 20%	5. Religion 18%	5. <u>BIOLOGIE</u> 16%	5. Deutsch 23%
6. Sport 8%	6. Mathematik 17%	6. <u>CHEMIE</u> 15%	6. Englisch 22%
7. Kunst <u>PHYSIK</u> 7%	7. Kunst 15%	7. Sport 14%	7. <u>CHEMIE</u> 17%
9. Musik 6%	8. <u>CHEMIE</u> 10%	8. Gesell. 13%	8. Kunst Religion 7%
10. <u>CHEMIE</u> 5%	9. Sport 5%	9. Erdkunde 6%	10. Sport 5%
11. Erdkunde Religion 2%	10. <u>PHYSIK</u> Erdkunde 4%	10. Kunst 4%	11. Erdkunde 4%
	12. Musik 3%	11. Religion 2%	11. Musik 4%
		12. Musik -	

genauer, fällt darüber hinaus auf, daß beide Einschätzungen nicht gänzlich unabhängig voneinander sind. Zumindest für je eine Gruppe von Fächern gilt nämlich, je beliebter ein Fach ist, für um so wichtiger wird es gehalten, bzw. umgekehrt, je wichtiger es erscheint, um so beliebter ist es, wobei die jeweilige Relation von Wichtigkeit zu Beliebtheit ein Maß

für den schulischen Stellenwert des Faches zu sein scheint. Denn ebenso wie die Hauptfächer Deutsch, Englisch und Mathematik verzeichnen auch die Nebenfächer Musik, Erdkunde, Kunst und Sport eine jeweils in etwa

gleiche Relation dieser beiden Schülereinschätzungen. Doch während erstere auf ein Verhältnis 1:1 kommen (auf je 1 Schüler, der diese Fächer wichtig findet, kommt ein anderer, dem diese auch Spaß machen), verzeichnen die Nebenfächer ein Verhältnis von 1:5. Und deutlich von den Hauptwie auch den Nebenfächern abgegrenzt, verbuchen die naturwissenschaftlichen Fächer zusammen mit dem Fach Religion als dritte Gruppe eine mittlere Relation von 1:2 (vergleiche Abbildung I).

Trend: Die Hauptfächer verlieren, die Naturwissenschaften gewinnen

Zeichnet sich damit im Schnitt aller Klassenstufen in der Schülerbeurteilung der Fächer eine relativ eindeutige Gruppierung ab, so sind natürlich die während der Schulzeit eintretenden Veränderungen dieser Fächergruppierung vom besonderem Interesse. So gibt es in punkto Wichtigkeit Fächer, die in der Oberstufe besser abschneiden als in der Mittelstufe, wie es auch Fächer

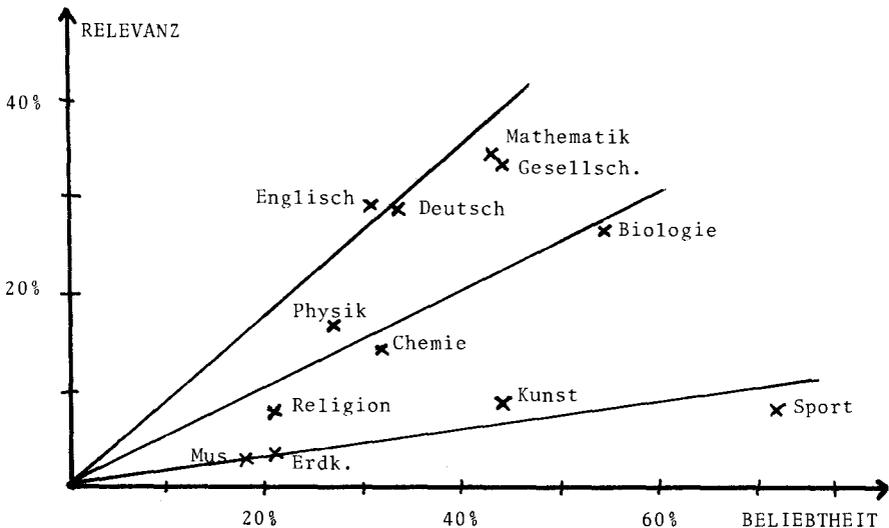


Abb.1 Beliebtheit und Relevanz der Fächer  
( im Durchschnitt aller Klassenstufen )

gibt, für die das Umgekehrte zutrifft. Dabei weisen die Veränderungen der Beliebtheit und der Wichtigkeit keineswegs für alle Fächer in die jeweils gleiche Richtung. Denn während etwa neben der Mathematik und dem Sport auch die Fächer Musik, Physik und Chemie deutlich an Beliebtheit verlieren, verlieren an Wichtigkeit lediglich die beiden erstgenannten. Umgekehrt schaffen es gerade die Physik und die Chemie ebenso wie die Biologie, die Gesellschaftslehre, die Kunst und die Religion in der Oberstufe eine größere Anzahl von Schülern von ihrer Wichtigkeit zu überzeugen als in der Mittelstufe, während selbiges in punkto Beliebtheit nur den Fächern Deutsch, Gesellschaftslehre und Religion möglich ist. Den weitaus größten Zugewinn verbucht im übrigen die zugleich auch beliebtester werdende Gesellschaftslehre, die in der Klassenstufe 7/8 lediglich karge 7% der Schüler von ihrer Bedeutsamkeit überzeugen kann, in der Oberstufe aber von 45% der Schüler für wichtig gehalten wird und damit dort weit vor allen anderen Fächern rangiert.

Demgegenüber kommen die traditionellen Hauptfächer Mathematik, Deutsch und Englisch in der Oberstufe lediglich auf einen knapp halb so hohen Wert, wobei die Mathematik als Gegenstück zur Gesellschaftslehre weitaus am meisten für die Schüler an Relevanz verliert [21]. Nach der Gesellschaftslehre ist es zwar die Biologie, die im punkto Wichtigkeit am zweitstärksten zu-

legt [22], doch nur die harten Naturwissenschaften bringen das Kunststück fertig, in der Oberstufe mehr Schüler von ihrer Relevanz zu überzeugen als in den Anfangsklassen, obwohl sie zugleich an Beliebtheit bei ihren Schülern verlieren [23].

Der für die naturwissenschaftlichen Fächer konstatierte Trend gilt im übrigen für Schüler wie für Schülerinnen in etwa gleicher Weise (vergleiche Tabelle II und IV). Nur im Falle der Physik verändert sich die Einschätzung ihrer Relevanz bei Jungen und Mädchen in gegensätzlicher Weise, denn während das Fach bei beiden Geschlechtern an Beliebtheit verliert, - bei den Schülern nur noch nachhaltiger als bei den Schülerinnen -, verliert es nur für letztere zugleich auch an Bedeutsamkeit. Dabei ist nicht nur für das Fach Physik, sondern auch für die Biologie der Unterschied zwischen den Geschlechtern am Ende der Schulzeit nicht kleiner, sondern größer geworden. Nur in der Chemie findet eine Annäherung statt.

21 Die im Anhang wiedergegebene klassenstufenweise Auswertung ergibt für die Fächer Deutsch, Englisch und Mathematik in der Klassenstufe 7/8 einen Schüleranteil von 28% (Deutsch), 30% (Englisch) bzw. 42% (Mathematik), die diese Fächer für wichtig halten, während es in der Oberstufe lediglich noch 28% (Deutsch), 26% (Englisch) bzw. 25% (Mathematik) sind.

22 Dem Fach Biologie messen in der Klassenstufe 7/8 21% der Schüler eine persönliche Wichtigkeit bei, in der Oberstufe sind es 35%.

23 Der Physik messen in der Klassenstufe 7/8 14% der Schüler eine persönliche Bedeutung bei, in der Oberstufe 18%. Für das Fach Chemie lauten die entsprechenden Zahlen 10% bzw. 14%.

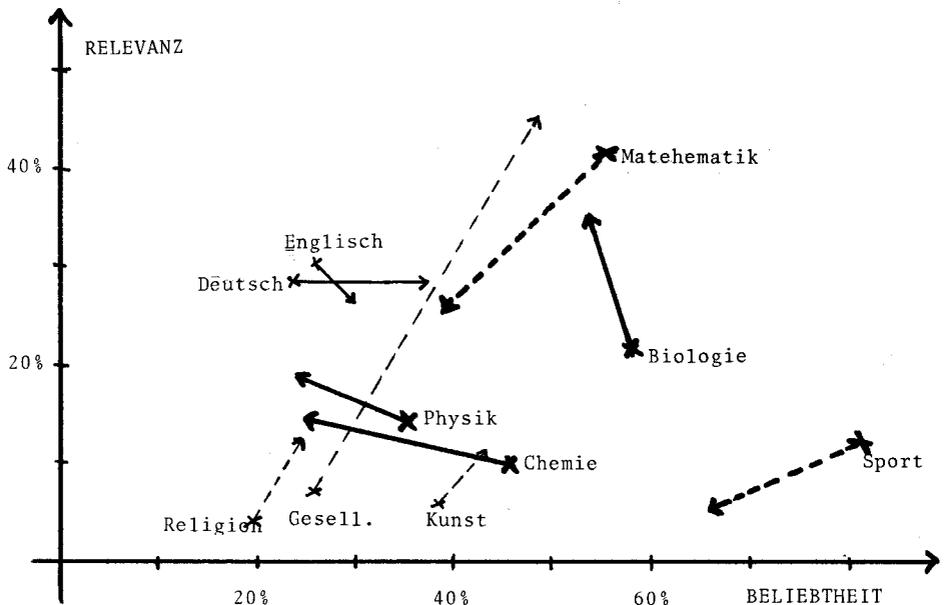


Abb. II Einstellungänderungen der Schüler von Klasse 7/8 bis zur Oberstufe

Abkehr, Verinnerlichung und Unterwerfung?

Während die naturwissenschaftlichen Fächer insgesamt mit steigender Klassenstufe also zugleich unbeliebter und wichtiger werden, unterliegen die Fächer Mathematik und Sport eine vollständige Abkehr der Schüler. Sie werden zugleich unbeliebter und unwichtiger, was für die Mädchen auch bezogen auf die Physik zutrifft. Dem genau entgegengesetzt ist der Trend der beiden klassischen Weltanschauungsfächer, nämlich der Religion und der Gesellschaftslehre. Sie werden nicht nur beliebter, sondern in der Einschätzung der Schüler zugleich auch bedeutsamer, wobei die Gesellschaftslehre in beiderlei Hinsicht einen eindeutig größeren Zuwachs verbucht als die Religion. Statt "Abkehr" also eher eine "Verinnerlichung", wenn auch nur als Trend, dem zudem auch das Fach Kunst unterliegt.

Beliebter werden zwar auch noch die beiden Hauptfächer Deutsch und Englisch, doch können sie nicht zugleich auch an Relevanz dazugewinnen.

Repräsentieren sie offenbar einen Wissensbereich, mit dem sich die Gruppe der Schüler als ganzes zunehmend mehr beschäftigen mag, und dies auch dann, wenn er ihr nicht mehr so wichtig erscheint, repräsentieren die Naturwissenschaften umgekehrt ein Wissenssystem, das von derselben Gruppe zwar für immer wichtiger gehalten wird, mit dem sie sich aber zugleich immer weniger beschäftigen mag. Das aber kennzeichnet ein Einstellungstrend, der weder als "Abkehr" noch als "Verinnerlichung" verstanden werden kann. Wenn man so will, könnte man es als eine Art Unterwerfung im Sinne einer subjektiven Abwehr bei objektiver Anerkennung begreifen. Eine solche Unterwerfung unter die Autorität eines

Wissenssystems prädestiniert dieses dazu, in den Händen bzw. Köpfen "Kundiger" zum Herrschaftswissen monopolisiert zu werden. Dabei kann natürlich weder dem einzelnen Schüler noch auch nur der Mehrheit der Schüler tatsächlich eine Abkehr etwa gegenüber der Mathematik, eine Verinnerlichung etwa der Gesellschaftslehre oder eine Unterwerfung unter die Naturwissenschaften als Haltung unterstellt werden. Die Rede ist lediglich von Einstellungstendenzen, die nur die Haltung der Gruppe als ganzes, also der Schülerschaft als fiktive Einheit charakterisieren, und dabei genau genommen nicht einmal deren Haltung selber, sondern nur die Richtung der beobachteten Haltungsänderung [24]. (Vgl. Abb. II).

Doch auch dies ist schon interessant genug. Denn will man überhaupt irgendeinen bestimmenden Einfluß der Schule bzw. der einzelnen Schulfächer auf die Einstellung der Schüler ihnen gegenüber unterstellen, dann doch wohl am ehesten ein Einfluß auf die Veränderungen und weniger einen auf den Ausgangs- und Endpunkt dieser

24 Die Begriffe Abkehr, Verinnerlichung und Unterwerfung werden hier nur zu schlagwortartigen Kennzeichnungen der beschriebenen Trends verwendet.

25 Daß dies zumindest von konservativer Seite in der Tat nur vordergründig proklamiert wird, belegt eine ge-

Veränderungen. Genau dies aber wird von den konstatierten Trends beschrieben, wenn auch nicht bezogen auf den einzelnen Schüler, sondern auf die Schülerschaft als ganzes,

#### Expertengläubigkeit?

Für den Chemie- und den Physikunterricht sowie eingeschränkt auch für den Biologieunterricht, der ja bei etwa gleichbleibender Beliebtheit einen vergleichsweise enormen Zuwachs an Bedeutung verbuchen kann, aber würde dies zu der Vermutung führen, daß dieser Unterricht tendenziell zum

Aufbau einer unkritischen, in letzter Konsequenz wissenschaftsgläubigen Haltung führt. Denn das ungeliebte Wichtige muß ja dennoch getan werden, nur kann man selber damit nichts anfangen und eben deshalb auch kaum etwas dazu sagen. Mit anderen Worten: Theoretische Konsequenz der Tendenz zur Unterwerfung ist die Konstituierung eines Experten-Laienverhältnisses, das als Grundmuster moderner (Wissenschafts)-Gläubigkeit das öffentliche Verhältnis zur Naturwissenschaft und Technik ja auch tatsächlich weitgehend prägt.

Zumindest verbal und vordergründig geht es jedoch gerade den Naturwissenschafts-Didaktikern darum, eine solche Wissenschaftsgläubigkeit, die sie eher ihren Schülern als sich selber unterstellen, abzubauen [25].

