

Probleme unserer Zeit als Herausforderung für den naturwissenschaftlichen Unterricht¹

Verfasser: Prof. Jörn Bruhn, Institut für Didaktik der Mathematik, Naturwissenschaften und Technik, Universität Hamburg, Von-Melle-Park 8, 2000 Hamburg 13

Soll der naturwissenschaftliche Unterricht seinen Bildungsauftrag erfüllen, kann er nicht umhin, Naturwissenschaften in einem weiten Sinn zu verstehen und ihre Voraussetzungen, Bedingungen und Folgen, einschließlich der epochalen Schlüsselprobleme des menschlichen Lebens und Überlebens, einzubeziehen. Die sich dabei ergebenden Probleme werden aber nicht dadurch gelöst, daß man auf grundlegende naturwissenschaftliche Kenntnisse verzichtet.

1 Naturwissenschaftlicher Unterricht und Bildung

Auf der Suche nach einem umfassenden, Orientierung gebenden Grundbegriff sind Erziehungswissenschaft und Fachdidaktik dabei, den Bildungsbegriff, der mit dem Niedergang der geisteswissenschaftlichen Pädagogik etwa ab Mitte der sechziger Jahre aus dem Gebrauch kam, wiederzuentdecken und sorgfältig zwischen zeitabhängigen und relativ invarianten Komponenten zu unterscheiden.

Die verschiedenen Definitionsversuche lassen durchaus gemeinsame Züge erkennen: »offene« Beschreibungen des Inhalts (1), der Einbettung (2 und 3) sowie des Prozesses (4):

(1) Bildung hat ganzheitlichen Charakter, der die Entfaltung der Begabungen des einzelnen, ein distanzierendes und reflektiertes Verhältnis zur »Welt«, eine Harmonisierung von reiner, praktischer und ästhetischer Vernunft und den Mut zum Denken, zum sorgfältigen Bedenken, zum Nachdenken und Umdenken sowie zum Übernehmen von Verantwortung in konkreten Entscheidungssituationen umfaßt.

(2) Der Bildungsprozeß ist eingebettet in Traditionen. Durch Lernen, Interpretieren und Deuten muß das Verständnis für das Überlieferte, einschließlich der Naturwissenschaften, immer wieder neu hergestellt und erfahren werden.

(3) Bildung ist nicht nur ausgerichtet auf die Wirklichkeit, wie sie gerade ist, sondern auch auf eine Lebenswirklichkeit, wie sie sein könnte oder sein sollte. Hinter diesem »utopischen Potential« von Bildung, so die Bezeichnung von K. E. NIPKOW (in GZELL e. a. 1988), steht die Hoffnung, daß durch Bildung eine Entwicklung eingeleitet wird, die, langsam zwar und mit Rückschlägen, zur Besserung der Lebensverhältnisse aller führt, wenn die Verantwortung für das eigene wie

für das gemeinsame Leben zur eingehaltenen Maxime des Handelns für jeden Menschen wird.²

(4) Im Mittelpunkt des Bildungsprozesses steht der selbsttätig gestaltende und handelnde Mensch, der sich und seine Rolle in der Welt dabei erkennt. Dieses Merkmal der Bildung lenkt den Blick auf den Heranwachsenden, auf seine individuelle Entwicklung sowie die Stabilisierung seiner Persönlichkeit.

Bildung ist Aufgabe jedes Einzelnen, zugleich aber auch gesellschaftliche Aufgabe, denn die Bildung der Persönlichkeit vollzieht sich in einem sozialen Geflecht, angewiesen auf die Unterstützung anderer.

2 Schlüsselprobleme als zentrale Bildungsinhalte?

2.1 Eine didaktische Herausforderung

Die uns umgebende Wirklichkeit zeigt zahlreiche Beispiele für unsere bisherigen Versäumnisse, vernetzend zu denken und unser Handeln dementsprechend zu orientieren. Schulische Bildung sollte daher, so fordert es W. KLAFKI (1990, 1991) in Übereinstimmung mit dem dritten Merkmal von Bildung zu einem Bewußtsein von zentralen Schlüsselproblemen der Gegenwart (Frieden, Umwelt, soziale Ungleichheiten, technische Risiken usw.³) und – soweit voraussehbar – der Zukunft sowie der Bereitschaft, an ihrer Bewältigung mitzuwirken, führen. In den Kultusministerien mehrerer Bundesländer wird daher die Frage diskutiert, wie die Lehrpläne geändert werden müßten, um Raum für eine unterrichtliche Behandlung der Schlüsselprobleme unserer Zeit zu schaffen. Einige der Möglichkeiten und Probleme sollen im folgenden dargestellt werden.

