

Bethge, Thomas; Schecker, Horst

Der Bildungswert der Naturwissenschaften. Über Versuche, mehr als nur Fächer zu unterrichten

Die Deutsche Schule 90 (1998) 3, S. 305-320



Quellenangabe/ Reference:

Bethge, Thomas; Schecker, Horst: Der Bildungswert der Naturwissenschaften. Über Versuche, mehr als nur Fächer zu unterrichten - In: Die Deutsche Schule 90 (1998) 3, S. 305-320 - URN: urn:nbn:de:01111-pedocs-309740 - DOI: 10.25656/01:30974

<https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:01111-pedocs-309740>

<https://doi.org/10.25656/01:30974>

Nutzungsbedingungen

Gewährt wird ein nicht exklusives, nicht übertragbares, persönliches und beschränktes Recht auf Nutzung dieses Dokuments. Dieses Dokument ist ausschließlich für den persönlichen, nicht-kommerziellen Gebrauch bestimmt. Die Nutzung stellt keine Übertragung des Eigentumsrechts an diesem Dokument dar und gilt vorbehaltlich der folgenden Einschränkungen: Auf sämtlichen Kopien dieses Dokuments müssen alle Urheberrechtshinweise und sonstigen Hinweise auf gesetzlichen Schutz beibehalten werden. Sie dürfen dieses Dokument nicht in irgendeiner Weise abändern, noch dürfen Sie dieses Dokument für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, aufführen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Mit der Verwendung dieses Dokuments erkennen Sie die Nutzungsbedingungen an.

Terms of use

We grant a non-exclusive, non-transferable, individual and limited right to using this document.

This document is solely intended for your personal, non-commercial use. Use of this document does not include any transfer of property rights and it is conditional to the following limitations: All of the copies of this documents must retain all copyright information and other information regarding legal protection. You are not allowed to alter this document in any way, to copy it for public or commercial purposes, to exhibit the document in public, to perform, distribute or otherwise use the document in public.

By using this particular document, you accept the above-stated conditions of use.

Kontakt / Contact:

peDOCS
DIPF | Leibniz-Institut für Bildungsforschung und Bildungsinformation
Informationszentrum (IZ) Bildung
E-Mail: pedocs@dipf.de
Internet: www.pedocs.de

Digitalisiert

Mitglied der


Leibniz-Gemeinschaft

Die Deutsche Schule

Zeitschrift für Erziehungswissenschaft,
Bildungspolitik und pädagogische Praxis

90. Jahrgang 1998 / Heft 3

Offensive Pädagogik:

Jörg Schlömerkemper

262

Bildung bleibt wichtiger als Leistung!

Die internationalen Leistungsvergleiche haben den Blick für das, was in den Schulen passiert bzw. passieren soll, auf eine Dimension eingeengt, die zwar nicht unwichtig ist, in der sich aber nicht entscheidet, wie sich die Zukunft der heranwachsenden Generation und der Gesellschaft gestaltet. Was mit einer auf „Bildung“ zielenden Reform eingeleitet worden ist, darf nicht leichtfertig aufs Spiel gesetzt werden!

Jutta Mägdefrau und Ralf Vollbrecht

266

Medienkompetenz als Bildungsaufgabe

Über den Umgang mit neuen Herausforderungen der Schule

„Medienerziehung“ scheint weitgehend als notwendig verstanden zu werden, aber ebenso scheint man sich einig darin zu sein, daß „Medienkompetenz“ allenfalls eine Hilfsfunktion ist. Demgegenüber wird hier die Auffassung vertreten, daß schulische Bildung, wenn sie sich der Herausforderung der neuen Medien stellt, eine ganz andere Bedeutung für die Lernenden, aber auch für die Lehrenden haben kann.

Klaus-Peter Horn

278

„Erziehung nach Auschwitz“ und das Internet

Es mag auf den ersten Blick erschrecken, wenn so verschiedene Dinge wie der Holocaust und die modernen elektronischen Medien miteinander verknüpft werden. Wenn man es nüchtern betrachtet, eröffnen sich jedoch vielfältige Möglichkeiten, die sogar „authentische“ Zugänge erlebbar machen und eine kritische Auseinandersetzung anregen können.

Joachim Kahlert, Reinhold Hedtke und Volker Schwier

284

Internet und Unterrichtsvorbereitung

Elektronische Planungshilfen im Urteil von Lehrerinnen und Lehrern

Begriffe wie „Datenautobahn“ und „vernetztes Lernen“ haben die Erwartung geweckt, den informationstechnischen Fortschritt für schulisches Lehren und Lernen zu nutzen. Tatsächlich lassen sich aktuelle und hilfreiche Informationen, Materialien und

Anregungen im Internet finden. Aber viele potentiell hochwertige Informationen und Materialien gehen vermutlich noch in der Informationsflut unter.

Wolfgang Bittner

300

Lese-Kultur gegen Gewalt

Ein Plädoyer für eine zivilisatorische Notwendigkeit

Der Autor beobachtet mit Sorge, daß bei Kindern und Jugendlichen Gewalttätigkeiten in vielen Formen zunehmen. Er vermutet die Ursachen u.a. in den schlechten Vorbildern, die in der Öffentlichkeit präsentiert werden. Er plädiert für eine Förderung des Lesens, weil Literatur dazu anregen kann, humaner, vernünftiger und natürlicher zu leben und sensibler miteinander umzugehen.

Thomas Bethge und Horst Schecker

305

Der Bildungswert der Naturwissenschaften

Über Versuche, mehr als nur Fächer zu unterrichten

Wie kann der Unterricht in den Naturwissenschaften dazu beitragen, das Weltbild der Schülerinnen und Schüler aufzubauen und die Kommunikation zwischen Experten und Laien zu sichern? Zur Klärung dieser Frage wird der Unterschied zwischen den konkreten, auf Phänomene bezogenen Interessen der Lernenden und der Systematik der Naturwissenschaften diskutiert. In der fächerübergreifenden Kooperation können unterschiedliche Zugänge zum gleichen Thema gegenübergestellt werden.

Eiko Jürgens

321

Wege zu selbständigem Lernen

Erfahrungen von Lehrerinnen und Lehrern mit Freiarbeit

Schule und Unterricht sollen nicht nur Wissen vermitteln, sondern die Schülerinnen und Schüler zur Selbständigkeit, zu Selbstbestimmung, Kritikfähigkeit, individueller Handlungsfähigkeit und Mündigkeit erziehen. Zur Umsetzung eines solchen selbstverantwortlichen und selbstgesteuerten Lernens wird häufig auf die Vorteile des Offenen Unterrichts, insbesondere der Freiarbeit, verwiesen. Den bisher bestehenden Mangel an entsprechenden empirischen Befunden versucht diese Studie durch eine Befragung von Lehrerinnen und Lehrern zu beheben.

Christian Alix und Peter Alex Ehrhard

333

Weiterbildung durch Lehreraustausch

Aufbrechen – An fremden Orten lehren – Grenzen überwinden

Noch lassen sich nur wenige Kolleginnen und Kollegen darauf ein, an fremden Orten zu arbeiten. Aber eine solche Mobilität wird an Bedeutung gewinnen, je mehr sich das Bildungswesen international öffnet. Die Erfahrungen jenseits der Grenzen sind positiv, wenn die Bedingungen dafür gegeben sind. Auf der Grundlage evaluativer Studien werden Empfehlungen und Handlungshilfen gegeben. Es werden aber auch Defizite benannt.

Klaus Seitz

347

Politische Bildung in der Einen Welt

Die Empfehlung der Kultusminister „Eine Welt/Dritte Welt ...“

Die Bildungspolitik hat bislang auf die globale Herausforderung nur zögerlich reagiert. Die Kultusminister scheinen dies jetzt ändern zu wollen. Ihre Empfehlung „Eine Welt/Dritte Welt in Unterricht und Schule“ enthält positive Ansätze. Sie ist aber an einigen Stellen in eklatanter Weise unzulänglich, vor allem weil sie einem paternalistischen Entwicklungs- und Kulturverständnis verhaftet bleibt, das der zusammenwachsenden Welt des 21. Jahrhunderts kaum gerecht werden kann.

Was können wir von Japan lernen?**Ein Plädoyer für die Öffnung der Schule zur Freizeitwelt**

Japan hatte 1993 mit einer großen Bildungsreform in der Schule „Kreativität und Diversifikation“ fördern wollen, war darin aber nicht sehr erfolgreich. Nach wie vor spielen vielfältige außerschulische Aktivitäten eine große Rolle. Das darin steckende Potential an „Interessen“ sollte stärker in das Bildungsverständnis einbezogen werden, damit sich Bildung in einem ganzheitlichen „Person-Umwelt-Verhältnis“ entfalten kann.