Zwei zusätzlich den Schülern vorgelegte Einstellungsfragen sollten deshalb darüber etwas mehr Klarheit bringen. Beide Fragen hatten es zum Ziel, direkt die dem wissenschaftlichen Expertenwissen zuge-messene Bedeutung zu erkunden.

nauere Analyse ihrer fachdidaktischen Intentionen, Vergleiche Georg Nolte: Die Erziehung zum Industriebürger - Über die physikdidaktischen Potenzträume der MNU. In: Soznat H 6/1982, S.181ff.

Dabei zielte die eine Frage mehr darauf, die Rolle der Wissenschaft als Beratungsinstanz ins Spiel zu bringen, während die andere allgemeiner deren Lösungskompetenz ansprach. Konkret wurden die Schüler zum einen danach gefragt, wen sie als betroffene Bürger zu Rate ziehen würden, um in dem öffentlich geführten Streit um den Ausbau des Frankfurter Flughafens (Startbahn West) zu einer eigenen Meinung zu kommen [26], und zum anderen sollten sie darüber entscheiden, wer ihrer Meinung nach kompetent zur Lösung anstehender gesellschaftlicher Probleme, wie etwa des Problems der Arbeitslosigkeit oder der Umweltverschmutzung, beitragen kann [27]. Wenn auch durch solch mehr oder weniger direktes Befragen die tatsächlich handlungsrelevanten Ein- und Vorstellungen der Befragten sicherlich nur zum (kleinen) Teil in Erfahrung zu bringen sind, können die Antworten darauf doch andererseits zumindest als Hinweis auf das verstanden werden, was den Befragten davon selber bewußt ist. Gemessen daran aber kann von einer Expertengläubigkeit der befragten Gymnasialschüler keine Rede sein. Im Durchschnitt nämlich wird den "Wissenschaftlern" keineswegs im besonderen Maße eine Kompetenz zur Lösung gesellschaftlicher Probleme zuerkannt, und auch als Berater sind sie erst in zweiter Linie

26 Die Frage lautete im Wortlaut: "In Frankfurt soll der Flughafen ausgebaut werden. Dazu muß für eine neue Startbahn ein Wald mit etwa 4 Millionen Bäumen gerodet werden. Mit wem würden Sie als Bürger einer der betroffenen Gemeinden diskutieren wollen, um sich dafür oder dagegen aussprechen zu können?" Als Antwortalternativen waren vorgegeben Freunde, Eltern, Politiker, Techniker und Wissenschaftler, Umweltschützer, Flughafenverwaltung.

gefragt (vergleiche Tabelle V).

Tab. V			
<u>Beurteilung der Expertenkompetenz</u> (Durchschnitt)			
Lösungskompetenz		Beratungsinstanz	
Jeder einzelne	76%	Umweltschützer	65%
Politiker	48%	Flughafenverwaltung	58%
Parteien	34%	Politiker	56%
Gewerkschaft	22%	Wissenschaftler	39%
Wissenschaftler allg.	16%	Freunde	35%
Naturwissenschaftler	16%	Eltern	18%
Unternehmer	15%		
Sozialwissenschaftler	14%		

Weitaus eher als auf den vermeintlich objektiv-neutralen wissenschaftlichen Sachverstand setzen die Schüler da schon auf den der Politiker, wie sie auch offenbar den am Konflikt beteiligten und kundigen Interessensgruppen, nämlich den Umweltschützern bzw. der Flughafenverwaltung, ungleich mehr Beratungs-

27 Die Frage lautete im Wortlaut: "Im Fernsehen, in Zeitschriften und Zeitungen wird immer wieder festgestellt, daß auf unsere Gesellschaft eine Reihe von Problemen zukommt (z.B. wirtschaftliches Wachstum, Arbeitslosigkeit, Umweltbelastung, politische Konflikte). Wer könnte Ihrer Meinung nach besonders zu deren Lösung beitragen?" Als Antwortalternativen waren vorgegeben: Politiker, Parteien, Gewerkschaften, Unternehmer, jeder Einzelne, Sozialwissenschaftler, Naturwissenschaftler, andere Wissenschaftler bzw. Fachleute.

kompetenz beimessen als den nicht direkt beteiligten Wissenschaftlern, die als Berater jedoch immerhin ebenso häufig angesprochen werden wie die eigenen Bekannten. Auffällig ist dabei allerdings ein ausgesprochen individualistisches, Problemlösungen eher auf einzelne Personen denn auf soziale Gruppen beziehendes Gesellschaftsverständnis, das nicht nur in der Spitzenstellung eines "jeden einzelnen" als Problemlöser Nummer eins zum Ausdruck kommt, sondern sich auch in einer deutlichen Bevorzugung der Politiker etwa gegenüber ihren eigenen Parteien und erst recht gegenüber anderen sozialen Interessensgruppen wie den Gewerkschaften bzw. den Unternehmern niederschlägt.

"Vertrauensgewinn" für die Politiker und Experten

Aufschlußreicher aber als die Betrachtung des über alle Klassenstufen gemittelten Durchschnittes ist für unsere Fragestellung der Blick auf die zu konstatierenden Einstellungsänderungen während der Schulzeit, die freilich ein ganz anderes Bild entstehen lassen. Während nämlich in Sachen "Startbahn West" die Umweltschützer und die Flughafenverwaltung auch schon in der Klassenstufe 7/8 weitaus am häufigsten als Berater in Betracht gezogen werden - ebenso wie später auch in der Oberstufe tun dies etwa zwei Drittel aller Schüler -, spielen die Wissenschaftler nur in der Oberstufe eine maßgebliche Rolle. Dabei ist ihr "Vertrauensgewinn" außerordentlich hoch. Wollen in der Klassenstufe 7/8 lediglich 20% der befragten Schüler Wissenschaftler um Rat fragen, um sich ein Urteil in der umstrittenen Frage des Flughafenausbaues zu bilden, so sind es in der Oberstufe mehr als doppelt soviel, nämlich 52%. Einen ähnlichen Gewinn verbuchen ansonsten nur noch die Politiker, die allerdings schon am Ende der Mittelstufe von über 60% der Schüler als Berater ins Auge gefaßt werden,

während es in der Klassenstufe 7/8 lediglich 34% waren. (vergleiche Tabelle VI).

Tab. VI  
Wandel in der Beurteilung der Expertenkompetenz  
(Beratungsinstanz)

	Klasse 7/8	Klasse 11-13
Umweltschützer	63%	65%
Flughafenverwaltung	63%	58%
Politiker	34%	65%
Wissenschaftler	20%	52%
Freunde	34%	35%
Eltern	23%	17%

Wenn auch nicht auszumachen ist, in wieweit diese drastische Meinungsänderung zugunsten der Politiker und der Wissenschaftler tatsächlich auf den sozialisierenden bzw. selektierenden Einfluß der Schule zurückzuführen ist, so gibt es doch an dem Befund selber nichts zu deuteln. Die Kompetenz nicht nur der politischen Elite, sondern auch die der wissenschaftlichen Experten wird von der Oberschuljugend - und damit von deren eigenem Nachwuchs - am Ende der Schulzeit in einem ungleich höheren Maße anerkannt als noch zu Beginn ihrer gymnasialen Laufbahn. Eine Tendenz nicht nur zur politischen Integration, sondern auch zur Expertenorientierung ist damit unübersehbar.

Interessanterweise unterscheiden sich dabei die Schüler und Schülerinnen insoweit, daß letztere zwar in der Mittelstufe Politikern wie Wissenschaftlern weitaus distanzierter gegenüberstehen, in der Oberstufe aber ihren männlichen Mitschülern diesbezüglich nicht mehr nachstehen. Mit anderen Worten: Die für die Schülerin-

nen sogar noch nachhaltigere Tendenz zur Expertenorientierung geht einher mit einer Anpassung an das männliche Denken.

Tab. VII

Wandel in der Beurteilung  
der Expertenkompetenz

(Lösungskompetenz)

	Klasse 7/8	Klasse 11 -13
Jeder einzelne	63%	78%
Politiker	40%	48%
Parteien	26%	36%
Gewerkschaften	22%	22%
Wissenschaftler allg.	9%	18%
Naturwissen- schaftler	13%	16%
Unternehmer	10%	18%
Sozialwissen- schaftler	17%	13%

Diese Tendenz ist im übrigen bei beiden Geschlechtern in bezug auf die den wissenschaftlichen Wissen unterstellte Lösungskompetenz (Frage 2) weitaus schwächer, was noch einmal unterstreicht, daß von einer Experten-gläubigkeit gleichwohl nicht die Rede sein kann.

(vergleiche Tabelle VII)

#### Die Lobby der Naturwissenschafts-Sympathisanten

Die zunächst nur vermutete Tendenz zu einer zunehmenden Expertenorientierung aber kann (jedenfalls nach Ausweis der gestellten Frage) als belegt betrachtet werden. Doch hat dies tatsächlich etwas mit der Einstellung zum naturwissenschaftlichen Unterricht zu tun? Hält etwa derjenige, der dem naturwissenschaftlichen Unterricht eine be-

sondere persönliche Bedeutsamkeit unterstellt, zugleich auch die wissenschaftlichen Experten für besonders kompetent? Die Befragungsergebnisse geben auch hierzu eine eindeutige Antwort. Die Schüler, die zumindest ein naturwissenschaftliches Fach für persönlich wichtig halten, unterscheiden sich von denen, die dies nicht tun, in ihrer Einschätzung der Beratungs- und der Lösungskompetenz der verschiedenen aufgeführten Gruppen nur in einem einzigen Punkte: Sie messen den Wissenschaftlern bzw. speziell den Naturwissenschaftlern eine weitaus größere Bedeutung bei.

Während Politiker und Parteien, Umweltschützer und Flughafenverwaltung, Gewerkschaften und Unternehmen bei beiden Schülergruppen in nahezu identischer Weise eingestuft werden, wollen die Naturwissenschafts-Sympathisanten zu 46% die Wissenschaftler als Berater in Sachen "Startbahn West" heranziehen, die Nicht-Sympathisanten aber lediglich zu 36%. Und während erstere den Naturwissenschaftlern immerhin zu 25% zutrauen, zur Lösung gesellschaftlicher Probleme besonders kompetent beitragen zu können, sind dies unter letzteren nur 13% (vergleiche Tabelle VIII). Dabei spielt es im übrigen keine Rolle, ob die Naturwissenschafts-Sympathisanten männlichen oder weiblichen Geschlechts sind, ob sie vor allem auf die Biologie oder vor allem auf die Physik setzen.

Doch zeichnen sich durch eine solch besondere Wissenschafts- bzw. Expertenorientierung tatsächlich nur diejenigen aus, die den Naturwissenschaften besonders nahestehen? Wäre nicht zu vermuten, daß etwa auch die sozialwissenschaftlich orientierten Schüler Wissenschaftlern, wenn auch nicht unbedingt den Naturwissenschaftlern, eine besondere Kompetenz zuerkennen? Nimmt man als deren Repräsentanten diejenigen Schüler, die im Falle unserer Be-

Tab. VIII Beliebtheit und Relevanz der Fächer in den Klassenstufen

	Fachbeliebtheit				Fachrelevanz				
	Klasse 7/8	Klasse 9/10	Klasse 10-13	Klasse 7/8	Klasse 9/10	Klasse 11-13	Klasse 7/8	Klasse 9/10	Klasse 11-13
Deutsch	23%	35%	37%	28%	30%	28%	30%	30%	28%
Englisch	26%	35%	30%	30%	36%	26%	36%	36%	26%
Mathematik	53%	38%	38%	42%	51%	25%	51%	51%	25%
Gesellschaftslehre	26%	41%	49%	7%	31%	45%	31%	31%	45%
Biologie	59%	48%	54%	21%	15%	35%	15%	15%	35%
Chemie	46%	37%	25%	10%	9%	14%	9%	9%	14%
Physik	35%	25%	24%	14%	18%	18%	18%	18%	18%
Erdkunde	25%	20%	19%	6%	4%	4%	4%	4%	4%
Kunst	38%	53%	43%	6%	6%	11%	6%	6%	11%
Musik	23%	24%	13%	3%	4%	4%	4%	4%	4%
Religion	20%	12%	24%	4%	2%	12%	2%	2%	12%
Sport	82%	73%	66%	12%	10%	5%	10%	10%	5%

Tab. IX Beurteilung der Expertenkompetenz

	Gesamt N= 496		SchülerInnen K1.7-10 N=121 K1.11-13 N=125		Schüler K1.7-10 N=98 K1.11-13 N=152		NU-Sympath. N= 209	Kein NU Sym. N = 287
<b>A. Beratungsinstanz</b>								
Umweltschützer	65%	70%	73%	58%	59%	68%	63%	
Flughafenverwaltung	58%	57%	63%	58%	53%	56%	59%	
Politiker	56%	40%	66%	55%	65%	59%	57%	
Wissenschaftler	39%	17%	51%	35%	53%	46%	36%	
Freunde	35%	48%	47%	27%	25%	32%	36%	
Eltern	18%	16%	22%	19%	22%	19%	16%	
<b>B. Lösungskompetenz</b>								
Jeder einzelne	76%	75%	83%	71%	70%	75%	74%	
Politiker	48%	38%	37%	61%	57%	50%	47%	
Parteien	34%	31%	37%	30%	35%	35%	33%	
Gewerkschaften	22%	13%	21%	32%	24%	24%	21%	
Wissenschaftler allg.	16%	12%	13%	16%	18%	14%	15%	
Naturwissenschaftler	16%	14%	20%	15%	22%	25%	13%	
Unternehmer	15%	8%	16%	14%	19%	16%	14%	
Sozialwissenschaftler	14%	18%	13%	10%	14%	15%	13%	

fragung das Fach Gesellschaftslehre besonders wichtig finden, zeigt sich, daß diese naheliegende Vermutung keineswegs zutrifft. Im Gegenteil: Auch den Sozialwissenschaftlern wird nur von den Naturwissenschafts-Sympathisanten in besonderen Maße eine Kompetenz zugesprochen, nicht aber von denen, die dem Fach Gesellschaftslehre besonders nahestehen.

Alles in allem kann damit zwar auch den Schülern, die den schulischen Naturwissenschaften eine besondere Bedeutung beimessen, wohl kaum eine Expertengläubigkeit unterstellt werden, messen doch auch sie den Wissenschaftlern bzw. speziell den Naturwissenschaftlern keineswegs eine führende Rolle bei. Als Berater nehmen sie lediglich eine mittlere Stellung ein und ihre Kompetenz zur Problemlösung wird keineswegs so hoch eingeschätzt wie die der Politiker oder die der Parteien. Doch expertenorientierter als ihre Mitschüler sind sie ganz ohne Zweifel. Ob diese Haltung von dem naturwissenschaftlichen Unterricht erst erzeugt oder nur stabilisiert wird, sei dahingestellt, auf jeden Fall aber baut er eine solche Einstellung nicht ab.