² Dieses Bildungsziel umfaßt den (unverzichtbaren) Optimismus für den Umgang mit Schülerinnen und Schülern, daß vernünftiges Handeln erlernbar ist. Empirische Untersuchungen stützen diesen Optimismus (s. beispielsweise BROPHY/EVERTSON 1976): Wer als Lehrender überzeugt ist, daß das, was er lehrt, wichtig ist, wird auch die von ihm gewollte Wirkung erzielen.

³ Ein hinreichend vollständiger Aufriß von epochaltypischen Schlüsselproblemen würde eine »Theorie des gegenwärtigen Zeitalters« erfordern. Eine solche Theorie aber gibt es nicht und kann es vielleicht auch gar nicht geben.

¹ Stark gekürzte Fassung eines Vortrags auf der MNU/IPTS-Arbeits-tagung für Mathematik, Physik, Biologie, Chemie und Informatik in Kiel am 29. und 30. 9. 92.

2.2 Probleme mit den Schlüsselproblemen

Innerhalb der Wissenschaft beginnt man sich erst seit etwa zwei Jahrzehnten mit komplexeren Phänomenen zu befassen – und das hat Gründe, die mit der Schwierigkeit der Erfassung und des erforderlichen aufwendigen Begriffs- und Aussagensystems zusammenhängen. Man kann daher nicht »mal eben« im Unterricht Schülerinnen und Schüler über Bindung im Ozon-Molekül, CO₂-Kreislauf in der Natur, Entropie, Aerosole, Gesetze der Wärmestrahlung u. a. informieren. Noch unrealistischer ist, daß Lernende das alles selbst in relativ kurzer Zeit erarbeiten können. Und gerade die Forderung nach Selbsttätigkeit wird im allgemeinen im Zusammenhang mit der Behandlung von Schlüsselproblemen gestellt.

Der theoretisch-wissenschaftliche Teil der Schlüsselprobleme bildet komplizierte Aussagensysteme, die überwiegend räumlich und zeitlich begrenzte Zusammenhänge beschreiben; sie sind somit keine Theorien im klassischen naturwissenschaftlich-philosophischen Sinn. Das Transfer-Problem, das schon im normalen naturwissenschaftlichen Unterricht auftritt, verstärkt sich erheblich: Exemplarisches Lernen im Bereich der Schlüsselprobleme hat sehr enge Grenzen.

In der Beschreibung komplexer Systeme bedeutet Heterogenität im allgemeinen nicht Widersprüchlichkeit: In Forschungsprogrammen werden methodische Vorentscheidungen getroffen, beziehen sich prognostizierte Entwicklungen auf spezielle Raum-Zeit-Systeme usw. Diese Zusammenhänge zu durchschauen, kann man als Bildungsziel ansehen. Es ist aber wohl nur zu erreichen, wenn bereits sichere naturwissenschaftliche, ökonomische und gesellschaftliche Kenntnisse vorliegen.

Eine praktisch hilfreiche Methodik zur Behandlung komplexer Problemfelder muß weitgehend erst erarbeitet werden. Natürlich kann man auf erprobte Unterrichtsbeispiele sowie auf Unterrichtsprinzipien hinweisen, die aus anderen Zusammenhängen bekannt sind, wie exemplarisches Lehren und Lernen, methoden- und verfahrensorientiertes Lernen, handlungsorientierter bzw. offener Unterricht, soziales und kooperierendes Lernen usw. Wie aber wendet man diese Prinzipien *durchgehend* auf komplexe Problemfelder an, um diese für den Unterricht zu erschließen?

Die Schlüsselprobleme unserer Zeit stellen eine didaktische Herausforderung dar, auch wenn wir von einer generellen Umsetzung in der Schule noch weit entfernt sind. Die unterrichtliche Behandlung des wissenschaftlichen Wissens von den Schlüsselproblemen unserer Zeit erfordert wegen seiner komplexen, heterogenen Struktur bereitstehende Kenntnisse als Voraussetzung, um Schülerinnen und Schüler zu Einsichten und zu verantwortungsbewußtem Handeln zu führen.

3 Naturwissenschaft und Bildung – ein kritisches Verhältnis?

Die Aussagensysteme der modernen Naturwissenschaften können von sich aus kein verantwortliches Handeln des Menschen in Natur oder Gesellschaft hervorbringen⁴: Eine Einsicht in die Möglichkeiten und Gefahren wissenschaftlich-technischen Handelns ist zwar ohne naturwissenschaftliche Kenntnisse nicht möglich, aber aus diesen Kenntnissen allein entspringen keine Leitmotive menschlichen Handelns.