Neuerscheinungen:

- Harald Scholtz: *Gymnasium zum Grauen Kloster 1874 – 1974 (HGH)*
- Gisela Rotermund: *Zwischen Gleichschaltung und Selbstbehauptung (HGH)*
- Achim Leschinsky und Gerhard Kluchert: *Zwischen zwei Diktaturen (HGH)*
- Karl-Oswald Bauer: *Professionelles Handeln in pädagogischen Feldern (B.G.)*
- Gerhard Eikenbusch: *Praxishandbuch Schulentwicklung (Krüsmann)*
- Gerd Schubert: *Schulentwicklung konkret (Krüsmann)*
- Michael Schratz und Ulrike Steiner-Löffler: *Die Lernende Schule (Krüsmann)*
- Hans-Günter Rolff, Claus G. Bühren, Detlev Lindau-Bank und Sabine Müller: *Manual Schulentwicklung (Krüsmann)*
- Manfred Sader: *Psychologie der Gruppe (B.G.)*
- Conrad Gründer, Andreas Gruschka und Meinert A. Meyer (Hg.): *Philosophie für die europäische Jugend (JöS)*
- Peter Ludwig (Hg.): *Summerhill. Antiautoritäre Pädagogik heute (Gehlert)*
- Frank-Olaf Radtke: *Wissen und Können (Nemitz)*
- Luise Winterhager-Schmid: *Berufsziel Schulleiterin (Lemmermöhle)*
- Horst Kasper: *Mobbing in der Schule (Papesch)*
- Dietmar Sturzbecher (Hg.): *Jugend und Gewalt in Ostdeutschland (Hopf)*
- *Vergleichende Erziehungswissenschaft: Herausforderung – Vermittlung – Praxis (JöS)*
- Beck / Guldemann / Zutavern (Hg.): *Lernkultur im Wandel (JöS)*
- Dieter Haarmann (Hg.): *Wörterbuch Neue Schule (JöS)*
- Detlef Fickermann, Horst Weishaupt, Peter Zedler (Hg.): *Kleine Grundschule in Europa (JöS)*
- Stefan Appel: *Handbuch Ganztagsschule (JöS)*
- *Rechts ABC (JöS)*

Hinweis: Inhaltsverzeichnisse früherer Hefte und eine Liste der rezensierten Publikationen sind im Internet über <http://www.gew.de> zu finden.

„Die Deutsche Schule“ (Schools in Germany)

Content of Volume 90, 1998, No. 3

- Offensive Pedagogy:** 262
Jörg Schlömerkemper
Education remains to be more important than achievement.

International comparisons of school achievement have focused on one particular dimension which, although not unimportant, is hardly decisive for the fate of society and the next generation and society. The reform movement launched under the capture "Bildung" should not easily be put at risk.

- Jutta Mägdefrau und Ralf Vollbrecht 266
Media competence as educational task
Dealing with new challenges for schools

The importance of "media education" seems to be widely accepted, whereas "media competence" is seen at best as some kind of 'aid'. In opposition to this view, the authors are of the opinion that school education when facing the challenges posed by the new media can gain new meaning for learners and also for teachers.

- Klaus-Peter Horn 278
"Education after Auschwitz" and the Internet

On a first glance finding such different things as the Holocaust and modern electronic media in the same context may come as a shock. On second thoughts however, a variety of new possibilities emerge opening up "authentic" approaches leading to critical reflection.

- Joachim Kahlert, Reinhold Hedtke und Volker Schwier 284
Internet and Class Preparation
Teachers evaluate the use of electronic aids

On account of the virtually unlimited possibilities of the world wide data network the internet seems to be useful for teacher's work. But in reality, when teachers are looking for information to prepare lessons, a lot of hurdles, hitches and problems will turn net-surfing into hard work tattering nerves and consuming time without any guarantee of success. This is one main result of a pilot study which has investigated how teachers are using the internet for preparing lessons.

- Wolfgang Bittner 300
A Culture of Reading against Violence
Plea on behalf of a 'civilisatory necessity'

The author is concerned about the increase of violent acts committed by children and youngsters. Among other factors, he suspects some of the causes to be lying in bad

public role models. Since literature may contribute to leading a more humane, rational and harmonious life, he pleads for a strong support of reading.

Thomas Bethge und Horst Schecker
On the educational value of science instruction
Attempts to teach more than separate subjects

305

What are the specific contributions of science instruction for students' world views and in regard to maintaining dialogues between experts and novices? The article analyzes the discrepancies between students' everyday-life and abstract scientific knowledge. Interdisciplinary cooperation between courses from the three sciences can trigger the reflection of subject-specific methodological issues.

Eiko Jürgens
Roads to Independent Learning
Teachers' opinions on "Free Work"

321

The purpose of school is not simply that of passing on knowledge but of educating students for self-determined, independent, critical, autonomous action. In the course of realizing responsible and self-directed learning, the advantages of 'open instruction', are stressed. The study presents results of teacher interviews thus adding important empirical data to this area of research.

Christian Alix und Peter Alex Ehrhard
In-Service Training through Teacher Exchange
Chances and Challenges of International Mobility

333

There are still few teachers willing to transcend boundaries and work in foreign locations. However, as a part of the increasing internationalization of education and the opening up of education systems, teacher mobility will gain in importance. Various concepts and evaluations highlight the great potential it could hold. In conclusion recommendations and guidelines are formulated and uncharted areas are indicated.

Klaus Seitz
One World/Third World in school and instruction

347

Global education is an answer to globalisation processes and their chances as well as their risks. Therefore various states of the Federal Republic of Germany have expanded the scope of teaching development and "Third World" issues. The recommendation "Teaching 'One World/Third World' issues at school" makes the attempt to integrate these aspects into a common policy framework. The article analyses the objectives and pedagogical principles of this recommendation.

Jens Lipski
What can we learn from Japan?
Stimulations for the opening of schools to the world of leisure times

362

Intending to promote "creativity and diversity", Japan had launched an educational reform program in 1993, which by now, can be said to have partly failed. Extracurricular activities still play a large role. The interests involved should be integrated into regular instruction so that education can unfold in a holistic "person-environment" relationship.

Der Bildungswert der Naturwissenschaften

Über Versuche, mehr als nur Fächer zu unterrichten

Der Unterricht in den naturwissenschaftlichen Fächern Physik, Chemie und Biologie steckt in *einer Krise* – wenn auch je nach Fach unterschiedlich ausgeprägt. In der Öffentlichkeit wird sie allerdings erst als Ergebnis der TIMS-Studie¹ wahrgenommen und zwar mit Blick auf das schlechte Abschneiden der deutschen Schulen im internationalen Vergleich bei den mathematischen und naturwissenschaftlichen Leistungen der Schülerinnen und Schüler. Die Debatte über notwendige Weiterentwicklungen des naturwissenschaftlichen Unterrichts wird öffentlich bisher kaum geführt. Die Auflage eines Modellversuchsprogramms² der Länder und des Bundes zur Weiterentwicklung des mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterrichts und ein vorbereitendes Gutachten (BLK 1997) bieten einen ersten inhaltlichen Ansatz zu einer schulnahen Weiterentwicklung des Unterrichts, in dem auch der Sicht der Schülerinnen und Schüler Raum gegeben wird.

Von Fachdidaktikern, Lehrern und auch den Fachverbänden wird die Krise bereits seit vielen Jahren diskutiert. Sie manifestiert sich als

- *Akzeptanz-Krise* auf Seiten der Schülerinnen und Schüler, die Naturwissenschaften, speziell Physik und Chemie, als „schwierig“ und „unattraktiv“ bezeichnen und in der Oberstufe – sobald es möglich wird – abwählen; sowie als
- *Inhalts- und Methodenkrise*: Nach Meinung vieler Lehrer und Fachdidaktiker sind die Inhalte zu abstrakt, theoretisch und von Alltagsbezügen entfernt; die Wirkungen des Unterrichts beim Aufbau einer naturwissenschaftlich-technischen Bildung, die zur Teilnahme an gesellschaftlichen Entscheidungen befähigt, sind unbefriedigend.

Die beiden Aspekte sind aus der Sicht der Jugendlichen unmittelbar verbunden. Sie nehmen den Unterschied zwischen *naturwissenschaftlichem Unterricht und ihrer Lebenswelt* als Kluft wahr: Ihre Tätigkeit in der Schule soll keine verlorene Lebenszeit sein und einen für sie nachvollziehbaren Sinn haben. Die Ausrichtung auf die in einer späteren Beruflichkeit geforderten Qualifikationen kann diesen Sinn nur beschränkt stiften, da eine klare berufliche Perspektive nicht existieren kann und auf die Zukunft gerichtete

1 3. Internationale Mathematik- und Naturwissenschaftsstudie (TIMSS). Die deskriptiven Befunde der Studie für die Bundesrepublik Deutschland finden sich bei Baumert u.a. (1997).

2 Modellversuchsprogramm der Bund-Länder-Kommission für Bildungsplanung und Forschungsförderung (BLK) mit dem Titel: „Steigerung der Effizienz des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts“

Anforderungen nicht deutlich herauszuarbeiten sind. Von den Schülerinnen und Schülern wird deshalb ein stärkerer Rückbezug auf den Wert von Bildung für das eigene Selbstkonzept eingefordert, mit unmittelbarem Bezug zur augenblicklichen Lebenssituation. Inhalte und Fächer, die diesen direkten Bezug zur eigenen Person aufweisen, gewinnen an Bedeutung. Die naturwissenschaftlichen Fächer leisten dies nur beschränkt, was sich in den entsprechenden Untersuchungen über die Entwicklung des Interesses am Unterricht widerspiegelt (s. Hoffmann/Lehrke 1986).