## Leserbrief

Liebe Soznatter!

Eigentlich wollte ich Soznat mit dieser Karte abbestellen, beim Durchblättern der Hefte habe ich mich doch anders besonnen. Meine Studienfächer sind Mathe und Technik, und ich finde, daß die Problematik von Technikunterricht in der Schule in Soznat zu kurz kommt, wenn auch gewisse Übertragungen möglich sind. Aber ich halte Eure Arbeit für richtig und wichtig, und vielleicht (hoffentlich) wird mein Bereich durch Euren Themenschwerpunkt "Zur soz. Wirklichkeit der Naturwissenschaft" mehr berührt. Also weiter in diesem Sinne!  
Wolfgang Waldeck!

Eine Frage an unsere Leser:

## Geben Naturwissenschaftslehrer besonders schlechte Noten?

Nicht nur unter Schülern gehören Naturwissenschaftslehrer zu den weniger beliebten Vertretern ihrer Zunft. Auch in den Kollegien hört man manch abfälliges Wort über die "bornierten" Naturwissenschaftler. Solche Schelte entzündet sich nicht selten am Verhalten vor allem der Physik- und Chemielehrer in Zeugnis- und Versetzkonferenzen. Wenn es um die Einschätzung der "Leistungsfähigkeit" oder der "Intelligenz" der Schüler geht, sind die "harten" Naturwissenschaftler immer vonneweg mit ihrem "objektiven" Urteil, da gibt es kein Vertun und keine Zweifel. Und nicht nur das: auch in punkto Notengebung verstehen sie keinen Spaß, für eine gute Zensur muß man schon über allerlei "Begabung" verfügen, und so mancher unsichere Kandidat, der sich im Hauptfach gerade noch einmal wieder auf eine vier retten konnte, stolpert unvermutet über eine fünf in einem naturwissenschaftlichen Nebenfach.

Man könnte viel über die Motive und Charaktereigenschaften jener Lehrer spekulieren, die auf ihren Ruf als besonders "scharfe" Kollegen auch noch stolz sind (und die es natürlich wie in den Naturwissenschaften so auch in allen anderen Fächern gibt). Manchmal scheint es so, als seien Schüler für sie lediglich mehr oder weniger gut funktionierende Lernmaschinen, in die man möglichst viel Material hineinstopft, um sodann ihren Effektivitätskoeffizienten zu bestimmen.

Ob ihnen dabei eigentlich nicht auffällt, daß sie sich mit ihren "objektiven" Ansprüchen und ihrer unbarmherzigen Notengebung nur selber unzureichende pädagogische Fähigkeiten beseheinen? Oder wol-

len sie sich damit beweisen, daß sie besonders "schwere" Fächer vertreten, für die außer ihnen selber nur einige wenige Auserwählte hinreichend "begabt" sind? Haben sie also einfach eine fachliche oder persönliche Profilneurose, ein unbewältigtes Verhältnis zu ihrer Wissenschaft oder ihren eigenen Fähigkeiten? Oder ist es letztlich nur die Angst vor den Schülern, die sie so aggressiv zur Notenpeitsche greifen läßt? Ist der "scharfe" Lehrer also in Wirklichkeit eine innerlich unsichere Persönlichkeit, mit sich und seiner Umwelt nicht im reinen, der sein schwaches Ich innerhalb der Fluchtburg Wissenschaft hinter einem Wall von schlechten Noten verschanzt?

Derlei Fragen stellen sich speziell für Naturwissenschaftslehrer allerdings erst, wenn sich der subjektive Eindruck ihrer besonderen Härte in der Schülerbewertung tatsächlich auch empirisch untermauern läßt. Die herkömmlichen Untersuchungen zur Notengebung geben hierüber indes nur vergleichsweise wenig Auskunft. Wir haben bei einem allerdings recht flüchtigen Durchblättern der in Frage kommenden Literatur lediglich in Karlheinz Ingenkamps Sammelband "Die Fragwürdigkeit der Zensuren" (Weinheim 1972), der seinerzeit vor allem unter Deutschlehrern allerlei Aufregung verursacht hat, einige randständige Hinweise gefunden.

Dabei ist es nicht eine unbedingt neue Einsicht, daß in den Nebenfächern im Schnitt bessere Noten vergeben werden als in den Hauptfächern. Die Ergebnisse von Weiss und Hopp/Lienert (beide in Ingenkamp, S. 186 ff u. 191 ff) weisen jedoch aus, daß das für die Neben-

fächer Physik und Chemie keineswegs im üblichen Maße gilt. Einer allerdings weniger verallgemeinerbaren Erhebung von Tepper zufolge fallen die Physik- und Chemiezensuren im Mittel sogar noch schlechter aus als die entsprechenden Hauptfachnoten (H. Tepper: Reihenfolge der Fächer nach der Durchschnittszensur - Datensammlung aus den Gymnasien des Bezirks Neukölln vom 20.12.1966, zit. nach Günther Selig: Beliebtheit von Schulfächern. Weinheim 1968, S.245).

Zu ganz ähnlichen Ergebnissen kommt auch eine von uns durchgeführte Stichprobenanalyse. Dazu stand uns der komplette Notenspiegel von über 250 Schülern der Klassen 9 und 10 einer integrierten Gesamtschule zur Verfügung. Da an dieser Schule nicht nur (wie üblich) die Fächer Gesellschaftslehre, Religion und Sport, sondern auch Deutsch, Polytechnik, Physik, Chemie und Biologie im Kern, d.h. nicht (Leistungs-)differenziert unterrichtet werden, konnten wir die Durchschnittsnoten in acht Fächern miteinander vergleichen, davon zwei Hauptfächer (außer Deutsch auch Gesellschaftslehre mit vier Wochenstunden), drei Pflichtnebenfächer (Sport, Physik, Chemie) und drei Wahlpflichtnebenfächer (Religion, Biologie, Polytechnik). Nach der "Strenge" der Notengebung ordnen sich diese Fächer in der folgenden Reihenfolge:

<u>Stichprobe insgesamt</u>	<u>Durchschnittsnote</u>
Physik	3,4
Chemie	3,4
Biologie	3,4
Deutsch	3,3
Gesellschaftslehre	3,3
Polytechnik	2,8
Religion	2,7
Sport	2,4
<u>Abschluß Klasse 10</u>	<u>Durchschnittsnote</u>
Physik	3,5
Chemie	3,3
Deutsch	3,2
Gesellschaftslehre	3,0
Biologie	2,9
Polytechnik	2,6
Sport	2,3
Religion	1,8

Stets stehen also die harten Naturwissenschaften an der Spitze der Skala, im Gesamtdurchschnitt sogar noch flankiert von der Biologie. Erst knapp dahinter folgen die Hauptfächer, und dann mit großem Abstand die sonstigen Nebenfächer. Für die entscheidende Abschlußklasse fällt das Durchschnittsnotenspektrum sogar besonders weit auseinander; hier klappt zwischen der Physik und dem Religionsunterricht eine mittlere Zensurenendifferenz von fast zwei Notenstufen. Aber selbst unter Einschluß der Klasse 9 sind die Zensuren etwa der Sportlehrer im Schnitt um eine volle Notenstufe besser als die der Naturwissenschaftslehrer. Ob hierfür wirklich nur die Schülerleistungen oder nicht auch die Lehrermaßstäbe verantwortlich sind?

Natürlich ist auch unsere Stichprobenanalyse in keinster Weise repräsentativ, wenngleich sich hinter ihren Zahlen ganz konkret auch allerlei Argerliches verbirgt. Uns erscheint das damit angesprochene Problem insgesamt jedoch so wichtig, daß wir im Interesse unserer Leser gerne mehr darüber

erfahren würden. Da wir selber keine hinreichend umfassende Untersuchung dazu in Angriff nehmen geschweige denn die Zustimmung der Kultusbürokratie dafür erwarten können, fordern wir die Praktiker unter unseren Lesern auf, ihre ganz konkreten Erfahrungen zum Thema Zensurengebung von Naturwissenschaftlern doch einmal zu Papier zu bringen, und sei es nur als kurze briefliche Notiz, als schmucklose Statistik oder als kurze Erlebnisschilderung.

obachtungen zum Thema betreffen. Bis Mitte des Jahres werden wir sämtliche bei uns eingegangenen Zuschriften von Naturwissenschafts- wie von Nichtnaturwissenschaftslehrern auswerten und (auf Wunsch auch unter Auslassung konkreter Herkunftsangaben) zu einem Bericht zusammenfassen.

Kontaktadresse: Arbeitsgruppe für soziale Aspekte des naturwissenschaftlichen Unterrichts (AG Soznat), Ernst-Giller-Str. 5, 3550 Marburg.

rb

Diese Erfahrungen brauchen sich nicht nur auf die Notenvergabe als solche zu beziehen, sondern können auch sonstige subjektive oder objektive Eindrücke und Be-

Bitte bei Bedarf ausschneiden und zurücksenden an die Redaktion

LIEBE SOZNAT REDAKTION!

Hiermit bitte ich Euch, die weitere Lieferung von Soznat an meine Adresse einzustellen.

NAME: .....

ANSCHRIFT:(...)

Die mir vorliegenden älteren Soznathefte sende ich mit gleicher Post zwecks besserer Verwendung an Euch zurück.

Bitte erspart mir eine Begründung für meine Abbestellung

Ich möchte meine Abbestellung wie folgt begründen:.....



# Empirie des naturwissenschaftlichen Unterrichts

---

Die wichtigsten Veröffentlichungen der letzten Jahre zu dem Thema "Empirie des naturwissenschaftlichen Unterrichts" haben wir in der folgenden Zusammenstellung lose geordnet nach vier Themenbereichen aufgelistet, um jeden Interessierten die Möglichkeit zu geben, den in den vorherigen Artikeln angesprochenen Fragen anhand weiterer Literatur noch eingehender nachgehen zu können. Die vier Themenbereiche "Beliebtheit, Interesse, Wahlverhalten", "Wirksamkeit, Lernerfolg, Lernschwierigkeiten, Unterrichtsbeschreibung", "Alltagsvorstellungen von und Umgang mit Natur und Technik", "Fachsozialisation im naturwissenschaftlichen Unterricht" überschneiden sich natürlich wechselseitig, so daß in den einzelnen Publikationen auch zu einem jeweils anderen Themenbereich Interessantes zu finden ist. Die mit einem Sternchen gekennzeichneten Artikel scheinen uns am ehesten geeignet, einen Einstieg in das jeweilige Themengebiet zu ermöglichen. Auf Vollständigkeit haben wir keinen Wert gelegt, sollten wir aber "Lesenswertes" übersehen haben, wären wir für entsprechende Hinweise dankbar.

---

## I. Beliebtheit, Interesse, Wahlverhalten

R. BAUER, H. KAISER: Einige Anmerkungen zum Verhalten der Oberstufenschüler bei der Wahl der Physikkurse. *Physica didactica* H 1/1980, S.41ff.

HANS JÜRGEN BECKER: Über den Zusammenhang zwischen Schülerurteilen zur Beliebtheit des Chemieunterrichtes und dem Verständnis der Zeichensprache. *Praxis der Naturwissenschaften (Chemie)* 1976, S.23ff.

\* DERSELBE: Chemie - Ein unbeliebtes Schulfach? Ergebnisse und Motive der Fachbeliebtheit. *MNU* H 8/1978, S.455ff.

O.E. BERGE, A. GÖTTSCHING: Über die Einstellung der Mädchen zum Physikunterricht. *Naturwissenschaften im Unterricht (P/C)* H 9/1977, S.257ff.

\* GERNOT BORN, MANFRED EULER: Physik in der Schule. Bild der Wissenschaft H 2/1978, S.74ff.

G. BORN, R. WICKIHALTER: Physikunterricht in Europa. In: DPG-Fachausschuß Didaktik der Physik (Hrsg.): *Vorträge der Frühjahrstagung 1982*. Gießen 1983, S.4ff.

- R. BRENNEKE: Erfahrungen mit dem Wahlpflichtfach im Lande Niedersachsen. MNU H 7/1966, S.13ff.
- \* BUNDESMINISTERIUM FÜR BILDUNG UND WISSENSCHAFT (Hrsg.): Jugend und Technik - Technik in der Schule. Materialien der Bildungsplanung Bd 5. Bonn 1982.
- K. DYLLA: Zur Relevanz der Schülerinteressen für den Biologieunterricht auf der Orientierungsstufe. Praxis der Biologie 1976, S.321ff.
- MANFRED EULER: Zukunftsaspekte des Physikunterrichts aus Schüler- und Lehrersichtweise. In: H. Dahnke (Hrsg.): Zur Didaktik der Physik und Chemie 1977. Hannover 1978.
- GAERTNER, R. NATHAN: Einstellung- und Interessensmessung bei der Entwicklung des IPN Curriculum Chemie für die Orientierungsstufe. Der Chemieunterricht H 2/1971, S.26ff.
- R. HAURI: Der Drang nach Größe. Zürich 1967 (Untersuchung zur Beliebtheit der Fächer).
- BARBARA HILLE: Interesse von Jugendlichen im interkulturellen Vergleich zwischen der Bundesrepublik Deutschland und der DDR. In: Walter Jaide, Barbara Hille (Hrsg.): Jugend im doppelten Deutschland. Opladen 1977.
- KARL HECHT: Welche naturwissenschaftlichen Wahlpflichtfächer wählen die Primaner? Zeitschrift für Pädagogik H 2/1968, S.179ff.
- H. HEMMER, R. WERNER: Zur Relevanz des derzeitigen Biologieunterrichtes hinsichtlich der Schülerinteressen. Praxis der Naturwissenschaften (Biologie) H 7/1976, S.169ff.
- KARLHEINZ INGENKAMP: Pädagogische Diagnostik. Weinheim 1975 (Untersuchungen zur Fachbeliebtheit).
- H.J. JODL, J. KORTZ: Ein bedenklicher Trend - Daten und Bemerkungen zum Physikunterricht in der neugestalteten gymnasialen Oberstufe. Physikalische Blätter H 2/1982, S.50f.
- W. KÖHNLEIN, R. KOLB: Einstellungstendenzen zum Physikunterricht bei Hauptschülern. Naturwissenschaften im Unterricht H 11/1978, S.353ff.
- WALTRAUD KÜPPERS: Zur Psychologie des Geschichtsunterrichtes. Bern, Stuttgart 1961 (Untersuchungen zur Fachbeliebtheit).
- H. LUCHT: Einstellungsmessungen im Physik-Anfangsunterricht. Naturwissenschaften im Unterricht H 10/1971.
- NATURWISSENSCHAFT AN EUROPASCHULEN. Physikalische Blätter H 10/1979, S.475ff.
- \* PETER OEHLERT: Schulinteressenforschung in der Bundesrepublik Deutschland und in der DDR. In: Barbara Hille, Burkhardt Roeder (Hrsg.): Beiträge zur Jugendforschung. Opladen 1974.
- ROLF OTTE, JOCHEN GARBE: Einstellungen zum naturwissenschaftlichen Unterrichtsfach Chemie. Chimica didactica H 5/1976, S.215ff und H 2/1977, S.29ff.
- H. RUDOLPH, J. BURKERT, H. WIDDEL: Evaluation eines Physik-Curriculum im affektiven Bereich - Ansätze und Ergebnisse. In: H. Dahnke (Hrsg.): Zur Didaktik der Physik und Chemie. Hannover 1974.
- HANSPETER SCHIER: Einstellungstendenzen zur Physik und zum Physikunterricht. Naturwissenschaften im Unterricht H 2/1978, S.97ff.