Kann diese Kluft durch einen modernen naturwissenschaftlichen Unterricht verringert werden? Eine mögliche Antwort findet man, indem man die Entwicklung der Didaktik des naturwissenschaftlichen Unterrichts in einen Zusammenhang mit dem Verhältnis von Wissenschaft und Bildung (s. auch BENNER 1990) bringt:

1. Schritt: Die Natur, so wie sie sich messend erfassen läßt, ist Erkenntnisobjekt des naturwissenschaftlichen Unterrichts.

2. Schritt: Von den Methodikern und Didaktikern des naturwissenschaftlichen Unterrichts wird seit etwa 1890 gefordert, daß nicht nur die »Natur«, sondern auch das methodische Wissen, also das »Wissen von der Gewinnung des Wissens von der Welt« zum Erkenntnisobjekt wird.

3. Schritt: Bei E. BUCHWALD, TH. LITT u. a. wird in den fünfziger Jahren der Übergang von der Analyse des methodischen Wissens zur methodologischen Reflexion vollzogen. Damit werden die Naturwissenschaften als Wissenschaften zum Erkenntnisgegenstand. Die Reflexion über Sinnverlust und Sinn Gewinn durch die naturwissenschaftlichen Methoden (z. B. Schwingungsfunktion) und vorausgesetzter Unmittelbarkeit (dem gespielten Musikstück) ist konstitutiv für naturwissenschaftliche Bildung, da der Unterschied von Unmittelbarkeit und Vermitteltheit von Welt und Selbst deutlich wird.

4. Schritt: Durch die Arbeiten von M. HORKHEIMER, TH. KUHN, P. FEYERABEND u. a. wird die gesellschaftlich-historische Seite der Begrenztheit wissenschaftlichen Erkennens und Wirkens deutlich. Das Kopernikanische System, das Energieprinzip, die Quantenmechanik usw. setzten sich nicht nur wegen ihrer wissenschaftlichen Struktur durch, sondern auch in Wechselwirkung mit dem jeweiligen gesellschaftlichen Denken.

5. Schritt: Seit etwa 1975, angeregt u. a. durch Arbeiten von F. FISCHER, wird für den naturwissen-

⁴ Eine keinesfalls ausreichende Antwort auf die Frage nach dem heutigen Verhältnis von Wissenschaft zu verantwortlichem Handeln lautet, nur der sei in der Lage, angemessen vor den drohenden Gefahren zu warnen, der diese Gefahren und die Folgewirkungen wissenschaftlich abschätzen könne. Dieses Argument bedeutet, wenn es zu Ende gedacht wird, daß eigentlich nur diejenigen verantwortlich handeln können, die vor den Ergebnissen ihrer Forschung deshalb warnen können, weil sie genau wissen, inwieweit die von ihnen ausgehenden Folgewirkungen Gefahren mit sich bringen.

	Erkenntnisziel
(1) Naturwissenschaft	»Natur«
(2) Schritt (1) und Erkenntnistheorie	... und Methoden der Erkenntnisgewinnung
(3) Schritte (1) und (2) und Methodologie	... und Grenzen der Wissenschaft
(4) Schritte (1) bis (3) und Wissenschaftsgeschichte/Wissenschaftssoziologie	... und Entstehung/Voraussetzung von Wissenschaft
(5) Schritte (1) bis (4) und »praktische« Philosophie/Ethik	... und Handeln/Entscheiden in Verantwortung

Tab. 1

schaftlichen Unterricht eine Reflexion über Anwendung und Umgang mit den Sichtweisen und Resultaten neuzeitlicher Wissenschaften gefordert, die über die innerwissenschaftliche und philosophische Erkenntnis sowie den historisch-gesellschaftlichen Entstehungskontext hinausgeht (s. Tab. 1).

Wenn Naturwissenschaften bildend erlernt werden sollen, dann müssen die angegebenen Schritte immer wieder nacheinander oder parallel an Sachverhalten durchlaufen werden. Ein Lehrplan, der in dieser Richtung Hilfen gibt, kann *mittelbar* zum Verständnis der Probleme unserer Zeit wesentlich beitragen, ohne daß es zu Motivationsmüdigkeit kommt »Schon wieder ...«.

Unterricht in den Naturwissenschaften ist nicht nur als Grundlage und Voraussetzung für ein Verständnis der Schlüsselprobleme unserer Zeit unentbehrlich, sondern hat darüber hinaus eine davon unabhängige Bildungsaufgabe⁵, zu der gehört, ein umfassendes Bild von Wissenschaft zu vermitteln.