Die fachdidaktische Forschung belegt mit empirischen Untersuchungen zudem eine *begrenzte Wirksamkeit des Unterrichts* beim Aufbau naturwissenschaftlichen Wissens und Könnens. Das Gefühl, kontinuierlich einen Kompetenzzuwachs zu erfahren, kommt nicht auf. Andererseits ist die Erfahrung der eigenen Leistungsfähigkeit für die Schülerinnen und Schüler wichtig; für die Wahl der Leistungskurse in der Oberstufe ist es z.B. ein dominantes Motiv (s. Roeder / Gruehn 1996, 511). Nicht also eine mangelnde Anstrengungsbereitschaft ist – wie vielfach vorschnell geurteilt wird – ein Grund für die geringe Anwahl von Physik- oder Chemiekursen, sondern das Fehlen von Erfolgserlebnissen – bezogen auf die Entwicklung der eigenen Kompetenz – in der Sekundarstufe I.

Die Legitimationskrise liegt auch darin begründet, daß die Fachverbände als Sachwalter des naturwissenschaftlichen Unterrichts diese Befunde nicht berücksichtigen. Sie versuchen vielmehr, dessen Legitimation zu sehr aus dem *Gebrauchswert* der zu vermittelnden Kenntnisse und Fähigkeiten abzuleiten, statt sich mit dem Begriff der *naturwissenschaftlichen Bildung* auseinanderzusetzen (s. Lauterbach 1994). Die *scheinbare Evidenz* der Notwendigkeit naturwissenschaftlicher Kenntnisse in einer wissenschaftlich-technisch orientierten Gesellschaft hat zu einer mangelnden Beteiligung an der seit einigen Jahren neu belebten Debatte um den Begriff der „Allgemeinbildung“ geführt (mit Ausnahmen, wie z.B. Dahncke 1994). In der öffentlichen Rezeption der TIMSS-Kritik wird dieser Mangel augenfällig.

Um den Stellenwert des naturwissenschaftlichen Unterrichts deutlich zu machen, ist es notwendig, die Debatte in der *Erziehungswissenschaft und Didaktik* über „allgemeine Bildung“ aufzugreifen und die Bedeutung der naturwissenschaftlichen Fächer in einer bildungstheoretischen Sicht zu reflektieren.

Im folgenden ersten Abschnitt wird der Diskussionsstand um die Allgemeine Bildung als Aufgabe der öffentlichen Schule kurz dargestellt. Danach werden in einem zweiten Abschnitt die besonderen Merkmale naturwissenschaftlicher Bildung herausgestellt und auf die Allgemeinbildungsdebatte bezogen (Abschnitt 3). Welche Folgerungen für die Verbesserung der naturwissenschaftlichen Bildung und der Sicherung des naturwissenschaftlichen Unterrichts zu ziehen sind, wird in einem weiteren Abschnitt erläutert.

1. Allgemeine Bildung

Der Begriff der allgemeinen Bildung wird hinsichtlich der *Zielsetzung und Aufgabe* von Schule vielschichtig verwendet. Was sich hinter ihm verbirgt, läßt sich nur auf einer abstrakten Ebene klären, die schulisches Handeln nicht konkret bestimmen kann. Weder ist der Stellenwert von Schulfächern

eindeutig, noch sind curriculare Entwürfe deduzierbar. Die Debatte ist insofern unbefriedigend, läßt aber die grundlegende Richtung erkennen, in der Schule unter dem Anspruch allgemeiner Bildung zu gestalten ist. Sie gibt damit den notwendigen Rahmen für schulisches Handeln und macht Bezugspunkte deutlich.

1.1 Dimensionen der Allgemeinbildung

Als Bezugspunkt allgemeiner Bildung dienen Leben und Zurechtfinden in unserer Gesellschaft und Kultur. Fertigkeiten, Kenntnisse und Techniken – verstanden als *Orientierungswissen in zentralen Wissensbereichen* – müssen eingeübt werden, um die Kontinuität von Gesellschaft und Kultur zu sichern. Hierin manifestiert sich das Interesse der Gesellschaft an ihrem Fortbestand und ihrer Entwicklung. Es gibt zwar einen historisch weitgehend invarianten Kern von dem, was unter allgemeiner Bildung gefaßt werden kann. Es lassen sich daraus aber keine zwingenden Inhalte oder Fertigkeiten für die Schule finden. Was allein Bestand hat, ist der „Kanon“ der allgemeinen Bildung – nicht verstanden als Summe der Lehrplaninhalte, sondern als Gefüge und Bauprinzip der schulischen Curricula (s. Tenorth 1994, 124). In der gymnasialen Oberstufe wird das Gefüge in den drei Aufgabenfeldern repräsentiert: dem sprachlich-literarisch-künstlerischen, dem historisch-gesellschaftswissenschaftlichen und dem mathematisch-naturwissenschaftlichen. In konkreter fachbezogener Auslegung gilt diese Gliederung auch als Strukturierungsprinzip in der Sekundarstufe I. Ein so definierter Kanon von Lernbereichen ist einerseits offen für die Aufnahme neuer Fächer bzw. fachlicher Perspektiven, andererseits hat die Grundstruktur sich in der Vergangenheit als relativ stabil erwiesen.

Ein Kanon – festgelegt durch Lernbereiche bzw. Aufgabenfelder – bildet den gesellschaftlich *tradierten Horizont für Kommunikation*, ist damit gleichzeitig Ausgangspunkt nicht nur gesellschaftlicher sondern auch der personalen Entwicklung. Die kulturelle Kontinuität ist Hintergrund für Verständigungsprozesse in der Gesellschaft und damit auch Grundlage ihrer Veränderung und Entwicklung. Die kulturelle und gesellschaftliche Überlieferung muß offen sein für differenzierte Geltungsansprüche und Grundeinstellungen, ihre tradierten Interpretationen müssen in Frage gestellt werden können. Dieser Prozeß wird – von der personalen Seite aus gesehen – ergänzt um die Gewinnung von Ich-Stärke und die Erarbeitung einer Ich-Identität. Schülerinnen und Schüler nehmen an den Verständigungsprozessen aktiv teil, erarbeiten und behaupten dabei ihre eigene Identität. Die Entwicklung der Persönlichkeit erfordert eine Balance personaler und sozialer Identität. Durch die Einübung in Kultur und Gesellschaft wird die Grundlage geschaffen für die Wahrnehmung der Staatsbürgerrolle als „mündige Bürger“.

1.2 „Bildender Unterricht“

Ein Unterricht, der sich im wesentlichen durch den Erwerb von Kenntnissen und Fähigkeiten definiert, kann die oben formulierten Ansprüche nicht einlösen: Er ist nicht „bildend“. Zu den Kenntnissen und Fertigkeiten müssen *Sinnfragen und Aspekte des Lebensbezuges* als konstitutive und expli-

zite Anteile des Fachunterrichts treten. Der Unterricht darf sich nicht darauf beschränken, deklaratives und prozedurales Wissen zu vermitteln – also Wissen um bestimmte Fakten und Vorgehensweisen bei der Lösung von Aufgabenstellungen; vielmehr muß er die Bedeutung der bearbeiteten Themenstellungen für das eigene Lebensumfeld oder auch der wirtschaftlichen und politischen Prozesse mit zum Unterrichtsgegenstand machen. Wissen an sich – und sei es wissenschaftlich begründet – ist nicht aus sich heraus bildend (s. Schilmöller 1995). Die Beschäftigung mit Wissenschaft ermöglicht Bildung, bringt sie aber nicht zwingend mit sich. Sachwissen erweist sich erst dann als bildend, wenn es in einen persönlichen bzw. gesellschaftlichen Kontext gestellt wird.

In einem System „bildender Interpretation neuzeitlicher Wissenschaft“ als Methode der Unterweisung wird von Benner (1990) neben der fachwissenschaftlichen Unterweisung auch Raum für eine erkenntnistheoretische, wissenschaftsgeschichtliche und praxisphilosophische Ebene gefordert. Für den naturwissenschaftlichen Unterricht bedeutet dies eine Abkehr von einem nur auf die Fachsystematik ausgerichteten Unterricht.

In der gymnasialen Oberstufe werden von der KMK-Expertenkommission zur Weiterentwicklung der GyO (KMK 1995) *komplexe Lehr-Lern-Arrangements* vorgeschlagen, in denen an authentischen, realitätsnahen und damit mehrperspektivisch zu bearbeitenden Problemstellungen gelernt wird. Um sich die Rolle der Wissenschaft im Alltag zu verdeutlichen und die fachlichen Denkweisen zu reflektieren, ist es notwendig, den Unterricht stärker fachübergreifend zu gestalten (ebd., 166). Damit ist nicht ein durchgehend integrierter Unterricht gemeint, etwa ein Fach „Naturwissenschaft“, sondern eine differenzierte Form der Überschreitung der Fachlichkeit aus dem Fachunterricht heraus oder der Verbindung von Fachsichten im fächerkoordinierten Unterricht (s. Huber 1995, 167f.).