- \* ALI WACKER: Der reduzierte Fachmann - Was Schüler vom mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht und seinen Lehrern halten. Soznat H 6/1981, S.11ff.
- \* KLAUS WELTNER: Wahlverhalten der Oberstufenschüler in den mathematischen und naturwissenschaftlichen Fächern. MNU H 4/1979, S.245ff.
- KLAUS WELTNER UND ANDERE: Das Interesse von Jungen und Mädchen an Physik und Technik. Naturwissenschaften im Unterricht H 11/1979, S.321ff.
- JUTTA WILHELMI: Technikfeindlichkeit unter Jugendlichen - Urteil oder Vorurteil. Soznat H 3/1982, S.87ff.
- PETER WILLENBACHER: Zum Wahlverhalten der Schüler bezüglich des Faches Physik in der neugestalteten gymnasialen Oberstufe. Physikunterricht H 3/1981, S.50ff.
- WERNER WÜNSCHE: Naturlehre - Naturkunde. Eine Untersuchung über das Schülerinteresse. Zeitschrift für Naturlehre und Naturkunde H 4/1961, S.97ff.
- \* DIETER SCHMIED: Fachwahl, Fachwahlmotive und Schulleistungen in der reformierten gymnasialen Oberstufe. Zeitschrift für Pädagogik H 1/1982, S.11ff.
- GÜNTER SEELIG: Beliebtheit von Schulfächern - Empirische Untersuchung über psychologische Zusammenhänge von Schulfachbevorzugen. Weinheim 1968.
- HORST SPEICHERT: Null Bock auf Newton, Einstein und Konsorten. Soznat H 1/1982, S.3ff.
- SPRACHEN FÜR DIE MÄDCHEN, NATURWISSENSCHAFT FÜR DIE JUNGEN. Frankfurter Allgemeine Zeitung v. 28.10.1980, S.10.
- PETER STETTLER: Wie erleben Jugendliche Physik? Neue Sammlung H 3/1981, S.246ff.
- \* E. TODT, R. ARBINGER, H. SEITZ, W. WILDGRUBE: Untersuchungen über die Motivation zur Beschäftigung mit naturwissenschaftlichen Problemen (Sekundarstufe I: Klassenstufe 5-9), Biologie und Physik. Gießen Fachbereich Psychologie der Universität 1974.
- E. TODT, R. ARBINGER, H. SEITZ: Interesse 10 bis 15 Jähriger an Physik und Biologie. (In Vorbereitung).
- H. VOIGTS: Das Interesse für die Unterrichtsfächer an Höheren Mädchenschulen. Zeitschrift für pädagogische Psychologie und experimentelle Pädagogik 1933, S.367ff.
- HANS GOTTFRIED BÄUERLE, HORST HARBREIS: Wissen und Vorstellungen von VHS-Hörern über ausgewählte Themen aus dem Bereich Atomphysik/Kernphysik/Radioaktivität. Lernzielorientierter Unterricht H 3/1980, S.1ff.
- \* RAINER BRÄMER: Was erfahren wir aus unseren fachdidaktischen Zeitschriften über die Wirklichkeit des naturwissenschaftlichen Unterrichts. Physica didactica H 3/ 1979, S.137ff.
- RAINER BRÄMER, HANS CLEMENS: Physik als Fremdsprache. Der Physikunterricht H 3/1980 S.70ff.

#### I. Wirksamkeit, Lernerfolg, Lernschwierigkeiten, Unterrichtsbeschreibung

- W. BUTHIG: Mischen und Trennen - Stundenprotokoll einer Chemiestunde im 6. Schuljahr. Naturwissenschaften im Unterricht H 1/1975, S.20ff.
- \* KONRAD DAUMENLANG: Physikalische Konzepte junger Erwachsener - Ihre Abhängigkeit von Schule und Familienkonstellation. Dissertation Nürnberg 1969.
- NORBERT DENNER: Die Analyse verschiedener Lehrer - Schülerinteraktionen und ihre Auswirkungen auf Leistung und Motivation im naturwissenschaftlichen Unterricht. Dissertation München 1976.
- REINDERS DUIT: Änderungen von Alltagsvorstellungen durch Physikunterricht. In: H. Mikelskis (Hrsg.): Zur Didaktik der Physik und Chemie, Alsbach 1983, S.153ff.
- REINDERS DUIT, KURT RIQUARTS, WALTER WESTPHAL: Wirkungen eines Curriculums - Eine Studie über die Verwendung des IPN Curriculum in der Schulpraxis, in der Lehrplanarbeit und in anderen Bereichen. Weinheim und Basel 1976.
- PETER ENGELHARDT, HARTMUT WIESNER: Lernschwierigkeiten in der Mechanik und unterrichtliche Konsequenzen. Physikunterricht H 1/1983, S.15ff.
- MANFRED EULER: Zur Strukturierung des Kontinuums physikalischer Fähigkeiten. Physica didactica H 4/1981, S.217ff.
- H. FISCHLER: Untersuchungen zur Differenzierung im Physikunterricht - Ein Bericht über ein pädagogisches Experiment an der Walter-Gropius-Schule. PZ Kurzinformationen, Arbeitspapiere H 1. Berlin 1973.
- ROBERT GASSNER, HEINER LOHAUS: Weder beliebt, noch wirksam. Soznat H 5/1982, S.150ff.
- G. GÖRIZ, H. WIESNER: Zur Verständnis der Quantenphysik bei Schülern der Oberstufe. In: H. Mikelskis (Hrsg.): Zur Didaktik der Chemie und Physik, Alsbach 1983, S.185ff.
- R. GÖTZ, K.H. WIEBEL: Ergebnisse des Freiburger Schulversuchs Physik nach dreijährigem Einsatz des IPN-Curriculum Physik. Naturwissenschaften im Unterricht H. 7/1975, S.277ff.
- JUTTA HILLEN: Empirische Untersuchung zur Einführung einiger chemischer Grundbegriffe im Chemieanfangsunterricht auf unterschiedlichen Altersstufen der Sekundarstufe I. Dissertation Pädagogische Hochschule Westfalen-Lippe 1978.
- G. JÜNGEL: Zur Frage der Effektivität des Chemieunterrichtes an Hauptschulen. Naturwissenschaften im Unterricht H 12/1976, S.521ff.

GERNOT KLEMMER, EDITH REUTER:  
Behalten und Vergessen im  
Chemieunterricht. *Chimica  
didactica* 1981, S.189ff.

GERNOT KLEMMER, VOLKER SAUER-  
LAND: Die Behandlung der Oxy-  
dation als Elektronenübergang  
bei problemorientierter Unter-  
richtsführung. *Naturwissen-  
schaften im Unterricht*,  
H 2/1975, S.158ff.

DIESELBEN: Stoffeigenschaften  
und Struktur II. *Naturwissen-  
schaften im Unterricht*  
H 8/1978, S. 245ff.

JOACHIM KLUGMANN: Der Chemieleh-  
rer in der Hauptschule. *Natur-  
wissenschaften im Unterricht*  
H 3/1982, S.100ff.

ROLAND KRAMER: Beiträge zur Di-  
daktik der Chemie - Empirische  
Untersuchung zur Frage der  
Plazierung von Atommodellen.  
Dissertation Frankfurt 1976.

\* FRIEDRICH KRAUSE, ANASTASIA REI-  
NERS-LOGOTHETIDOU: Der bundes-  
weite Studieneingangstest Phy-  
sik 1978 - Zusammenfassung der  
Ergebnisse. Universität Bonn  
1981.

HARALD LEHMBERG, HORST LOCHHAAS,  
HERBERT PAGNIA: Vergleichende  
Physiktests mit Schülern und  
Studienanfängern. *MNU* H 7/1975,  
S.385ff.

DIESELBEN: Physikkenntnisse an-  
gehender Ingenieurstudenten.  
*MNU* H 5/1982, S.305ff.

HANS-MARTIN LENTKE: Zur fachli-  
chen Vorbildung der Referenda-  
re mit Biologiefacultas - Er-  
gebnisse einer Befragung. *MNU*  
H 6/1974, S.344ff.

A. MACHOLD: Schülervorstellun-  
gen vor und während des Unter-  
richts in spezieller Relati-  
vitätstheorie. *Physica didac-  
tica* 1982, S.175ff.

HEINZ MUCKENFUSS: Wie können  
Schüler die Grundbegriffe und  
Gesetze der Elektrizitätslehre  
verstehen? *Der Physikunterricht*  
H 4/1980, S.30ff.

ROGER SCHYMANSKI, JÖRG PETERSEN:  
Die Funktionen von Erzeugerpro-  
zessen und ihr Einfluß auf den  
Lernerfolg der Schüler im An-  
fangsunterricht in den Fächern  
Biologie und Physik. *Disserta-  
tion TU Berlin* 1973.

\* REDAKTION SOZNAT (Hersg.): Na-  
turwissenschaftlicher Unter-  
richt in der Gegenperspektive.  
Braunschweig 1982. Darin: We-  
sen und Erscheinung - Über die  
sprachliche Verstellung der  
Wirklichkeit im naturwissen-  
schaftlichen Unterricht, S.54  
ff; Über die Wirksamkeit des  
Physikunterrichtes - Konrad  
Daumenlang und die Grundfesten  
der Physikdidaktik, S.74ff.

R. RIEKENS: Untersuchungen über  
die Auswirkung von Schülerex-  
perimenten auf Schülerinter-  
essen im Chemieunterricht der  
gymnasialen Oberstufe. In: H.  
Mikelskis (Hrsg.): *Zu Didak-  
tik der Chemie und Physik*.  
Alsbach 1983, S.77ff.

FALK RIESS, RAINER BRÄMER: Phy-  
sik in der Gegenperspektive.  
*Soznat* H 4/1979, S.10ff.

G. SCHAEFER: Studien zur Be-  
griffsbildung in der Biolo-  
gie. *Praxis der Naturwissen-  
schaften (Biologie)* H 10/1972.

HANS-JÜRGEN SCHMIDT: Die Her-  
leitung chemischer Formeln  
im Verständnis von Schülern.  
*MNU* H 8/1981, S.468ff.

WERNER SCHULTE: Die Wirksamkeit von Physikunterricht beim Erlernen physikalischer Termini. Naturwissenschaften im Unterricht H 3/1982, S.97ff.

W. SCHULTZE: Die Leistungen im naturwissenschaftlichen Unterricht in der Bundesrepublik Deutschland im internationalen Vergleich. Deutsches Institut für internationale pädagogische Forschung, Frankfurt 1974.

\* MARTIN WAGENSCHHEIN: Was bleibt unseren Abiturienten vom Physikunterricht? Zeitschrift für Pädagogik H 1/1960, S.29ff.

DERSELBE: Was bleibt? Verfolgt am Beispiel der Physik. In: H. Flügge. Zur Pathologie des Unterrichts. Bad Heilbrunn 1971.

B. WEGENER: Gegenüberstellung von Interessen und Leistungen von Schülern beim Unterricht mit dem IPN-Curriculum Chemie für die Orientierungsstufe. In: H. Dahnke (Hrsg.): Zur Didaktik der Chemie und Physik. Hannover 1972.

JOHANNES WENIGER: Der Übergang von der Atomhypothese zur Kern-Elektronhypothese. MNU H 7/1974, S.426ff.

### III. Alltagsvorstellungen von und Umgang mit Natur und Technik

ERWIN ANGELE: Technik im Verständnis des Kindes. Bielefeld 1977.

\* AGNES BANHOLZER: Die Auffassung physikalischer Sachverhalte im Schulalter. Tübingen 1936.

WOLFGANG BLEICHROTH: Was wissen unsere Kinder vom Atom? Zeitschrift für Naturlehre und Naturkunde H 4/1965, S.89ff.

K.J. BRAND, R. BRAUNER: Auffassungen, Vorstellungen und Begriffe von Kindern im Zusammenhang mit Phänomenen der Wärmelehre. Naturwissenschaften im Unterricht H 2/1978, S.105ff.

R. BRAUNER, A. PETERS: Auffassungen, Vorstellungen und Begriffe von Kindern im Zusammenhang mit der Elektrizität und dem elektrischen Strom. Naturwissenschaften im Unterricht H 5/1976, S.183ff und H 6/1976, S.240ff.

KLAUS HAHNE, FRITZ HEIDORN: Was vom naturwissenschaftlichen Unterricht bleibt, wenn die Schüler handeln. Soznat H 4/1979, S.3ff.

MAXIMILIAM HILBERT: Untersuchungen zur Physik des Schulkindes. Westermanns Pädagogische Beiträge H 1/1953, S.19ff.

B. HEEPMMANN: Kinder auf dem Weg zur Physik. Naturwissenschaften im Unterricht H 9/1968, S.265ff und H 10/1968, S.313ff.

WALTER JAIDE: Über die Entwicklung des kindlichen Verständnisses für Natur und Technik. Schule und Psychologie H 1/1954, S.78ff.

CHRISTEL JENELTEN-ALLKOFER, REINDERS DUIT: Entwicklung des Energiebegriffes bei 5-16 Jährigen. Naturwissenschaften im Unterricht H 12/1980, S.408ff.

\* W. JUNG, H. WIESNER, P. ENGELHARDT: Vorstellungen von Schülern über die Begriffe der Newton'schen Mechanik. Bad Salzdetfurth 1981.

W. JUNG, H. WIESNER: Wie wenden Schüler Physik an zur Erklärung alltäglicher Erscheinungen. Physica didactica 1980, S.147ff.

ERNST KIRCHNER: Untersuchungen im Unterricht über "kleinste Teilchen" (Atome). Physikunterricht H 1/1982, S.35ff.

KARL KNOLL: Didaktik der Physik. München 1978. Darin: Kapitel 10: Das Verhältnis des Schülers zur Physik und Technik, S.106ff.

ULF-H. KRÜGER, H. SCHECKER: Das Bild von der Wissenschaft. Physik-Ergebnisse empirischer Untersuchungen zu wissenschaftstheoretischen Fragestellungen bei Schülern und Lehrern der Sekundarstufe II. Physikunterricht H 2/1982, S.78ff.

L. LEBOUTET-BARRELL: Mechanische Begriffe von Jugendlichen. Physica didactica H 2/1979, S.55ff.

ULLA MAICHLE: Schemata als Organisationsprinzipien beim Erwerb physikalischer Inhalte aus dem Bereich der Elektrizitätslehre. Naturwissenschaften im Unterricht H 2/1979, S.33ff.

DIESELBE: Schülervorstellungen zur Stromstärke und Spannung. Naturwissenschaften im Unterricht H 11/1982, S.383ff.

URSULA MANTHEI: Über das naive Erklären physikalischer Sachverhalte durch 12-13jährige Schüler. Physik in der Schule H 1/1976, S.431ff.

HANS MOTHE: Wie werden Naturerscheinungen vom Kinde selbst gedeutet? Zeitschrift für Naturlehre und Naturkunde H 2/1956, S.56ff.

\* DIETER NACHTIGALL: Vorstellungen von Fünftklässlern über den Freien Fall. Naturwissenschaften im Unterricht H 3/1982, S.91ff.

HANSJÖRG NIEDDERER: Sachstruktur und Schülerfähigkeiten beim einfachen elektrischen Stromkreis. Kiel 1972.

WALTER JUNG: Zum Problem der Schülervorstellungen. Physica didactica H 4/1978, S.231ff.

DERSELBE: Schülervorstellungen in der Physik. Naturwissenschaften im Unterricht H 2/1979, S.39ff.

DERSELBE: Ergebnisse einer Optikerhebung. Physica didactica H 1/1982, S.19ff.

W. JUNG, H. REUL, H. SCHWEDES: Untersuchungen zur Einführung in die Mechanik in den Klassen 3 bis 6. Frankfurt 1977.

J. NUSSBAUM, J.D. NOVAK: Interviews zur Beurteilung der Vorstellungen von Kindern über die Erde. *Physica didactica* H 1/1978, S.53ff.

HELGA PFUNDT: Ursprüngliche Erklärungen der Schüler für chemische Vorgänge. *MNU* H 3/1975, S.157ff.

DIESELBE: Untersuchungen zu den Vorstellungen, die Schüler vom Aufbau der Stoffe entwickeln. *Der Physikunterricht* H 1/1982, S.51ff.

B. REDEKER: Zur Bedeutung des Vorverständnisses für das Lernen der Physik. *Physica didactica* H 2/1981, S.107ff.

CHRISTOPH VON RHÖNECK: Schüleräußerungen zum Begriff der elektrischen Spannung beim Erklären realer Experimente. *Der Physikunterricht* H 4/1980, S.16ff.

DERSELBE: Schüleräußerungen zum Problem der Volumenminderung beim Mischen von Spiritus und Wasser. *Physikunterricht* H 1/1982, S.66ff.

W.K. ROTH: Entwicklung des technischen Verständnisses - Studien zum technisch-naturwissenschaftlichen Unterricht. Stuttgart 1974.

BARBARA SCHENK: Was verstehen Schüler der Sekundarstufe II unter dem Begriff der Energie. *Physica didactica* 1982, S.62ff.

E. STORK, H. WIESNER: Schülervorstellungen zur Elektrizitätslehre und Sachunterricht. Sachunterricht und Mathematik in der Primarstufe H 6/1981, S.218ff.

FRITZ STÜCKRATH: Die Anfänge der Chemie im Weltbild des Kindes. *Westermanns Pädagogische Beiträge* H 8/1953, S.403ff.

MARTIN WAGENSCHNEIN, AGNES BANHOLZER, H. THIEL: Kinder auf dem Weg zur Physik. Stuttgart 1973.

JUTTA WEERDA: Zur Entwicklung des Gasbegriffes beim Kinde. *Naturwissenschaften im Unterricht* H 3/1981, S.90ff.

KARL ZIETZ: Physikalische Theorien bei Kindern. In: Bericht über den 25. Kongreß der Deutschen Gesellschaft für Psychologie. Jena 1937, S. S.232ff.

\* DERSELBE: Kind und physische Welt. München 1963.

#### IV. Fachsozialisation im naturwissenschaftlichen Unterricht

DIETER BECKMANN UND ANDERE: Studenten - Urteile über sich selbst, über ihre Arbeit und über die Universität. Frankfurt 1972.

\* RAINER BRÄMER: Die Beliebtheit des naturwissenschaftlichen Unterrichts als Kriterium für seine Sozialisationswirksamkeit. *Zeitschrift für Pädagogik* H 1/1979, S.259ff.

DERSELBE: Naturwissenschaftlicher Unterricht - Gleiche Chance für alle? Physica didactica H 1/1981, S.41ff.

DERSELBE: Die typische Naturwissenschaftlerin - Ein intelligentes Schreckgespenst? Wechselwirkung H 8/1981, S.48ff.

RAINER BRÄMER, GEORG NOLTE: Das Wissenschaftsbild Marburger Lehrerstudenten. Vervielfältigtes Manuskript Marburg 1982.

RAINER BRÄMER, GEORG NOLTE, PETER TILLMANN: Zwischen Wissenschaft und Gesellschaft - Zur Fachtypologie naturwissenschaftlicher Lehrerstudenten. Marburg 1980.

PETER BRÜCKNER, ALI WACKER, DIETER DIEMER: Motivation und Einstellung zum Beruf des Gymnasiallehrers im Fach Mathematik und in den naturwissenschaftlichen Fächern. Psychologisches Seminar der Technischen Hochschule Hannover 1971.

\* JÖRG BÜRMAN: Der typische Naturwissenschaftler - Ein intelligenter Versager? Die Deutsche Schule H 5/1978, S.273ff.

HANNS-DIETRICH DANN UND ANDERE: Umweltbedingungen innovativer Kompetenz - Eine Längsschnittuntersuchung zur Sozialisation von Lehrern in Ausbildung und Beruf. Stuttgart 1978.

\* H.W. FRECH: Berufsvorbereitung und Fachsozialisation von Gymnasiallehrern. Max-Planck-Institut für Bildungsforschung, Studien und Berichte 4A. Berlin 1976.

\* RAINER FUCHS: Mathematische und naturwissenschaftliche Schulbildung als Sozialisation und Enkulturation. In: Theodor Scharmann: Schule und Beruf als Sozialisationsfaktoren. Stuttgart 1966, S.143ff.

DIETER GARBRECHT: Das System der Gewalt - Ingenieure und Technik. In: Redaktion Wechselwirkung (Hrsg.): Zwischen Auflehnung und Karriere. Braunschweig 1982.

\* LUDWIG HUBER: Das Problem der Sozialisation von Wissenschaftlern. Neue Sammlung H 1/1974, S.2ff.

W. KEIL, U. PIONTKOWSKI: Strukturen und Prozesse im Hochschulunterricht. Weinheim und Basel 1973.

JENS-JÖRG KOCH: Lehrer - Studium und Beruf. Ulm 1972.

GEORG NOLTE: Fähnchen im Wind - Zur Nachwuchsentwicklung in den Ingenieurwissenschaften. Soznat H 4/1982, S.107ff.

\* REDAKTION SOZNAT (Hrsg.): Die heile Welt der Wissenschaft. Soznat H 6/1981, S.19ff.

VERONIKA REISS: Fachspezifische Sozialisation in der Ausbildung von Gymnasiallehrern mit mathematisch-naturwissenschaftlichen Fächern. Neue Sammlung H 4/1975.

DISELBE: Interdisziplinäre Naturwissenschaften als Sozialisationsmedium für Studenten. In: Bloch u.a. (Hrsg.): Curricula Naturwissenschaften. Köln 1976.

\* BAYERISCHES STAATSLINSTITUT FÜR HOCHSCHULFORSCHUNG UND HOCHSCHULPLANUNG (Hrsg.): Ingenieurwissenschaften und Naturwissenschaften: Arbeitsmarkt und Nachwuchs in der BRD und in Bayern. München 1981.

LUTZ STÄUDEL: Intellektuelle Befriedigung und praktisches Arbeiten - Motive für ein naturwissenschaftliches Lehrerstudium. Soznat H 4/1982, S.103ff.

PETER TILLMANN: Angst im Physikunterricht. Soznat H 6/1981, S.5ff.

ALI WACKER: Naturwissenschaft und Sexualität. Soznat H 5/1982, S.135ff.

gn,ak

\* \* \* \* \*

# NICHTS GELERNT

NATURWISSENSCHAFTLER UND TECHNIKER "BEWÄLTIGEN"  
DEN NATIONALSOZIALISMUS

Pünktlich zum 30. Januar hatte die Evangelische Akademie Arnoldshain zum Thema Nationalsozialismus geladen. Allerdings waren diesmal nicht Pfarrer oder Politiker, Historiker oder Soziologen angesprochen, sondern Naturwissenschaftler und Techniker. "Von der Verführbarkeit der Naturwissenschaft" hieß das Thema, und an Interesse war kein Mangel. Im überfüllten Tagungssaal, in das sich auch noch das Fernsehen hineingequetscht hatte, dominierten überdies die Älteren, jene also, die den Nationalsozialismus noch selber erlebt und hier teilweise ihre berufliche Karriere begonnen hatten. Die Bedingungen für ein Gelingen des mutigen Versuchs, die in diesen Dingen eher zurückhaltenden Naturwissenschaftler und Techniker einmal zu politischem Nachdenken zu bewegen, waren also bestens.

Dennoch lag von Anfang an eine fühlbare Spannung in der Luft. Daran änderte auch die Tatsache nicht, daß die Akademie vor-sichtshalber nur mehr oder weniger konservative Referenten und Podiumsdiskutanten eingeladen hatte. Während diese die akademisch gut situierte Teilnehmermehrheit vom politischen Druck des Themas zu entlasten versuchten, indem sie persönlich-schicksalhafte Aspekte in den Vordergrund rückten, rührte sich nicht nur unter den "jüngeren" Zuhörern (gemeint sind vor allem die 30- bis 40-jährigen), sondern auch unter den älteren Nichtnaturwissenschaftlern zunehmender Widerspruch. Daß es schließlich zum von der Tagungsleitung selbst provozierten Eklat kam, war angesichts der impertinenten Verdrängungsstrategie des Podiums nahezu unvermeidlich.

## TH Stuttgart im Dritten Reich

Dabei konnte zunächst der Stuttgarter Historiker Johannes Voigt mit seinem Referat über "Die technische Hochschule Stuttgart in der Zeit des Nationalsozialismus" noch den Beifall aller Zuhörer auf sich vereinen. In ruhigen Zügen zeichnete er die politische Vereinnahmung der Stuttgarter TH, deren Professorenschaft nach 1945 zu 46% als nationalsozialistisch belastet galt, vor 1933 aber nur einen einzigen Parteigänger des Nationalsozialismus besaß. Dem stand auf studentischer Seite allerdings schon 1932 ein von über 80% der angehenden Ingenieure gewählter nationalsozialistisch-völkischer ASTA gegenüber, der nach dem 30. Januar 1933 zur

reibungslosen Gleichschaltung der Hochschule nach Kräften beitrug. In kurzer Folge wurden Lehrkörper und Studentenschaft "arisiert", das "Führungsprinzip" in die Universitätsverfassung eingeführt, der besagte professorale NSDAP-Kämpfer zunächst zum Kommissar und dann zum allmächtigen Rektor ernannt, alle nicht-nationalsozialistischen Studentenvereinigungen aufgelöst und "nationalpolitische Vorlesungen" (u.a. über Rassenhygiene und Wehrwissenschaft) verbindlich gemacht.

"Daß die Hochschule im Jahr 1933 die Schwelle zum neuen Reich ohne große Erschütterung überschreiten konnte", führte Richard Grammel, nach 1945 erster Nachkriegsrektor der TH, noch 1941 auf ihren "ras-

sich gesunden Aufbau", nach Kriegsende jedoch auf die "strenge Geisteszucht" der Ingenieure zurück, die allein den hohen Gesetzen der Natur verpflichtet und daher für NS-Lehren weitgehend unzugänglich gewesen seien. Johannes Voigt hingegen verwies in diesem Zusammenhang auf die starke Abhängigkeit der Natur- und Technikwissenschaften von der Wirtschaft, die angesichts der Konjunkturkrisen der Weimarer Republik bei den Ingenieuren eine tiefe Abneigung gegenüber der profitorientierten Privatwirtschaft habe entstehen lassen. Ihre schon in den zwanziger Jahren ausgeprägte Hoffnung auf einen starken Staat, der die Wirtschaft dem privaten Zugriff entzieht und Wissenschaft und Technik in die ihnen angemessene Stellung einsetzt, machte die in ihrer Mehrheit republikverdrossenen Ingenieure besonders anfällig für alle Ideologien von Gemeinwohl und Volksganzem, wie sie besonders wirkungsvoll von der nationalsozialistischen Propaganda in den Vordergrund gestellt wurden.

Beschleunigt wurde der allgemeine Nazifizierungsprozeß darüber hinaus durch die fachinternen Machtkonstellationen innerhalb der Technischen Hochschule. So sah vor allem die renommierte Architekturabteilung ihre Interessen in besonderer Weise beim Nationalsozialismus aufgehoben. Schon Mitte der zwanziger Jahre war die "Stuttgarter Schule" öffentlich gegen die modern-funktionale Sachlichkeit in der Baukunst aufgetreten, der sie ein Konzept bodenständig-traditionsbewußten Bauens entgegensetzte. An vorderster Front in diesem Kampf "gegen das Internationale und Undeutsche" stand Paul Schmitthenner, ordentlicher Professor für Architektur und seit Juli 1933 Reichsfachleiter für bildende Kunst im "Kampfbund für deutsche Kultur". Mit seiner Schrift "Die Baukunst im Dritten Reich" versuchte er, den Nationalsozialismus für sein architektonisches Programm zu vereinnahmen, um so seine Standeskontrahenten endgültig aus dem Felde schlagen zu können.