Der naturwissenschaftliche Unterricht muß sich den in der erziehungswissenschaftlichen Debatte aufgeworfenen Fragen stellen und insbesondere den konkreten Nachweis erbringen, daß er beiträgt

- zur Förderung der *Identitätsentwicklung* der Schülerinnen und Schüler,
- zum *Orientierungswissen* zur Sicherung von kultureller Kohärenz und
- zum bildenden Erwerb von Kenntnissen und Fähigkeiten in sinnstiftenden Kontexten.

Wir wollen an diese Fragen in zwei Stufen herangehen. Zunächst werden die spezifischen Merkmale naturwissenschaftlicher Bildung ausformuliert und in einem zweiten Schritt auf die Ausführungen zur allgemeinen Bildung bezogen.

2. Merkmale naturwissenschaftlicher Bildung

Zieht man Aussagen in Standardwerken der naturwissenschaftlichen Fachdidaktiken heran oder nimmt man auf grundlegende Zielformulierungen in Lehrplänen Bezug, findet sich eine Auflistung von Schlüsselqualifikationen, die auch unter den *Zielen allgemeiner Bildung* genannt werden: Autonomie, Kommunikationsfähigkeit, Handlungsfähigkeit, Verantwortungsfähigkeit sowie Kooperationsfähigkeit (z.B. Töpfer/Bruhn 1976, 37f.).

Zur Charakterisierung der spezifischen Merkmale naturwissenschaftlicher Bildung leistet das jedoch kaum einen Beitrag. Die Ziele finden zudem einen zu geringen Niederschlag in den curricularen Konkretisierungen der naturwissenschaftlichen Unterrichtsfächer, deren Entwicklung vorrangig unter fachsystematischen Gesichtspunkten erfolgt. Diese Diskrepanz zwischen Präambeln und fachlich-inhaltlichen Festlegungen in Lehrplänen – verdeutlicht noch durch ihre unterrichtliche Realisierung – ist kein Spezifikum naturwissenschaftlicher Curricula.

Im folgenden Teil werden die besonderen Kennzeichen naturwissenschaftlicher Bildung in bezug auf den Erkenntnisgegenstand „Natur“ und die besonderen Ziele und Formen seiner Erfassung beschrieben.

Herausgearbeitet werden dabei die konstitutiven Anteile naturwissenschaftlicher Allgemeinbildung, gegliedert in die vier Aspekte:

- Zugang zur natürlichen und technischen Umwelt,
 - Emanzipatorische Bedeutung der Naturwissenschaften,
 - Erkenntnismethode der Naturwissenschaften
- und damit verbunden:
- Naturwissenschaftliche Konzepte als grundlegende Deutungsmuster.

2.1 Zugang zur natürlichen und technischen Umwelt

Naturwissenschaftliche Bildung bezieht sich auf die Betrachtung der natürlichen und technischen Umwelt in ihrer Beziehung zum Menschen. Ein Verständnis von der Natur soll auf der Grundlage von *Naturerleben und Naturerfahrung* (Gropengießer/Kattmann 1994) erarbeitet werden. Als Gegenstandsbereich des naturwissenschaftlichen Unterrichts gelten die „natürlichen Lebensbedingungen“ (z.B. Ministerium f. Bildung 1992, 23). Sie werden in den curricularen Vorgaben von Lehrplänen inhaltlich insofern konkretisiert, als daß die technologische Entwicklung, die Nutzung der Erkenntnisse der Fachwissenschaften durch Technik und Industrie sowie die „aktuellen Probleme der Umweltgestaltung“ (ebd., 17) Gegenstand des Unterrichts und Kristallisationspunkt naturwissenschaftlicher Bildung sein sollen. Dabei wird die Verknüpfung der technologischen Entwicklung und der Entwicklung der Umweltgestaltung mit übergreifenden – u.a. gesellschaftspolitischen – Fragestellungen einbezogen. Die material definierte Zielsetzung des Unterrichts erhält damit eine über den eigentlichen naturwissenschaftlichen Inhaltsbereich hinausweisende Komponente. Bei Kremer/Stäudel (1993, 381f.) wird versucht, diese transzendierenden Aspekte systematischer darzustellen: Es werden Unterrichtsinhalte der Naturwissenschaften angesprochen, die von ihrer Intention an die von Klafki (1994) formulierten Schlüsselprobleme anknüpfen.

2.2 Emanzipatorische Bedeutung der Naturwissenschaften

Kulturhistorisch haben die Naturwissenschaften einen entscheidenden Beitrag zur Befreiung des Denkens von der unverstandenen und mythologisch gedeuteten Macht der Naturgewalten und menschlichen Schicksale geleistet. Ihre Bedeutung für die *gesellschaftliche Entwicklung* – nicht nur bei der Entwicklung von Industrie und Technologie, sondern auch für das

Weltbild und das Denken unseres Kulturkreises – wird von Pukies (1979) zum Anlaß genommen, das Wissen um die historische Genese der Naturwissenschaften als ein zentrales Merkmal naturwissenschaftlicher Bildung anzusehen. Pukies kann an Entwicklungen *reformpädagogischer Konzepte* anschließen, die der Naturerkenntnis und der Beschäftigung mit der natürlichen und technischen Umwelt, einschließlich des Herstellens von Objekten, einen hohen Wert für die freie Entfaltung der Persönlichkeit beigemessen haben. Die Naturwissenschaften haben diesen Aspekt in der aktuellen Diskussion um den Stellenwert von Fächern bzw. Fächergruppen nicht genügend umgesetzt. Die Aufnahme reformpädagogischer Konzepte erfolgt in der heutigen Diskussion – anders als noch in den zwanziger Jahren – ohne expliziten Bezug zu den Naturwissenschaften. Der emanzipatorische Gehalt des naturwissenschaftlichen Unterrichts im Sinne reformpädagogischer Traditionen muß wieder neu belebt werden.

2.3 Die Erkenntnismethode der Naturwissenschaften

Die Methode der hypothesengeleiteten Beobachtung und Systematisierung, der Planung und Ausführung von *Experimenten*, ist das *konstitutive Merkmal der Naturwissenschaften*. Neben der Erarbeitung von Theorien und Modellen wird das Experiment in den Lehrplänen der Bundesländer mit unterschiedlicher Gewichtung betont. Durch diese Methoden werden spezifisch naturwissenschaftliche Herangehensweisen an Problemstellungen charakterisiert. Innerhalb des naturwissenschaftlichen Methodenspektrums setzen die drei Fächer Biologie, Chemie und Physik unterschiedliche Schwerpunkte. Deutlich wird dies an der Art der Strukturbildung und am Grad der Reduktion der zur Beschreibung notwendigen Größen sowie der Mathematisierung.

Die Naturwissenschaften bieten die Möglichkeit, den Umgang mit komplexen Systemen einzuüben und die Methoden an komplexen Strukturen zu erproben. Erstellen und Kontrollieren von Hypothesen erfordern wegen der starken inneren *Kohärenz der Theoriegebäude* einen sicheren Umgang mit Methoden und theoretischen Grundlagen. Naturwissenschaften bieten in diesem Prozeß durch die ihnen eigene Methode der mathematischen und experimentellen Hypothesenprüfung eine eigene Perspektive, die von geisteswissenschaftlichen Problemzugängen abgrenzbar ist. Es bedarf aber ebenso der Ergänzung durch andere Fächer im methodischen Herangehen: Schülerinnen und Schüler müssen in den Naturwissenschaften hermeneutische Verfahren kennenlernen und einüben. Erst dieses Wechselspiel der Perspektiven sichert wissenschaftspropädeutische Bildung im fachübergreifenden Maßstab. Die Kenntnis der naturwissenschaftlichen Perspektive ist in den Geistes- und Sozialwissenschaften entsprechend hilfreich für die Reflexion von deren fachspezifischen Methoden.

2.4 Naturwissenschaftliche Deutungsmuster

Grundlegendes Merkmal und gleichzeitig auch grundlegendes Ziel des naturwissenschaftlichen Unterrichts ist die Befähigung der Lernenden zur *Erschließung ihrer natürlichen und technischen Umwelt in einer naturwissenschaftlichen Perspektive*. Die instrumentelle Verwertbarkeit natur-

wissenschaftlicher Erkenntnisse für das Handeln im unmittelbaren Alltag der Schülerinnen und Schüler kann unter dem Gesichtspunkt allgemeiner Bildung nicht vorrangig den Unterricht bestimmen. Der direkte Bezug des Unterrichts zum Alltag wird kontrovers diskutiert und erhält auch in Abhängigkeit vom Alter ein unterschiedliches Gewicht. In einer breit angelegten Delphi-Studie zur Zielsetzung physikalischer Bildung (Häußler u.a. 1988) wird ein Lebensweltbezug von allen befragten Experten gefordert.

Von Hedewig (1992) wird diese Position für die Biologie ebenfalls betont. Demgegenüber formuliert Jung als zentrale Aufgabe des Physikunterrichts, die „*grundlegenden Deutungsmuster* verfügbar zu machen“ (Jung 1983, 58) und legt damit den Schwerpunkt auf das begrifflich ordnende Wissen. Jung verweist auf die überdauernde Gültigkeit der Grundkonzepte gegenüber der Vergänglichkeit alters- und zeitspezifischer Themenstellungen. Eine solche Ausrichtung erscheint geeignet, Orientierungswissen zur Verfügung zu stellen, das die Grundlage für eine Erweiterung naturwissenschaftlichen Wissens für spätere Lebenssituationen ermöglicht.

Lebenspraktische Bezüge sind bei den naturwissenschaftlichen Disziplinen in unterschiedlicher Weise und in den Fachcurricula in unterschiedlichem Maße realisiert. Hier unterscheiden sich z.B. die Physik und die Biologie wesentlich, was sich in den Sichtweisen der Schülerinnen und Schüler dadurch widerspiegelt, daß sie der Biologie eine größere Bedeutung für Leben und Alltag zusprechen.

Naturwissenschaftliches Denken gehört zu den konstitutiven Bestandteilen unserer Kultur und prägt unser gesellschaftliches Leben nicht nur hinsichtlich technischer Prozesse, sondern auch hinsichtlich *grundlegender Denkstrukturen*, z.B. des Kausalitätsprinzips und der rationalen Erklärbarkeit von Naturphänomenen. Ohne diese Denkweise zumindest probeweise erfahren zu haben, ist eine reflektierte Spezialisierung in anderen Wissensbereichen schwer möglich. Das Verständnis der naturwissenschaftlichen Methode, die in einer engen Verzahnung von (mathematischer) Theorie und Empirie bei hoher innerer Kohärenz der Theorien besteht, ist ein unverzichtbarer Beitrag zur Wissenschaftspropädeutik.

3. Naturwissenschaftlicher Unterricht und allgemeine Bildung

Die Aufgaben des naturwissenschaftlichen Unterrichts werden in drei Abschnitten erläutert, die sich auf die Vermittlung einer naturwissenschaftlichen Weltansicht beziehen.

3.1 Vermittlung und Kommunikation zwischen den Fachkulturen

Die von Tenorth in seiner Charakterisierung des konsensfähigen Kanons benannten Lernbereiche stellen auf den Bereich von Schule bezogene Kulturen dar, die sich in ihren Methoden, ihrem Habitus und ihren Kommunikationsformen unterscheiden. Die Kenntnis dieser Bereiche in ihrer Mehrdimensionalität muß garantiert werden, um in der von *Wissenschaft geprägten Welt* handlungsfähig zu bleiben. Es muß – anders formuliert und den Begriff von Heymann (1994) aufnehmend – die „Stiftung kultureller

Kohärenz“ als Ziel von Unterricht angesehen werden. Für die Naturwissenschaften heißt dies nicht nur, die Genese der Naturwissenschaften zum Gegenstand zu nehmen, sondern die Kommunikation zwischen den unterschiedlichen Lernbereichen zu ermöglichen.

Die Kenntnis der Grundlagen der Naturwissenschaften und ihrer Methode ist notwendig, um an diesem wichtigen Teil des gesellschaftlichen Lebens teilhaben zu können. Zur Einübung der Kommunikation bedarf es eines Unterrichts, der sowohl von innerfachlichen Zusammenhängen ausgeht als auch die fachlichen Grenzen reflektiert und so in die Kommunikation zwischen Fachkulturen einübt.

Für den *naturwissenschaftlichen Unterricht* hat diese Forderung zweifache Bedeutung:

- Im naturwissenschaftlichen Unterricht muß im Rahmen der *innerfachlichen* Vermittlung der Übergang zwischen der lebensweltlich geprägten Vorstellungen der Schülerinnen und Schüler und der naturwissenschaftlichen Sicht – auch als didaktisches Prinzip – vermittelt werden.
- Die *interfachliche* Kommunikation verschiedener fachlicher Perspektiven muß gewährleistet werden.

Bei der Vermittlung fachlicher Perspektiven handelt es sich um einen reflexiven Prozeß. Die Naturwissenschaften müssen über ihren *fachlichen Horizont hinausgehen*, gleichzeitig bilden sie den Hintergrund für die Transzendierung anderer fachlicher Sichtweisen. Die Vermittlung zwischen diesen Wissensbereichen ist auch inner-unterrichtlich zu thematisieren. Naturwissenschaftliche Sichtweisen und die Vorstellung der Schülerinnen und Schüler treffen aufeinander, ihre Vermittlung ist sowohl Zielsetzung von Unterricht als auch Gegenstand des Lehr-Lern-Prozesses. Dies leitet zum nächsten Punkt über. In ihm wird die gesellschaftliche Bedeutung der Stiftung kultureller Kohärenz auf der Ebene des individuellen Bildungsprozesses wieder aufgegriffen.

3.2 Herausbildung des Selbst- und Weltverständnisses

Die Heranwachsenden müssen bei der Erarbeitung ihrer Identität für sich klären, welchen Stellenwert sie naturwissenschaftlichem Wissen bei der Herausbildung ihres *Selbst- und Weltverständnisses* zumessen wollen. Vor einer Entscheidung, die z.B. in der fachlichen Spezialisierung liegen kann, müssen unterschiedliche fachliche Sichtweisen von den Schülerinnen und Schülern erprobt werden, die Entscheidungsgrundlagen bilden für die Frage, inwieweit sie naturwissenschaftliches Denken und Wissen in ihr Weltbild integrieren wollen.

Eine Forderung von Klafki (1994, 55ff) an die Fachdidaktiken wird hier aufgegriffen, die *Handlungsfähigkeit* der „jungen Menschen“ in der Gesellschaft zu gewährleisten. Gerade bei einer Schwerpunktsetzung außerhalb der Naturwissenschaften müssen Schülerinnen und Schüler die Möglichkeit haben, die naturwissenschaftliche Perspektive bei der Lösung von Problemen kennenzulernen, sie zu erproben und gegebenenfalls auch wieder zu verwerfen. Bei einer Spezialisierung im Bereich der Naturwissenschaften sind wiederum die Reflexion und Kommunikation über die na-

turwissenschaftlichen Fachkulturen für den zukünftigen Experten notwendig. Die mangelnde soziale Kompetenz angehender naturwissenschaftlicher Experten – in Untersuchungen über die Sozialisation von Naturwissenschaftlern beschrieben (s. Reiß 1976) – betont die Bedeutung dieses Ansatzes.

3.3 Kommunikation zwischen Experten und Laien

Das naturwissenschaftliche Fachwissen ist für hochentwickelte Gesellschaften von tragender Bedeutung. Es wird von *spezialisierten Experten* getragen und fortentwickelt. Es ist Aufgabe allgemeiner Bildung, die Heranwachsenden auf die Rolle des gesellschaftlich und politisch handelnden Laien vorzubereiten, der zur Kommunikation mit naturwissenschaftlichen Experten fähig ist.

Im Interesse der Entwicklung von Gesellschaft muß das naturwissenschaftliche *Fachwissen* hochtechnisierter Gesellschaften *kommunizierbar* bleiben. Allgemeine Bildung dient im Sinne der Bildungstheorie funktional der Sicherung der gemeinsamen Kommunikation (Tenorth 1994, 82f.), die durch die Trennung von Laien und Experten fraglich wird. Allgemeine Bildung muß die kompetente Wahrnehmung der Laienrolle (Schütz 1971) sichern. Der Gedanke der Kommunikation zwischen Laien und Experten wird z.B. in einer gemeinsamen Formulierung des Bremer Lehrplans für die drei Naturwissenschaften in der gymnasialen Oberstufe als Zielsetzung von Unterricht vorangestellt:

„Die Fähigkeit, adressatenbezogen mit den verschiedenen Ausdrucksformen umzugehen, ist wichtig zur Sicherung der Kommunikationsfähigkeit innerhalb der Gesellschaft. Zudem ist die Verdeutlichung der durch Fachsprache einerseits und Alltagssprache andererseits transportierten Deutungsmuster ein wesentlicher Schritt beim Aufbau einer naturwissenschaftlichen Weltansicht.“ (SfBWKuS 1998, 4)

Die Aufrechterhaltung der Kommunikation zwischen Experten und Laien findet ihr Äquivalent in der *Notwendigkeit der interkulturellen Kommunikation*. In einer hochspezialisierten Gesellschaft wechselt das Individuum ständig zwischen der Laien- und der Expertenrolle. In einem begrenzten Sachbereich ist man Experte, in vielen anderen hingegen Laie gegenüber anderen Experten. Die Laienrolle gegenüber naturwissenschaftlichen Experten ist oft mit einem Gefühl der Unterordnung verbunden. Naturwissenschaftlicher Unterricht kann dem entgegenwirken, wenn er die Schülerinnen und Schüler dazu ermutigt, eigene Fragen zu stellen und zu vertreten sowie intelligible Erklärungen einzufordern, und ihnen Gelegenheit gibt, anderen etwas verständlich zu erklären. Zur Kommunikation zwischen Experten und Laien gehört es, daß das Recht auf verständige Fragen der Laien und die Bringeschuld verstehbarer Antworten auf seiten der Experten anerkannt werden. Wissenschaftstheoretische Reflexion der besonderen Leistungen, aber auch der Grenzen naturwissenschaftlicher Erkenntnisse trägt zur Entmythologisierung der Naturwissenschaften ebenso bei wie die zumindest exemplarische Erfahrung für Schülerinnen und Schüler, naturwissenschaftliche Sachverhalte *verstanden* zu haben.