#### Hitler Ehrendoktor

Der ebenso opportunistische wie (angesichts der nationalsozialisti-

stischen Monumentalarchitektur) letztlich erfolglose Anbiederungsversuch an die neuen Machthaber fand seinen peinlichen Höhepunkt schon am 1. Mai 1933, als die Architekturabteilung der TH Hitler unter Hinweis auf "seinen sieghaften Kampf für deutsche Art", auf der "allein deutsche Baukunst wachsen kann", die Ehrendoktorwürde antrug. Dabei hatte man offenbar Hitlers wiederholte Erklärung übersehen, daß es für ihn keinen Titel gäbe, der größer sei als sein Name. Schon am 5. Mai wußte denn auch der "Völkische Beobachter" von Hitlers Ablehnung des Dr. Ing. e.h. zu berichten.

Nicht ganz so hektisch ging es bei den Physikern zu. Erst nach der Emigration von Peter Paul Ewald, Ordinarius für theoretische Physik, schaltete sich die "deutsche Physik" in das Gerangel um dessen Nachfolge ein. Philipp Lenard höchstpersönlich, Heidelberger Emeritus, Nobelpreisträger und Wortführer der "Deutschen Physik", setzte den Reichsminister für Wissenschaft, Erziehung und Volksbildung mit dem Verdacht unter Druck, die Anhänger der Einsteinschen Physik hätten immer noch die Vorhand im Ministerium. Originalton Lenard: "Hat der Arierparagraph die Juden körperlich ausgeschaltet, so kommt es nun darauf an, auch ihren reichlich - besonders in der Physik zurückgelassenen Geist durch deutschen Wissenschaftsgeist zu ersetzen."

### **deutsche Wissenschaft**

**Philipp Lenard:** „Deutsche Physik“? wird man fragen. Ich hätte auch arische Physik oder Physik der nordisch-gerareren Menschen sagen können, Physik der Wirklichkeits-Ergründer, der Wahrheit-Suchenden, Physik derjenigen, die Naturforschung begründet haben.

**Johannes Stark:** Da, wo der Jude in der Naturwissenschaft das germanische Vorbild verläßt, und gemäß seiner geistigen Eigenart wissenschaftlich sich betätigt, wendet er sich der Theorie zu; nicht die Beobachtung von Tatsachen und ihre wirklichkeitsstreue Darstellung ist ihm dann mehr die Hauptsache, sondern die Ansicht, die er sich über sie bildet, und die formale Darstellung, welche er ihnen auferlegt. Im Interesse seiner Theorie verschweigt er Tatsachen, welche ungünstig für sie sind, und ebenfalls im Interesse seiner Theorie geht er zur Propaganda für sie über. Er läßt nur sie gelten, und Zweifeln gegenüber verlangt er Glauben an sie wie ein Dogma.

Tatsächlich wurde nach langem Hin und Her ein Assistent von Lenard auf den vakanten Physiklehrstuhl

berufen. Die betroffenen Studenten erwiesen der "Deutschen Physik" auf besondere Art ihre Reverenz: Mit der Arbeit "Kampf um arische Naturforscher" wurde eine Stuttgarter Studentengruppe Reichssieger in der Wettkampfsparte "Deutsche Naturerkenntnis" des Reichsberufswettbewerbs.

Die ideologischen Auseinandersetzungen traten indes mit der Entfesselung des zweiten Weltkrieges zunehmend in den Hintergrund. Die tendenziell antikapitalistischen Ambitionen der TH-Ingenieure gingen lautlos in den immer massiveren Ansprüchen der großindustriellen Kriegsmaschinerie unter. Wie anderswo auch wurde die Stuttgarter TH mehr und mehr in die Kriegsforschung eingespant. Im Forschungsinstitut für Kraftfahrwesen, Fahrzeug- und Flugmotoren etwa stieg die Zahl der Beschäftigten auf fast 700 Personen an, die vor allem Forschungsaufträge des Heereswaffenamtes und des Oberkommandos der Marine bearbeiteten. Der lang diskutierte Plan, Stuttgart ergänzend hierzu zu einem Schwerpunkt der "auslandstechnischen Forschung" (mit Untersuchungen über den Einfluß von Extremklimen auf Gebäude und Maschinen oder die Belastbarkeit fremdrassiger Arbeiter in deutschen Auslandsunternehmen) auszubauen, erledigte sich indes mit dem abnehmenden Bedarf an technischer Kolonisationshilfe schließlich von selbst.

#### Der Nationalsozialismus als ethisches Problem

Obwohl Voigt mit dem politischen Opportunismus der Naturwissenschaftler und Ingenieure eine Kernfrage der Tagung angesprochen hatte, blieb sein Beitrag praktisch undiskutiert. Lediglich Werner Luck, Marburger Ordinarius für Physikalische Chemie, versuchte den sehr handfest machtpolitisch eingesetzten Rassismus der "Deutschen Physik" speziell am Beispiel Lenards zu einer zwar überzogenen, aber bei einem deutschen Professor schon einmal vorkommenden Reaktion eines eifernden Naturwissenschaftlers im Kampf um sein physikalisches Weltbild herunterzuspielen, aus der ihm angesichts seiner wissenschaftlichen

Leistung Jedenfalls nur ein sekundärer Vorwurf erwachsen könne. Dies blieb von den Referenten und Podiumsdiskutanten unwidersprochen, die stattdessen die Aufmerksamkeit der Versammlung auf einen Problemaspekt lenkten, der der Atmosphäre einer evangelischen Akademie offenbar eher entspricht: die persönliche Situation des einzelnen Naturforschers im Dritten Reich.

Da war dann die Rede von der aussichtslosen Situation, in die irgendetwas jeder einzelne mehr oder weniger schuldhaft verstrickt gewesen sei, vom Unterschied zwischen aufrechter Gesinnungs- und pragmatischer Verantwortungsethik, ohne deren Zusammenspiel keine Gesellschaft funktionieren könne, vom Verhältnis zwischen Ethos, Politik und Wissenschaft auf der einen sowie Dummheit und Bosheit auf der anderen Seite, von der Einsamkeit in der Verweigerung und schließlich davon, daß die Probleme der Naturwissenschaftler im Dritten Reich nicht von einmaliger Natur gewesen seien, man brauche ja doch heute nur gen Osten zu schauen.

Unser bislang meistverkauftes Buch:

Rainer Brämer, Armin Kremer

#### **PHYSIKUNTERRICHT IM DRITTEN REICH**

Eine Lektion in politischer Naturwissenschaft mit 90 S Analyse- und 150 S Dokumentation.

"Ich weiß nicht, wie ich mich in dieser Situation verhalten hätte" - dieses Bekenntnis des Akademiedirektors Martin Stöhr ist möglicherweise eine unerläßliche Voraussetzung für das pastorale Verstehen des Geschehens. Der notwendige politische Lernprozeß wird durch die einseitige Personalisierung des Problems jedoch eher behindert, und der unvermeidliche Hinweis, daß es in dieser Sache nun einmal keine einfachen Erklärungen geben könne, wirkt auch nicht gerade als Ermunterung zu politischem Nachdenken.

#### Unverfügbare Naturwissenschaft?

Die personalistische Aufarbeitung des Themas war allerdings im Ta-

# EVANGELISCHE AKADEMIE ARNOLDSHAIN

## Von der Verführbarkeit der Naturwissenschaft

Naturwissenschaft und Technik  
In der Zeit des  
Nationalsozialismus

gungstichwort der "Verführbarkeit" bereits angelegt, und vielleicht lag hierin auch der Grund für das konservative Übergewicht unter den Teilnehmern. Die Verdrängung des Politischen nahm vor allem im nachmittäglichen "Rundgespräch mit Augenzeugen und Zeitgenossen" geradezu beängstigende Formen an. So konnte sich Professor Döring, emeritierter theoretischer Physiker aus Hamburg, partout nicht vorstellen, daß die Naturwissenschaft als solche überhaupt verführbar sei, denn Wissenschaft gäbe es schließlich überall, sie sei international und könne schon deshalb nichts mit dem Nationalsozialismus zu tun haben. Bestenfalls sei der einzelne Wissenschaftler verführt worden, aber eben nicht als Wissenschaftler, sondern als Mensch. Er selbst habe als überzeugter Deutschnationaler zunächst auch die NSDAP gewählt, sei dann aber durch die Platitüden der Deutschen Physik zunehmend kritischer geworden. Wie er es dennoch geschafft hatte, 1938 nach der nationalsozialistischen Habilitationsordnung Dozent und 1943 Professor an der Vorpostenuniversität Posen zu werden, konnte er indes nur unzulänglich erklären. Eine ausschlaggebende Rolle spielten dabei diverse Schwänke über augenzwinkernde Abmachungen mit im Grunde genommen gar nicht so schlimmen SA-Kumpeln und SS-Vorgesetzten sowie vor allem natürlich die wichtigen Forschungsarbeiten für die Wehrmacht, mit denen man betraut war.

Über ähnliche Augenzwinkereien bis hin zu gelegentlicher Unbotmäßigkeit wußte auch Professor Luck, seinerzeit Schüler von Heisenberg, zu berichten. Wenn dabei gelegentlich der Begriff des "Widerstandes" fiel, so blieb dieser aber offenbar sehr intim, etwa in dem Sinne, wie überall in der Bevölkerung bei passender Gelegenheit ein offenes Wort von Mensch zu Mensch gewechselt wurde. Der zuvor schon von Jörn Behrman in seinem Referat über die Situation der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft im Nationalsozialismus unternommenen Versuch, Max Planck in seiner Eigenschaft als Direktor dieser Gesellschaft zum heimlichen Widerständler hochzustilisieren, wurde indes durch historisch versierte Zuhörer grundsätzlich in Frage gestellt: Zwar habe Planck Einstein schweren Herzens gehen lassen, ihm aber gleichzeitig für seinen freiwilligen, die Gesellschaft politisch entlastenden Abschied gedankt; zwar gehe auch die Gedächtnisfeier für Fritz Haber auf Planck zurück, doch sei es da nicht um den Juden Haber, sondern um den wissenschaftlichen Helden des ersten Weltkrieges gegangen; zwar habe Planck einen persönlichen Vorstoß bei Hitler zugunsten der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft unternommen, doch lief seine Argumentation dabei auf den Unterschied von wertvollen und wertlosen Juden hinaus sowie darauf, daß man die wissenschaftliche Arbeit der wertvollen Juden "aus alten Familien mit bester deutscher Kultur" nicht einfach dem Ausland zugute kommen lassen könne.

Dennoch spricht tatsächlich vieles dafür, daß es Planck und seinen industriellen Nachfolgern im Direktorat der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft gelungen ist, die wissenschaftliche Autonomie der Institution einigermaßen zu wahren und damit die vollständige "Gleichschaltung" der Naturwissenschaften durch den Nationalsozialismus zu verhindern. Auch wenn dabei einzelne Wissenschaftler über die Klinge springen mußten, die Wissenschaft als Ganze blieb vor allem im akademischen Bereich im Kern unpolitisch, hier konnte man relativ frei atmen (Luck) und gelegentlich sogar ein aufmüpfiges Witzchen loslassen.

Gehörten also die Naturwissenschaftler, wie ein Zuhörer das Podiumsgespräch etwas bissig resümierte, alles in allem auch zu jenen Nichtverführten, von deren großer Zahl man sich so recht erst nach 1945 ein Bild machen konnte?

### Heimliches Komplizentum

Spätestens an dieser Stelle konnten die jüngeren unter den Zuhörern nicht mehr an sich halten: Hier werde doch nur die halbe Wahrheit gesagt, es sei doch kein Zufall, daß alle Beteiligten einschließlich der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft schließlich in der Kriegsforschung gelandet seien. Mit dem Militär und der Rüstungsindustrie als Bündnispartner im Rücken sei es vermutlich nicht besonders schwer gewesen, seine "wissenschaftliche Autonomie" zu wahren.

### MÄNNER DER TECHNIK!

Die Härte des Krieges verlangt stählerne Herzen, Glauben an den Sieg und die willensstarke Bereitschaft, alle kommenden Schwierigkeiten zu überwinden.

Das neue Jahr wird die Männer der Technik, der Wissenschaft und der Wirtschaft vor noch schwerere Aufgaben stellen als das vergangene. Schulter an Schulter mit dem bewährten Rüstungsarbeiter werden wir die befohlenen Ziele durch äußerste Pflichterfüllung erreichen.

Alle in der Rüstung und Kriegsproduktion Schaffenden haben im kommenden Jahr die entscheidende Probe zu bestehen.

Das schaffende Deutschland arbeitet für die unbesiegbare Front und den Führer.

Reichsminister für Rüstung und Kriegsproduktion

Aber habe man den Teufel der nationalsozialistischen "Verführung" nicht nur mit dem Belzebub der kriegswissenschaftlichen "Verführung" ausgetrieben? Sei man nicht vom Regen der NS-Ideologie in die Traufe der militaristischen Kriegsmaschinerie geraten? Müsse man die Stillisierung der Wehrforschung als "Dienst am Volksganzen" nicht auch als eine jener

Ideologien ansehen, die allein der Verschleierung des aggressiven Charakters der deutschen Rüstungsanstrengungen dienten? Sei man also als wissenschaftliche Hilfstuppe einer auch das eigene Volk ins Unglück stürzenden Angriffsarmee letztlich nicht genauso der Beihilfe zum Massen- und Völkermord schuldig geworden wie die braunen NS-Schergen selber?

Während manche der älteren Teilnehmer angesichts derart engagiert vortragener Einwände sichtlich betroffen reagierten und laut über den Zusammenhang von Karriereismus und Komplizentum nachzudenken begannen, demonstrierte die Podiums naturwissenschaftler in ihrer z.T. erregten Reaktion, wie wenig sie aus Ihrer eigenen Lebensgeschichte gelernt hatten. Die Lucksche Erwiderung, er sei doch nur zur Entwicklung von Panzerfäusten und Nachtsichtgeräten, also reiner Verteidigungswaffen (einer Angriffsarmee!) zum Heereswaffenamt abgestellt worden, klang immerhin noch wie der Versuch einer Entschuldigung. Professor Döring beharrte demgegenüber verbissen darauf, daß auch in der Militärforschung nur rein wissenschaftliche Arbeit geleistet worden sei. Wenn ihm das als Unterstützung des Nationalsozialismus ausgelegt werde, so weise er dies weit von sich; als Deutsch-Nationaler habe er allein aus selbstverständlichem Pflichtgefühl gegenüber seinem Volk gehandelt. Im Übrigen, so ein anderer Naturwissenschaftler, habe Deutschland als Folge des Versailleser Vertrages auf kriegstechnischem Gebiet ja doch schließlich einen massiven Nachholbedarf gehabt, dem abzuheifen man seiner privilegierten Stellung als Wissenschaftler schuldig gewesen sei.