4. Didaktische Neuorientierung

Die beiden als Ausgangspunkt beschriebenen Krisenbereiche – Akzeptanz- sowie die Inhalts- und Methodenkrise des naturwissenschaftlichen Unterrichts – werden im Gefolge der *TIMS-Studie* zur Sekundarstufe I bestätigt. In dem Gutachten zur Vorbereitung eines bundesweiten Modellversuchs der Bund-Länder-Kommission für Bildungsplanung und Forschungsförderung (BLK) zur „Steigerung der Effizienz des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts“ werden z.B. für den Physikunterricht neben mangelnder Effizienz und der Benachteiligung von Mädchen folgende Probleme benannt (s. BLK 1997, 60f.):

- Inkongruenz zwischen Lehrplan und Schulwirklichkeit: Bezüge zu ihrem Leben und zu gesellschaftlichen Problemen werden den Schülern im Unterricht nicht deutlich.
- Inkongruenz zwischen Unterrichtsangebot und Schülerinteressen.
- Unzureichende Vernetzung der Stoffe in horizontaler – d.h. z.B. mit dem Fach Mathematik – und vertikaler Richtung, d.h. in der Folge der Sachgebiete.

Diese Liste macht deutlich, daß das *allgemeinbildende Potential* der Naturwissenschaften in der Unterrichtsrealität nicht umgesetzt wird. Wie dies allerdings zu geschehen hat, muß noch weiter diskutiert werden.

Die Veränderung des Unterrichts hat ihren Ausgangspunkt in der Zusammenarbeit der Lehrkräfte an der Schule, die auch über die Zielrichtung, Aufgaben und Methoden des Faches reflektieren müssen. Die *Rezeption von Lehrplänen* kann dann nicht allein auf der Ebene der (verbindlichen) Sachinhalte erfolgen, ebensowenig lassen sich die Probleme des Unterrichts auf (überfrachtete) Fachinhalte und (mangelnde) Schülerfähigkeiten zurückführen. Die in Lehrplänen zu leistende Einbindung des Faches in die Zielsetzung der Schule, bzw. einer Stufe oder eines Jahrgangs, müssen beachtet werden. Dies erfordert eine veränderte Einstellung zur eigenen Professionalität bei den Lehrkräften, die sich auf die gemeinsame Erarbeitung eines Schulcurriculums unter Beachtung des Allgemeinbildungsauftrags der Naturwissenschaften und der damit korrespondierenden Gestaltungsmerkmale des Unterrichts erstrecken muß. Die Arbeit am Schulcurriculum bietet einen Ansatz zur Schulentwicklung im Sinne einer pädagogischen Schulentwicklung (s. Bastian 1997).

Eine umfassende Darstellung einer didaktischen Neuorientierung ist hier nicht zu leisten. Sie kann aus den dargelegten Zusammenhängen auch nicht deduziert werden. Dennoch sollen einige Anregungen gegeben werden.

4.1 Fachsystematik und Rahmenkontexte

Die Klage über die mangelnde Kumulativität des naturwissenschaftlichen Unterrichts – die nacheinander behandelten Inhalte scheinen besonders in der Physik wenig Zusammenhang aufzuweisen – steht im augenfälligen Widerspruch zum Selbstverständnis der Wissenschaft. Die *Fachsystematik* liefert eine klare *Abfolge der Themenbereiche*, die sich im Aufbau der Lehrbücher und in der üblichen Themenabfolge widerspiegelt – in der Physik bis hin zur Reihenfolge der Einführung einzelner Begriffe in einem Themen-

gebiet. Änderungen an dieser Reihenfolge oder gar eine Abkehr von der Fachsystematik als Unterrichtsleitlinie gefährdet aus Sicht vieler Lehrkräfte den Aufbau des Begriffsgebäudes. Diese Perspektive setzt jedoch die Kenntnis der Fachstruktur bereits voraus. Lerner verfügen darüber noch nicht. Für sie weisen die nacheinander behandelten Inhalte wenig Zusammenhang auf. Kursthemen wie „Felder“ oder „Mechanik“ in der Physik schaffen für Schülerinnen und Schüler keinen Sinnzusammenhang, ja offenbar noch nicht einmal einen formalen Sachzusammenhang.

Andererseits können lebensweltliche Sinnzusammenhänge die Fachsystematik nicht „überwinden“ oder ersetzen. Fachliche Systematik prägt den Charakter der Naturwissenschaften als Methode der Welterkenntnis mit. Es geht also darum, *Systematik und Sinnstiftung auf der Ebene des Unterrichts* zusammenzuführen. Grundbedingung ist die Abkehr von tradierten Themenfolgen und die Aufgabe des durchgängigen Primats der Fachsystematik, wie es noch im BLK-Gutachten nahegelegt wird mit der Forderung nach der „Systematik der einzelnen Fächer“ (s. BLK 1997, 45).

Ansätze zur Verbindung von Systematik und Sinnstiftung finden sich bei Muckenfuß (1995) für die Physik mit der Erarbeitung von „Rahmenkontexten“, in denen „lebenspraktische Bedeutungsfelder und physikalische Sachstrukturen zu sinngeordneten Einheiten geordnet“ werden (ebd., 270). Die Inhalte werden in „kontextbezogene“ und „sachstrukturelle“ Inhalte unterschieden. Beim Rahmenkontext „Wettererscheinungen und Klimaprobleme“ wird z.B. die Erwärmung der Erde in verschiedenen Jahreszeiten als Kontext gesehen; die Sachstruktur findet sich in der Absorption und Reflexion von Strahlung. Die kontextbezogenen Inhalte sind keine „Anwendungen“ oder Projektthemen *nach* einer fachsystematischen Einführung, sondern die durchgängige Gliederungsbasis eines Unterrichts mit sachstrukturellen Inhalten der Wärmelehre.

Der Bremer *Fachrahmenplan* für Physik in der gymnasialen Oberstufe (SfBWKuS 1998) formuliert ebenfalls eine ergänzende Struktur für den Unterricht – neben der Fachsystematik. Sogenannte „Leitgesichtspunkte“ wie „Konzepte und Struktur der Physik“ und „ökologische Fragestellungen“ dienen als Strukturierungshilfe für die Einbindung eines schuleigenen Curriculums in übergreifende Kontexte.

Ein direkter Unterrichtsbezug ist durch den *Modellversuch BINGO* (s. z.B. Wieland/Winter 1997) gegeben. „Rahmenthemen“ erfüllen zusätzlich zur Sinnstiftung die Aufgabe der horizontalen und vertikalen Vernetzung. Grundkurse in Chemie, Biologie und Physik einer Jahrgangsstufe arbeiten halbjahresweise an gemeinsamen Rahmenthemen zusammen (z.B. „Ökologische Untersuchungen an einem Baggersee“ oder „Natur und Medizin“). In der Vertikalen wird dadurch die innere Kohärenz verstärkt. Der Unterrichtseinstieg erfolgte im Halbjahr „Baggersee“ mit einer Begehung des Geländes in der Nähe der Schule. Sachstrukturelle Inhalte werden möglichst am Objekt erarbeitet (z.B. Geschwindigkeit anhand von Strömungsmessungen). In der horizontalen Verknüpfung arbeiteten Schülerinnen und Schüler aus den drei Naturwissenschaften am gleichen Objekt. Sie begegneten sich bei Untersuchungen am See, tauschten Fragen aus (z.B. Biologen an die Chemiker nach der Wasserqualität). Am Ende des Halbjahres fand

ein als Rollenspiel ausgearbeitetes „Expertengespräch“ über die Eignung des Geländes als Freizeitpark statt. Hier gingen neben naturwissenschaftlichen Argumenten auch lebenspraktische Fragen wie „Freizeitwert“ oder „Verkehrsanbindung“ ein. Mindestens ebenso wichtig wie die Berührungspunkte zwischen den Schülerinnen und Schülern unterschiedlicher Kurse und Fächer ist die Zusammenarbeit der Lehrkräfte in einem Team, das den fächerkoordinierten Unterricht als Teil eines schuleigenen Curriculums in enger Abstimmung der sachstrukturellen Inhalte und der kursübergreifenden Aktionen plant und durchführt.