### Zweifel an der Friedfertigkeit

Nachdem der während einer Pause unternommene Versuch der Tagungsleitung gescheitert war, die zugespitzte Diskussionssituation durch die Auflösung des Plenums in Arbeitsgruppen zu entschärfen, gewannen die Auseinandersetzungen unter der neuen Leitung des Darstädter TH-Professors Hartmut Wendt eine unerwartet aktuelle Wendung. Hatte schon vorher Pro-

fessor Luck als seine persönliche Lehre aus dem Nationalsozialismus die Forderung nach einer absoluten Trennung von Politik und Naturwissenschaft aufgestellt und dabei in der assoziativen Gleichsetzung von Cohn-Bendit und Goebbels die Politisierung der Universitäten in den siebziger Jahren mit ihrer nationalsozialistischen Gleichschaltung in den dreißiger Jahren in Verbindung gebracht, so versuchte Professor Wendt nun, die Frage nach den Parallelen zwischen Studenten- und nationalsozialistischer Bewegung zum Ausgangspunkt der weiteren Debatte zu machen. Dies hatte jedoch nur zur Folge, daß das Thema Kriegsforschung jetzt auch in seiner aktuellen Dimension auf den Tisch kam. Während die eine Seite hierin nur einen ganz normalen Broterwerb sehen konnte, sprach die andere Seite von der Vorbereitung des nächsten Krieges. Konservative Kommunistenängste, technokratische Macherideologien, theologische Imperative, sozialwissenschaftliches Aufklärertum und radikaler Pazifismus prallten nunmehr hart aufeinander.

Das zunehmende Unbehagen der konservativen Teilnehmermehrheit an dieser selbstverschuldeten Politisierung der Diskussion artikulierte sich schließlich in dem spontanen Ausruf eines Podiumsteilnehmers: "Die ganze Sache wird ja umfunktioniert." Da er als Ingenieur allmählich überhaupt nichts mehr verstehe, bitte er den Vorsitzenden um eine strafere Diskussionsführung. Dies ließ sich Professor Wendt nicht zweimal sagen. Nachdem er zuvor schon die Wortmeldung eines besonders engagierten Vertreters der kritischen Minderheit über eine gute Stunde lang immer wieder übergangen und schließlich an den Schluß der Rednerliste gesetzt hatte, fiel er dessen Artikulation von politischen Zweifeln an der reinen Friedfertigkeit der damaligen Heisenbergschen Reaktorforschungen und des modernen Reaktorexports nach Brasilien und Südafrika derart penetrant ins Wort, daß der Betroffene schließlich eine Abstimmung über sein Rederecht verlangte.

Und so kam es, wie es kommen mußte: Von der Tagungsleitung nicht ge-

## Vortragsfolge

Geheim

der 2. wissenschaftlichen Tagung der Arbeitsgemeinschaft  
»Kernphysik« (Reichsforschungsrat — Heereswaffenamt)  
im Haus der Deutschen Forschung,  
Berlin-Steglitz, Grunewaldstr. 35,  
am 26. 2. 1942 um 11 Uhr

1. Kernphysik als Waffe Prof. Dr. Schumann
2. Die Spaltung des Urankernes Prof. Dr. O. Hahn
3. Die theoretischen Grundlagen für die Energiegewinnung aus der Uranspaltung Prof. Dr. W. Heisenberg
4. Ergebnisse der bisher untersuchten Anordnungen zur Energiegewinnung Prof. Dr. W. Bothe
5. Die Notwendigkeit der allgemeinen Grundlagenforschung Prof. Dr. H. Geiger
6. Anreicherung der Uranisotope Prof. Dr. K. Clausius
7. Die Gewinnung von Schwerem Wasser Prof. Dr. P. Bartlett
8. Über die Erweiterung der Arbeitsgemeinschaft »Kernphysik« durch Beteiligung anderer Reichsressorts und der Industrie Prof. Dr. Eass

hindert, entschied sich die Mehrheit der Teilnehmer für ein Rede-  
verbot, und Arnoldshain hatte seinen Sündenfall. Ausgerechnet in einer Veranstaltung zum fünfzigsten Jahrestag der nationalsozialistischen Machtergreifung wurde der mutige Versuch, aus der unheilvollen Liaison von Naturwissenschaft und Militär im Dritten Reich politisch-moralische Lehren für die Gegenwart zu ziehen, von den anwesenden Zeitgenossen des Nationalsozialismus niedergestimmt. Als der solchermaßen Wortlose, von Freunden umringt, nicht schnell genug den Raum verließ, schallte es ihm aus dem Saale noch mehrfach nach: "Nun gehen Sie doch endlich."

### Lesehinweise:

Herbert Mehrrens, Steffen Richter: Naturwissenschaft, Technik und NS-Ideologie - Beiträge zur Wissenschaftsgeschichte des Dritten Reiches. Frankfurt 1980.

Karl-Heinz Ludwig: Techniker und Ingenieure im Dritten Reich. Düsseldorf 1974.

Alan D. Beyerchen: Wissenschaftler unter Hitler. Berlin 1982.

Johannes H. Voigt: Universität Stuttgart - Phasen ihrer Geschichte. Stuttgart 1981.

Wechselwirkung H4 (1980): Schwerpunkt Technik und Naturwissenschaft im Faschismus.

# "Was ist ein Endiviensalat?"

ÖKOLOGISCHE WISSENSCHAFT AUF DEM WEGE ZU NEUEN MYTHEN

Wir sind ein ganzes Stück vorwärts gekommen im Kampf gegen Wissenschaftsgläubigkeit und Technikfaszination. Das goldene Kalb des wissenschaftlich-technischen Fortschritts hat seinen glänzenden Lack verloren, und darunter zum Vorschein gekommen sind knallharte Macht-, Privilegien- und Profitinteressen. Eine wesentliche Rolle bei dieser überfälligen Entmystifizierung von Wissenschaft und Technik hat die ökologische Wissenschaft gespielt. Mit ihren peniblen Bestandsaufnahmen der mit dem "Fortschritt" einhergehenden Umweltzerstörung hat sie die Öffentlichkeit aufgerüttelt, mit ihrer fundierten Kritik an den so segensreich erscheinenden neuen Technologien Politik und Wirtschaft unter Legitimationszwang gesetzt und mit ihren Gegengutachten dem erstaunten Bürger die Fehlbarkeit und Korruptiertheit herrschender Wissenschaft vor Augen geführt. Daß die Gestaltung unserer Zukunft nicht mehr nur als ein rein technisches, sondern wieder als politisches Problem erscheint, an dessen Lösung sich alle Betroffenen beteiligen können und müssen, dies deutlich gemacht zu haben ist nicht zuletzt das wesentliche Verdienst der alternativen Wissenschaft.

In diesem Prozeß ist indes nicht nur der Bürger, sondern auch die Wissenschaft selber politisiert worden. Aus den reinen Sphären des höheren Wissens wurde sie in den Strudel der sozialen Auseinandersetzungen hineingezogen, in dem sie den Mythos ihrer allein der Sache und dem Wohl des Ganzen verpflichteten Unparteilichkeit mehr und mehr aufgeben mußte. Das aber bereitet nicht nur der etablierten, sondern auch der alternativen Wissenschaft erhebliche ideologische Schwierigkeiten.

Jahrhundertlang war die Wissenschaftlerzunft mit dem Postulat

von der wertfreien Wissenschaft bestens gefahren, konnte man sich so doch jedem Mächtigen anbieten, ohne dem schalen Gefühl der Prostitution ausgesetzt oder der Kolaboration verdächtigt zu werden. Und nun auf einmal heißt es zumindest für den progressiven Teil der Zunft, Farbe zu bekennen, Partei zu ergreifen, Risiken einzugehen und in soziale Kämpfe hineingegrissen zu werden. Diesen Schritt getan zu haben, ist aus wissenschaftshistorischer Sicht zweifellos die größte Leistung der Alternativen. Aber sie fühlen sich doch reichlich unwohl dabei.

Dies wird in der gegenwärtigen Auseinandersetzung um das Selbstverständnis der ökologischen Wissenschaft mehr als deutlich. Schon daß die Selbstverständnisdiskussion erst jetzt einsetzt, nachdem man bereits seit einem Jahrzehnt sozusagen als Wolf im Schafspelz die (gemessen am Einsatz) größten Erfolge eingeheimst hat, ist Symptom. Man war eigentlich mehr oder weniger nur in die ganze Sache hineingeschlittert, wollte doch nur saubere, bessere Wissenschaft machen als das Establishment, das für kritisch-schöpferischen Nachwuchs keinen Platz mehr bot. Und nun auf einmal findet man sich mitten in einer politischen Bewegung wieder, muß sich deren Fragen stellen, ja soll sogar als deren geistiger Impulsgeber fungieren.

Die Sprecher der (zum Teil ihrerseits nun schon etablierten) Öko-Institute und ihres Verbandes, der "Arbeitsgemeinschaft ökologischer Forschungsinstitute" (AGÖF), betonen denn auch immer wieder, daß sie sich durch derlei Erwartungen ziemlich überfordert fühlen. Sie seien allein als verantwortungsbewußte Wissenschaftler angetreten, die dem durch die wissenschaftlich-technische Entwicklung drohenden Unheil für Gesellschaft und Menschheit mit ihren Mitteln Einhalt zu

gebieten versuchten. Dies sei Aufgabe genug, allein die daraus erwachsenden wissenschaftlichen Verpflichtungen seien kaum noch zu bewältigen. Jetzt auch noch Konzepte für eine andere, politische Naturwissenschaft zu entwickeln, gewissermaßen als ideologischer Vorreiter für ein grundsätzlich neues Verhältnis von Wissenschaft und Gesellschaft, das sei entschieden zuviel.

Dem halten Kritiker aus den eigenen Reihen entgegen, daß man doch mal darüber nachdenken müsse, ob man bei allen unbestreitbaren Erfolgen nicht zugleich auch dazu beigetragen habe, die technologische Entmündigung der Bürger voranzutreiben. Wo eine Bürgerinitiative aus begründetem Unbehagen gegen ökologische Mißstände vorgehen wolle, da kämen gleich die ökologischen Experten, um ihnen das Problem "sachverständig" aus der Hand zu nehmen. Gernot Böhme, Darmstädter Wissenschaftsphilosoph, konkretisiert das Problem so: Was nützt den Darmstädtern der Streit zwischen Experten und Gegenexperten über die zulässigen Emissionsquoten von Merck, wenn es hinterher noch genauso stinkt wie vorher? Die Fachleute haben ihren Spaß gehabt, die ökologische Seite hat sich vielleicht sogar durchgesetzt; aber den Bürgern sind nunmehr die Hände gebunden, denn wissenschaftlich ist ja alles in Ordnung.

Das Problem des über den Köpfen der Betroffenen agierenden Gegenexpertentums zieht sich denn auch wie ein roter Faden durch die Selbstverständnisdebatte der letzten Monate. Es stellt sich in der Tat gerade in ökologischem Zusammenhang so besonders scharf, weil die ökologisch orientierte Wissen-

schaft grundsätzlich einen erheblich höheren Relevanz- und Gültigkeitsanspruch stellt als die herkömmlichen Fachdisziplinen. Letztere verstehen sich lediglich als dienstbare Zünfte, die die Nutzung ihrer Produkte den anderen überlassen - Brechts "Geschlecht erfinderischer Zwerge", das für alles und jedes genutzt werden kann. Die ökologisch orientierte Wissenschaft aber ist ihrem Selbstverständnis nach stets dem Gesamtzusammenhang verpflichtet, muß die soziale Dimension Ihrer Probleme stets mitreflektieren, ja erhebt Günter Altners zufolge sogar den Anspruch, an der "sozialen Zielprojektion bei der Gestaltung wissenschaftlicher Forschung und technologischer Prozesse" kompetent mitzuwirken.

Mit der Ausweitung ihres wissenschaftlichen Gegenstandsfeldes gerät sie indes in die Gefahr, auch das eigene Expertentum auf immer größere Bereiche auszudehnen. Da eine ganzheitliche Betrachtung von Natur und Technik immer auch Mensch und Gesellschaft mit umfaßt, gehen sie zwangsläufig ins ökologische Kalkül mit ein und werden im natürlich-sozialen Gesamtzusammenhang womöglich auch gleich mit optimiert. Carl Amerys Visionen, denen zufolge die Probleme der Menschheit nur noch lösbar sind, wenn die ganze Gesellschaft unter ökologischer Kuratel steht (Soznat 1/82), verdeutlicht die Richtung, aus der hier Gefahr droht.

Nun kann man freilich einwenden, daß es angesichts der verzweifelten Grabenkämpfe, in denen die ökologische Wissenschaft heutzutage stehe, ja wohl völlig absurd sei, ihr einen irgendwie gearteten Herrschaftsanspruch zu unterstellen. Zwei Dinge geben indes

zu denken. Zum einen beginnen sich Teile der alternativen Wissenschaft unter dem Postulat der institutionalisierten Parallelforschung bereits über die Köpfe der Betroffenen hinweg mit den Herrschenden in Staat, Wirtschaft und Wissenschaft zu arrangieren. Chronischer Geldmangel hier, notorischer Akzeptanzmangel dort lassen die Konturen eines Bündnisses erkennen, das, würde es Wirklichkeit, die "laienhaften" Bürgerinitiativen in der Tat per Expertenabgleich schachmatt setzen könnte. Hier auf bin ich an anderer Stelle ausführlicher eingegangen (Wechselwirkung 14/82).

Zum anderen werden in zunehmendem Maße Ideologien bereitgestellt, die der ökologischen Wissenschaft die Flucht aus der unbehaglichen politischen Konfrontation in die heile Welt des Allgemeinen ermöglichen. Da ist von Gemeinwohl, den Rechten künftiger Generationen und den Bedürfnissen der nicht-menschlichen Natur die Rede (Wechselwirkung 16/82). Neuerdings kommt sogar die Steinersche Anthroposophie ins Spiel, jene übersinnliche Lehre von Sein und Wesen, die hinter aller Natur das Wirken des Geistigen in Form von Äther- und Astralleibern erkennt (Ökomittelungen 1/83). Sicherlich, das technisch-destruktive Naturbild der Vergangenheit muß schleunigst zugunsten eines nicht mehr nur instrumentellen Naturverhältnisses überwunden werden. Aber ob die Frage nach dem Wesen des Endivien-salates wirklich das Problem ist, wie es der Schweizer Anthropologe Georg Maier auf der jüngsten Arbeitstagung des Öko-Institutes unwidersprochen formulierte, muß angesichts der gegenwärtigen politischen Situation doch wohl bezweifelt werden.