In Befragungen der Schülerinnen und Schüler ergab sich, daß sie den BINGO-Unterricht im Vergleich zu ihren Erfahrungen in der Sekundarstufe I als *systematischer aufgebaut* empfanden (s. Schecker/Winter 1997). Für die Lehrergruppe war dies überraschend, weil sie befürchtet hatte, daß der Unterricht durch das Aufbrechen der üblichen Fachsystematik für die Lernenden unübersichtlicher ist. Das Gegenteil war der Fall: Für die Schülerinnen und Schüler war der Sinnzusammenhang offenbar ein naheliegendes Organisationsprinzip. Das Problem der mangelnden Kumulativität über Halbjahre hinaus ist damit noch nicht gelöst, aber die Beschränkung auf die fachsystematische Verknüpfung, wie sie im BLK-Gutachten nahegelegt wird, scheint zu kurz gegriffen zu sein.

4.2 Prüfungskultur und Kompetenzerfahrung

Die Änderung der Unterrichtskultur zieht auch Änderungen in der Prüfungskultur nach sich. Die Befähigung zur Experten-Laien-Kommunikation und das Wissen um die Spezifika der naturwissenschaftlichen Erkenntnis-methode als explizite Unterrichtsziele müssen darin ihren Niederschlag finden. Prüfen wiederum darf man nur das, was vorher auch behandelt und geübt wurde.

Prüfungssituationen können Kompetenzerfahrungen vermitteln. Wenn das *Spektrum der Prüfungsformen* ausgeweitet wird, können auch schriftliche Ausarbeitungen, Poster, Exponate oder Portfolios³ als den Lern- und Arbeitsprozeß begleitende Formen mit herangezogen werden. Im Bremer Modellversuch BINGO (s.o.) wurden Ergebnisse einer projektähnlichen Phase oder einer Fallstudie herangezogen. Bei Beiträgen zu einer schulinternen Ausstellung zum Thema „Licht und Farbe“ wurde bewertet, ob das Exponat Sachinformationen in einer für Laien verständlichen und ansprechenden Form bietet. Eine Teilaufgabe einer Abiturprüfung in Biologie bestand in der Umsetzung eines stark fachwissenschaftlich verdichteten Sachtextes zum Thema „Streß“ in eine für Mitarbeiter eines Produktionsunternehmens angemessene Präsentation. Der Wechsel von Sprachebenen wurde so zum Prüfungsgegenstand.

3 Für Portfolios vereinbaren Schüler und Lehrer Themen, zu denen über eine längeren Zeitraum aus Fachliteratur, aber auch aus populärwissenschaftlichen und sonstigen Quellen sowie eigenen Untersuchungen eigenständig ein Materialpaket zusammenzustellen und aufzubereiten ist, vergleichbar einer Mappe mit Arbeitsproben.

Zu einer neuen Prüfungskultur gehört auch eine stärkere *Trennung zwischen Phasen der Erarbeitung und Prüfung* (s. BLK 1997, 91f.). Nach gesicherten Erkenntnissen der fachdidaktischen Forschung kommen die Schülerinnen und Schüler mit Deutungsmustern in den naturwissenschaftlichen Unterricht, die sehr häufig den fachlichen Begriffen und Prinzipien entgegenstehen. Ein erfolversprechender Ansatz, die Besonderheiten der grundlegenden naturwissenschaftlichen Deutungsmuster zu vermitteln, besteht darin, sie kontrastiv zu den Schülervorstellungen einzubringen (s. Schecker/Niederer 1996). Um sich der Diskrepanz zwischen alltagssprachlichen Erklärungen und naturwissenschaftlichen Beschreibungen bewußt zu werden, müssen die Lernenden Gelegenheit haben, ihre Überlegungen ohne Bewertung ihrer Vorstellungen einzubringen. Klar erkennbar davon zu trennen sind Phasen, in denen es um die Anwendung des erworbenen Fachwissens geht. Eine Schweizer Studie zu den Wirkungen der didaktischen Gestaltung des Physikunterrichts auf Einstellungen und Leistung (Herzog u.a. 1997) ergab beim Merkmal „Anknüpfen an Vorwissen“ die höchsten positiven Korrelationen (während „Fachsystematik und Mathematisierung“ bei „Leistungen“ sogar negativ korreliert).

4.3 Grundlegende Deutungsmuster

Das BLK-Gutachten (BLK 1997) nennt als „*bildungstheoretische Orientierung*“ die Schaffung der motivationalen und kognitiven Voraussetzungen zum „erfolgreichen Weiterlernen“. Das Schlagwort heißt „Anschlußfähigkeit“ in Abgrenzung zu unmittelbarer Anwendbarkeit. Eine Absage wird dem Versuch erteilt, Lebenssituationen von Kindern und Jugendlichen in der Schule abbilden oder vorwegnehmen zu wollen (s. ebd., 9ff.). Das Gutachten zeigt in den entsprechenden Passagen eine starke Hinwendung zu überdauernden Beständen des „Grundwissens“. Lernen in „sinnstiftenden Kontexten“ wird dazu als „Regulativ“ angeführt. In der Betonung des Grundwissens klingt ein „Auf-Vorrat-Lernen“ mit – diesmal nicht von Fakten, sondern von „Basiskonzepten“. Wie die Zusammenführung von „Basiskonzepten“ bzw. Grundwissen und sinnstiftenden Kontexten gelingen kann, ist noch nicht geklärt. Die Orientierung an Leitthemen (s.o.) verschiebt den Akzent auf die sinnstiftenden Kontexte. Je grundlegender und damit abstrakter dagegen die Deutungsmuster sind, desto größer wird der Aufwand zur Klärung der Randbedingungen, unter denen sie auf konkrete Situationen anwendbar werden. Die Transferforschung geht davon aus, daß Transfer nur stattfindet, wenn ein deutlicher Anlaß besteht und die Übertragung in andere Situationen vorher geübt wurde. Damit ist man wieder bei der Suche nach bedeutsamen Kontexten, in denen Schülerinnen und Schüler bereit sind, die notwendige Anstrengung aufzubringen.

Aber was sind eigentlich die „*grundlegenden Deutungsmuster*“ der Naturwissenschaften, bzw. auf welcher Ebene der Abstraktion liegen sie? Sind es Grundbegriffe wie „Energie“, „Kraft“ oder „Wärme“? Sind es übergeordnete Konzepte wie „Welle“ und „Teilchen“? Sind es noch abstraktere Prinzipien wie „(Un-) Bestimmtheit“, „Einfachheit“, „Einheitlichkeit“? Oder sind es Methoden wie „planvolles Beobachten“ und „Deduzieren“? Der Begriff ist vage und läßt unterschiedliche Füllungen zu.

Das Fortschreiten des Abstraktionsgrades macht das *Allgemeinheits-versus-Anwendbarkeits-Dilemma* deutlich. Gleichzeitig spiegelt das Gegensatzpaar wesensmäßige Unterschiede zwischen Alltagswissen und naturwissenschaftlichem Wissen wieder. Alltagswissen dient dazu, konkrete Aufgabenstellungen zu bewältigen. Es wird nur so weit dekontextualisiert, wie daraus Vorteile zur Bewältigung neuer Situationen erwachsen. Begriffe bleiben eher vage. Ihre jeweilige Bedeutung ergibt sich aus dem Verwendungskontext. Naturwissenschaftliches Wissen – am stärksten in der Tradition der *Physik* verwurzelt – zielt dagegen auf eine Beschreibung ab, die eine möglichst große Breite von Phänomenen mit möglichst wenigen Begriffen und Theorien erfaßt – auch wenn dazu keine unmittelbare praktische Notwendigkeit besteht. Das Streben nach der Theorievereinheitlichung kulminiert in der Hochenergiephysik.

Das Meta-Wissen um diese grundlegenden Unterschiede gehört zur *Wissenschaftspropädeutik*. Es macht deutlich, daß eine durchgängige Ausrichtung des Unterrichts an lebenspraktischen Problemstellungen, die konkreten Lösungen zugeführt werden sollen, dem Charakter der Naturwissenschaften nicht gerecht würde. Grundlegende Deutungsmuster sind das Ergebnis eines langen Theoriebildungsprozesses. In Lehrbüchern wird das Ende dieses Prozesses wiedergegeben und nicht der Weg dorthin. Für den Unterricht bedeutet es, daß sich ein neuer Inhaltsbereich zunächst aus Wissen über einzelne Situationen erschließt, die dann zunehmend integriert werden. Phasen der sachstrukturellen Darlegung und Ordnung müssen deutlicher von Phasen der Einbettung in Kontexte getrennt werden, wobei über die Reihenfolge damit keine Entscheidung getroffen ist. Wir plädieren dafür, längeren Unterrichtsabschnitten einen Rahmenkontext, bzw. ein Rahmenthema zugrunde zu legen (s.o.) und sachstrukturelle Phasen dort einzubauen.

5. Fazit

Als Fazit ergibt sich eine *nicht prinzipiell* lösbare Diskrepanz: Die Physik (Biologie, Chemie) als Wissenschaft folgt nicht lebensweltlichen Sinnbezügen. Andererseits erfordert ein bildender Unterricht gerade eine solche Einbettung, die aber nicht aus den Naturwissenschaften ableitbar ist. Naturwissenschaftlicher Unterricht darf daher kein Unterricht *in* Naturwissenschaften sein sondern ein Unterricht *auf Basis* der Naturwissenschaften. Die Herausforderung, dem Charakter der Naturwissenschaften unterrichtlich gerecht zu werden und gleichzeitig Sinnbezüge herzustellen, ist eine fachdidaktische Aufgabe, die ihre Lösung noch nicht gefunden hat, die aber in Modellprojekten angegangen wird.

Zwei Aspekte erscheinen uns dazu wesentlich:

- *Einnahme fachüberschreitender Perspektiven:* Die Naturwissenschaften müssen in ihrem Beitrag zur allgemeinen Bildung über fachwissenschaftliche Unterweisungen deutlich hinausgehen. In der Reflexion ihrer Inhalte und Methoden wird der Bildungswert der Naturwissenschaften einlösbar.
- *Kontinuierlicher Kompetenzerwerb:* Die Fachlichkeit des Unterrichts gewährleistet anspruchsvolles Lernen naturwissenschaftlicher Sachverhalte. Im Fach ist eine zeitliche und sachliche Systematik möglich, die sich auf die Bildungsprozesse der Schülerinnen und Schüler bezieht und darum nicht

allein von der Fachsystematik bestimmt sein kann. Ein breites Orientierungswissen ist eine Grundlage für ein Weiterlernen, gleichzeitig auch Voraussetzung für fachüberschreitendes Arbeiten.

Die beiden Dimensionen des naturwissenschaftlichen Unterrichts gehören zusammen. Die *Transzendierung des Faches* setzt eine entwickelte fachliche Perspektive voraus. Das gilt wegen der zunehmenden Komplexität der behandelten Themen für die gymnasiale Oberstufe in noch stärkerem Maße als für die Sekundarstufe I. Das Potential des Fachwissens zur Erschließung komplexer Sachverhalte aus Natur und Technik kommt allerdings erst dann zur Geltung, wenn die fachlichen Zusammenhänge durch fachübergreifendes Arbeiten ergänzt werden. Die Erfahrung eines kontinuierlichen fachlichen Kompetenzzuwachses, der für die Lernenden *auch subjektiv erfahrbar* sein muß, muß sowohl curricular als auch organisatorisch gesichert sein.

Literatur

- Bastian, Johannes: Pädagogische Schulentwicklung. Von der Unterrichtsreform zur Entwicklung der Einzelschule. In: Pädagogik. 49, 1997, 2, S. 6-11
- Baumert, Jürgen u.a.: TIMSS. Mathematisch-naturwissenschaftlicher Unterricht im interdisziplinären Vergleich. Deskriptive Befunde. Opladen: Leske und Budrich 1997
- Benner, Dietrich: Wissenschaft und Bildung. In: Zeitschrift für Pädagogik. 36, 1990, S. 597-620
- BLK-Gutachten: Steigerung der Effizienz des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts. Bonn: Bund-Länder-Kommission für Bildungsplanung und Forschungsförderung 1997
- Dahncke, Helmut: Legitimation des Physikunterrichts aus dem Bildungsbegriff. In: Physik in der Schule. 32, 1994, S. 402-408
- Gropengießer, Harald / Kattmann, Ulrich: Lehren fürs Leben. In: Biologie in der Schule. 43, 1994, S. 321-328
- Häußler, Peter / Frey, Karl / Hoffmann, Lore / Rost, Jürgen / Spada, Hans: Physikalische Bildung für heute und morgen – Ergebnisse einer curricularen Delphi-Studie. Kiel: IPN 1988
- Hedewig, Roland: Zeitgemäßer Biologieunterricht In: Präve, P. (Hg.): Jahrhundertwissenschaft Biologie?! Weinheim: VCH 1992
- Herzog, Walter / Labudde, Peter u.a.: Koedukation im Physikunterricht. Schlußbericht an den Schweizerischen Nationalfonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung. Universität Bern: Abteilung Pädagogische Psychologie und Abteilung für das Höhere Lehramt 1997
- Heymann, Hans Werner: Über Mathematikunterricht unter dem Anspruch von Allgemeinbildung. In: Meyer, M.A. / Plöger, W. (Hg.): Allgemeine Didaktik. Fachdidaktik und Fachunterricht. Weinheim: Beltz 1994
- Hoffmann, Lore / Lehrke, Manfred: Eine Untersuchung über Schülerinteressen an Physik und Technik. In: Zeitschrift für Pädagogik. 32, 1986, S. 189-204
- Huber, Ludwig: Individualität zulassen und Kommunikation stiften. In: Die Deutsche Schule. 87, 1995, S. 161-182
- Jung, Walter: Anstöße. Ein Essay über die Didaktik der Physik und ihre Probleme. Frankfurt a.M.: Diesterweg 1983
- Klafki, Wolfgang: Neue Studien zur Bildungstheorie und Didaktik. Weinheim: Beltz (4. Auflage) 1994
- KMK: Weiterentwicklung der Prinzipien der gymnasialen Oberstufe und des Abiturs. Abschlußbericht der von der Kultusministerkonferenz eingesetzten Expertenkommission. Kiel: Schmidt & Klaunig 1995

- Kremer, Armin / Stäudel, Lutz: Nicht eingelöste Hoffnungen – neue Entwicklungen? Eine Übersicht zu Forschung, Entwicklung und Erprobung des naturwissenschaftlichen Unterrichts in der Sekundarstufe I in der BRD. In: Neue Sammlung 33, 1993, S. 371-383
- Lauterbach, Roland: Fächerübergreifende Aufgaben naturwissenschaftlicher Bildung. In: Bayrhuber, H. u.a. Interdisziplinäre Themenbereiche und Projekte im Biologieunterricht. Kiel: IPN 1994, S. 76-91
- Ministerium für Bildung, Jugend und Sport (Brandenburg): Vorläufige Rahmenpläne Biologie, Chemie, Physik; gymnasiale Oberstufe, Sekundarstufe II. Potsdam 1992
- Muckenfuß, Heinz: Lernen im sinnstiftenden Kontext. Berlin: Cornelsen 1995
- Pukies, Jens: Der Verstehen der Naturwissenschaften. Braunschweig: Westermann 1979
- Reiß, Veronika: Interdisziplinäre Curricula in den Naturwissenschaften als Sozialisationsmedien. In: Bloch, J. / Häußler, P. / Jaekel, K. / Reiß, V.: Curriculum Naturwissenschaft. Köln: Aulis 1976
- Roeder, Peter-M. / Gruehn, Sabine: Kurswahlen in der gymnasialen Oberstufe. In: Zeitschrift für Pädagogik. 42, 1996, S. 496-518
- Schecker, Horst / Niedderer, Hans: Contrastive Teaching: A strategy to Promote Qualitative Conceptual Understanding of Science. In: Treagust, D., Duit, R. & Fraser, B. (eds.): Improving Teaching and Learning in Science and Mathematics. New York: Teachers College Press, 1996, S. 141-151
- Schecker, Horst / Winter, Barbara: Berufsorientierung und Schlüsselprobleme im fachübergreifenden naturwissenschaftlichen Unterricht der gymnasialen Oberstufe. 1. Zwischenbericht zum Modellversuch BINGO. Bremen: Senator für Bildung, Wissenschaft, Kunst und Sport 1997
- Schilmöller, Reinhard: Wissenschaftsorientierter Unterricht – ein Weg zur Bildung? In: Vierteljahresschrift für wissenschaftliche Pädagogik. 71, 1995, 1, S. 32-54
- Schütz, Alfred: Der gut informierte Bürger (1946). In: Schütz, A.: Gesammelte Aufsätze, Bd. II. Den Haag: Martinus Nijhoff 1971
- Senator für Bildung, Wissenschaft, Kunst und Sport (Bremen): Fachrahmenplan Physik für die gymnasiale Oberstufe. Bremen 1998
- Tenorth, Heinz-Elmar: „Alle alles zu lehren“. Möglichkeiten und Perspektiven Allgemeiner Bildung. Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft 1994
- Töpfer, Erich / Bruhn, Jörg: Methodik des Physikunterrichts. Heidelberg: Quelle und Meier 1976
- Wieland, Christoph / Winter, Barbara: Modellversuch BINGO: Fächerverbindendes Arbeiten in der gymnasialen Oberstufe. In: Biologie in der Schule. 46, 1997, Sonderheft, S. 48-55

Thomas Bethge, geb. 1953, Dr. rer. nat.; Lehrer an einer Gymnasialen Oberstufe und Mitarbeiter im Referat Lernplanung beim Senator für Bildung, Wissenschaft, Kunst und Sport in Bremen

Anschrift: Oberhofer Straße 10, 28205 Bremen; E-Mail: TBethge@t-online.de

Horst Schecker, geb. 1955, Dr. rer. nat.; Privatdozent im Institut für Didaktik der Physik der Universität Bremen

Anschrift: Universität Bremen, Postfach 330440, 28334 Bremen; E-Mail: schecker@physik.uni-bremen.de