Daß die alternative Wissenschaft sich zunehmend jenseitigen Naturmythen zuwendet, die der Natur als solcher Wesen, Sinn und Ziel zusprechen, statt vom grundsätzlich gesellschaftlich geprägten Charakter aller heutigen Natürlichkeit auszugehen, eröffnet ihr indes nicht nur einen Weg ins Unpolitische; dieser Weg ist auch ein Weg nach oben, über die Querelen des Alltags und die Interessen der Beteiligten hinaus auf den Richterstuhl einer neuen Objektivität. Denn eine wesenhaft-autonome Natur bedarf natürlich eines sachkundigen Anwalts, gewissermaßen eines Priesters der höheren Wirklichkeit, der als Eingeweihter die Forderungen dieser Natur an die unwissende Menschheit weitergibt: Ökologie nicht mehr als parteiliche Wissenschaft im sozialen Kampf, sondern als dem allseitigen Wohl verpflichteter Sachwalter der Natur.

Hierzu paßt jener unpolitische Wissenschaftsbegriff, wie ihn der Vorstandssprecher des Öko-Institutes, Armin Bechmann, aus der Rumpelkammer überkommener Wissenschaftsgläubigkeit neuerdings wieder feilbietet. Danach zielt unbefleckte Wissenschaft in erster Linie auf Erkenntnisvermehrung, unterliegt strengen methodischen Regeln, ist Wahrheit und Ehrlichkeit zutiefst verpflichtet und hat vor allem der mündigmachenden Aufklärung "des Menschen" zu dienen. Alles darüber hinaus ist von Übel und fällt unter das Verdikt des vom Öko-Kurator Hartmut Bossel zusammengestellten "Sündenkatalogs" der modernen Forschung. Nicht nur dem Vokabular nach ist die Wissenschaft damit fast dort wieder angelangt, wo sie historisch herkommt: bei der Religion.

Auch wenn man den sich hier andeutenden Rückzug in eine neue/alte

Innerlichkeit vielleicht nicht allzu ernst und keinesfalls schon als beschlossene Sache nehmen sollte, so ist er m.E. doch auf jeden Fall die falsche Reaktion auf die zugegebenermaßen schwierige Lage, in der sich die alternative Wissenschaft derzeit befindet. Statt angesichts der unvermuteten Politisierung der eigenen Tätigkeit erschreckt die alten Gebetsmühlen wieder herauszukramen, sollte man lieber nach dem mehr oder weniger unfreiwilligen ersten nun auch bewußt den zweiten Schritt in Richtung auf eine konsequente Politisierung der Naturwissenschaften gehen. Das aber heißt, daß man sich noch bewußter und nachhaltiger als bisher an der Zerstörung des überkommenen Wissenschaftsmythos beteiligen muß, denn nur so kann man irgendwann einmal die nach wie vor zu beklagende Distanz zur Basis der ökologischen Bewegung überwinden. Dies setzt freilich voraus, zunächst einmal das eigene Verhältnis zur Wissenschaft einer grundlegenden Revision zu unterziehen. Ein erster konkreter Schritt hierzu ist die Entwicklung eines gesunden Mißtrauens gegen jede Form professioneller Selbstüberschätzung in geistiger wie sozialer Hinsicht zugunsten einer sensibleren Wahrnehmung der politisch-sozialen Umwelt.

Was etwa den geistigen Dünkel der sich gern als kulturelle Elite begreifenden Naturwissenschaftler betrifft, so zeigt ein unvoreingenommener Vergleich, daß die gewöhnliche naturwissenschaftliche Arbeit sich weder durch größere Exaktheit und Objektivität noch durch eine höhere Rationalität und Logik von anderen Tätigkeiten (wie etwa der des Uhrmachers, Au-

tomechanikers, Konditors oder Architekten) abhebt, von der Fähigkeit zur Selbstkritik und Umsicht ganz zu schweigen. Ihre imposanten Erfolge haben die Naturwissenschaften lediglich ihrer ebenso geschickten wie zweifelhaften Bündnispolitik zu verdanken, die sie stets an der Seite der jeweils Mächtigen wachsen ließ - ganz ähnlich übrigens wie das Militär, mit dem die Naturwissenschaften denn auch eine Jahrtausende alte innige Beziehung verbindet. Im nüchternen Licht der Geschichte ist die Naturwissenschaft in ihrer alltäglichen Gestalt nur eine Zunft wie jede andere, deren geistige wie materielle Werkzeuge allein für die professionellen Zwecke brauchbar und sonst mehr oder weniger unnütz sind.

Das elitär überzogene Selbstbewußtsein der Naturwissenschaftler gründet sich abgesehen von dem Glanz, der von der Gigantik ihrer technischen Verwertung auf sie zurückfällt, hauptsächlich auf eine maßlose Überschätzung der sog. Wissenschaftstheorie. Was gern als strukturelles Gerüst allen menschlichen Denkens schlechthin ausgegeben wird, ist in Wirklichkeit nicht mehr und nicht weniger als die bloße Zusammenfas-

sung der professionellen Zunftregeln. In ihrer technokratischen Verallgemeinerung fungiert die Wissenschaftstheorie als eine ausgesprochene Standesideologie, die das eigene berufliche Denken für das allgemeine setzt und so als Inkarnation menschlicher Rationalität alle anderen Arten des geistigen Umgangs mit der Natur diskriminiert. Ähnliches gilt für

die Naturphilosophie, die allzu leicht vergessen macht, daß auch alle anderen sozialen Gruppen ein (je spezifisches) Naturverhältnis besitzen. Indem die Naturwissenschaftler das ihre zum einzig wahren monopolisieren, machen sie es ihren jeweiligen Bündnispartnern in einer Totalität verfügbar, die wesentlich für die sich anbahnende ökologische Katastrophe verantwortlich ist. Führt die alternative Wissenschaft diese unheilvolle Tradition fort, so setzt sie sich in einer nach wie vor herrschaftlich geprägten Gesellschaft der Gefahr aus, womöglich die Grundlagen für einen neuen Naturtotalitarismus bereitzustellen.

Aber nicht nur in geistiger, sondern auch in sozialer Hinsicht ist Zurückhaltung vonnöten. Dabei ist weniger die horizontale Spezialisierung der Wissenschaftler das Problem als vielmehr die damit verbundene Anmaßung eines besonderen vertikalen Kompetenz- und Entscheidungsanspruches. Hier gilt es nicht nur Titel- und Kitterprivilegien, sondern auch alle nur entfernt technokratischen Ambitionen abzulegen.

Speziell in der ökologischen Bewegung ist es unerlässlich, die anstehenden Probleme zunächst einmal von ihrer politisch-sozialen Seite her zu durchleuchten, statt sie sich ohne weiteres Nachdenken sogleich als scheinbar rein wissenschaftlich-technische unter den Nagel zu reißen. Erst wenn das Gewicht der gegnerischen Expertokratie in den sozialen Auseinander-

setzungen zu groß zu werden droht, ist der (punktueller) Einsatz professioneller Fähigkeiten gerechtfertigt. Und auch dann wird es weniger um Konzept und Gegenkonzept als vielmehr darum gehen müssen, die Aussagekraft von Wissenschaft überhaupt zu relativieren.

Hier immer das rechte Augenmaß zu finden, wird umso leichter sein, je mehr man in die ökologische Bewegung integriert ist. Ökologische Wissenschaft kann sich nur als (untergeordneter) Teil der Bewegung herrschaftsfrei entfalten - das ist zugleich ihre Schwäche und ihre Stärke. Der Versuch, sie davon losgelöst in autonomen Instituten zu organisieren, mag kurzfristig mehr Schlagkraft versprechen, steht aber langfristig allzusehr in der Gefahr der Vereinnahmung durch das herrschende System.

Um nicht mißverstanden zu werden: Es geht nicht darum, als kritischer Wissenschaftler nur noch im Bühlerhemd herumzulaufen. Im Gegenteil, wie jeder professionellen Gruppierung steht auch den naturwissenschaftlichen Facharbeitern ein gesundes Selbstbewußtsein durchaus zu. Dieses Selbstbewußtsein und die damit verbundenen Ansprüche gilt es lediglich auf das normale Maß (anderer Facharbeitergruppen) zu reduzieren. Insbesondere in der ökologischen Bewegung ist man nur einer unter vielen, weder alleiniger Vertreter des technischen Gemeinwohls noch Inhaber irgendeines Naturdeutungsmonopols. Alternative Karrieren werden sich hierauf kaum gründen lassen, dafür kann man aber jede Menge dazulernen.

rb

# SozNat

PRAXISERPROBTE  
UNTERRICHTSEINHEITEN

- BD 8 : UMWELTBELASTUNG DURCH  
KUNSTSTOFFE 32 S 4,--
- BD 9 : SPAREN VON HEIZENERGIE  
37 S 4,--
- BD 10 : SAURER REGEN 40S 4,--
- BD 11 : STROM HILFT ÖL SPAREN?  
80S 8,50
- BD 12 : WEM HILFT TECHNIK?  
86S 8,50
- BD 13 : SEIFE GESTERN U. HEUTE  
48S 6,50

Geplant für 1983: LARM, ÖKOLOGIE,  
RÜSTUNG, PSYCHOPHARMAKA,.....

Reihe SozNat:

## Mythos Naturwissenschaft

- BD 1: PHYSIKUNTERRICHT IM DRITTEN  
REICH  
Analysen und Dokumente DM 9,--
- BD 4: NATURWISSENSCHAFTLICHER UNTER-  
RICHT IN DER GEGENPERSPEKTIVE  
Kritik und Alternativen DM 16,80
- BD 5: ZWISCHEN AUFLÉHNUNG UND  
KARRIERE  
Naturwissenschaft und Technik aus  
der Gegenperspektive DM 16,80
- NEU: EMPIRIE DES NATURW. UNTERRICHTS  
SozNat - Doppelheft DM 6,--

Bestellungen bei SOZNAT, Ernst-  
Giller-Str. 5, 3550 Marburg

# SozNat

PRAXISERPROBTE  
UNTERRICHTSEINHEITEN

DIE SOZNAT UNTERRICHTSMATERIALIEN  
WERDEN VON DER AG CHEMIE UND PHY-  
SIK HERAUSGEGEBEN UND ERSCHEINEN  
IN UNREGELMÄSSIGER REIHENFOLGE.  
SIE KOSTEN ZUR ZEIT JE NACH UMFANG  
ZWISCHEN DM: 4,-- UND DM: 8,50.

FÜR EIN DAUER-ABONNEMENT WERDEN



20 % RABATT



gewährt.

DASSELBE GILT FÜR EINE ABNAHME VON  
10 EXEMPLAREN UND MEHR.

ABOS GIBT ES FÜR DIE FÄCHERGRUPPE  
PHYSIK/TECHNIK  
UND/ODER  
CHEMIE/BIOLOGIE.

# SozNat

BLÄTTER FÜR SOZIALE ASPEKTE DER  
NATURWISSENSCHAFTEN UND DES NA-  
TURWISSENSCHAFTLICHEN UNTERRICHTS

Unsere Themen:

*NU im militärisch-industriellen  
Interessensfeld/Der Einfluß von  
Wissenschafts- und Lehrerver-  
bänden/Arbeiterkinder im NU/Wirk-  
lichkeit und Wirksamkeit des NU/  
Angst im NU/Naturwissenschaftli-  
che Fachsozialisation und viele  
andere...*

Unsere Autoren:

*Gerda Freise/Peter Fuchs/Ekkehart  
Naumann/Jens Pukies/Falk Rieß/  
Carl Schietzel/Horst Speichert/  
Lutz Stäudel/Alf Wacker/Martin  
Wagenschein und viele andere...*

Unser Abo-System:

*SozNat gibt es sechsmal im Jahr  
gegen eine freiwillige Abo-Spende  
(Höhe je nach Geldbeutel) bei der  
RG SozNat, Ernst-Giller-Str. 5,  
3550 Marburg.*

# Soznat

PRAXISERPROBEN  
UNTERRICHTSEINHEITEN

BD 12: KLAUS HAHNE

## Wem hilft Technik?

HISTORISCHE BEISPIELE EIN-  
FACHER UND ZUSAMMENGESETZ-  
TER MASCHINEN UND IHRER GE-  
SELLSCHAFTLICHEN ANWENDUNG

NEU bei Soznat  
85 S., DM 8,50

# Soznat

PRAXISERPROBEN  
UNTERRICHTSEINHEITEN

BD 13: BETTINA GUST  
FRITZ HEIDORN

## Seife

**GESTERN UND HEUTE**

HERSTELLUNGSVERFAHREN IN  
GESCHICHTE UND GEGENWART,  
NUTZEN UND PROBLEME MO-  
DERNER WASCHMITTEL.

NEU bei Soznat  
48 S. DM 6,50

Bestellungen bei SOZNAT, Ernst-  
Giller-Str. 5, 3550 Marburg

das

# ue - magazin

Das UE - Magazin enthält jeweils mehrere Unterrichtseinheiten für den Unterricht auf der Sek. I. Autoren sind Schulpraktiker, die auf diese Weise ihre ausgearbeiteten Unterrichtsvorschläge einem breiten Kollegenkreis zugänglich machen können. (Daher können auch Sie als Autor mitmachen\*).

Jedes Heft umfaßt 60 Seiten DIN A4. Alle Vorlagen für Arbeitsblätter oder Folien dürfen kopiert werden. Das Magazin erscheint 4 bis 6mal pro Fach und Jahr und kostet im Abonnement DM 5,80 pro Heft + Versand.

Bisher erschienen ist das UE - MAGAZIN TECHNIK (ab Sept. 1982)

In Vorbereitung sind UE - MAGAZIN BIOLOGIE (ab Sept. 1983)

und die UE - Magazine für die Fächer Physik, Chemie und Mathematik.

Weitere Informationen: DIDAKTISCHER DIENST  
Mozartstr. 3 - 3202 Bad Salzdetfurth

\*Einzelheiten auf Anfrage beim Verlag.