4 Folgerungen

4.1 »Normaler« Fachunterricht

Für den naturwissenschaftlichen Unterricht ergeben sich aus dem o. a. Ansatz Forderungen an den naturwissenschaftlichen Unterricht, die weitgehend aus anderen Zusammenhängen bekannt sind:

(1) Die einführenden Phänomene dürfen nicht von vornherein zu eng auf das zu erarbeitende naturwissenschaftliche Gesetz zugeschnitten sein. Vielmehr sollten komplexere Zugänge nicht nur die Beziehungen zwischen Erfahrung und erarbeitetem Wissen stärken,

sondern auch zeigen, wie schwer es oft ist, die entscheidenden Parameter zu finden und wie notwendig der wissenschaftliche Idealisierungsprozeß ist. Zugleich muß der Experimentierprozeß »Modellcharakter« haben: So gehören zur experimentellen Methode im Chemieunterricht auch Überlegungen zur Entsorgung der entstandenen Substanzen usw.

(2) Die Forderung nach erkenntnistheoretischen, historischen, gesellschaftlichen und praxisphilosophischen Vertiefungen im Unterricht darf nicht nur in Lehrplanpräambeln stehen, sondern muß – trotz aller damit verbundenen Schwierigkeiten – schrittweise Eingang in den alltäglichen Unterricht finden.

(3) Einige Begriffe, die bisher im Unterricht nur am Rande behandelt wurden, sollten in Zukunft stärker betont werden, da sie zur Erfassung und zum Verständnis der Umwelt benötigt werden, beispielsweise: reversibel – irreversibel, Wachstum – Zerfall, Folgenabschätzung – Risiko, Technik – Technologie, System – Prognose usw.

4.2 Projektorientierung

Zahlreiche positive Erfahrungen liegen zu projektorientiertem Unterricht über Teilprobleme der Schlüsselfragen vor, z. B. Vegetationsuntersuchungen in Ballungsgebieten, Untersuchungen von Wasserproben, Messungen der Lärmbelastung an Straßen, Radioaktivitätsmessungen in gelüfteten und ungelüfteten Räumen, Energienutzung, Photosmog, Rüstungsfragen, Müllverbrennung, Stickstoffüberdüngung usw. Diese Projekte führen zu einem ersten Verständnis der Schlüsselprobleme unserer Zeit und haben zugleich motivierende Wirkungen auf den normalen Unterricht.

Aber eine *durchgehende* Projektorientierung des naturwissenschaftlichen Unterrichts kann es grundsätzlich nicht geben. Ein Projekt kann Unterricht in den klassischen naturwissenschaftlichen Fächern nur ergänzen. In diesen werden wissenschaftliche Erkenntnisse, Begriffe, Gesetze, Theorien, Einsichten in die Methodologie und Wissenschaftstheorie usw. erarbeitet, während im Projekt die Anwendung auf komplexe fächerunabhängige Problemstellungen, für deren Behandlung dieses Wissen Voraussetzung ist, hinzukommt; Projekte können und sollten eine sinnvolle Ergänzung bilden.

4.3 Lernbereiche und Oberstufenkurse

Die Probleme des naturwissenschaftlichen Unterrichts werden nicht dadurch gelöst, daß man von den drei klassischen naturwissenschaftlichen Unterrichtsfächern, Biologie, Chemie, Physik, zu einem Unterrichtsfach »Naturwissenschaften« übergeht. Die Methoden in den Fächern sind so anspruchsvoll, daß

⁵ Auch auf die dabei vermittelten »Sekundärtugenden«, wie die Fähigkeiten, genau zu beobachten, zuverlässig zu beschreiben, einem Gedanken bis zu einer gewissen Tiefe nachzugehen, über das Erkannte zu selbständigen gedanklichen Schlüssen zu gelangen usw., sind nicht überflüssig geworden.

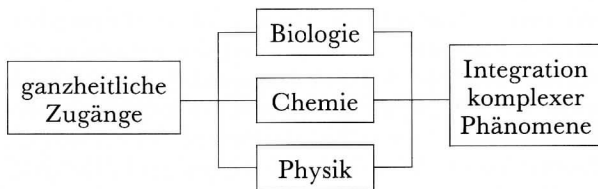


Abb. 1

Schülerinnen und Schüler diese nur in hinreichender fachimmanenter Weise lernen können⁶.

Notwendig ist heute aber nicht nur die Aufspaltung in die naturwissenschaftlichen Fächer, sondern auch die anschließende *Integration*, die man nicht den Lernenden allein überlassen darf (Abb. 1). Auf der Naturforschertagung 1980 verglich H. HAKEN das Fehlen der Integration mit der Situation eines Kindes, das sein Spielzeugauto in alle Einzelteile zerlegt hatte, aber danach traurig war, weil es noch immer nicht verstand, warum das Auto vorher fuhr.

Möglichkeiten dafür bietet in der Sekundarstufe I ein quer zu den bestehenden naturwissenschaftlichen Fächern liegender *Lernbereich* Natur, in dem versucht wird, auf der Grundlage des vorhandenen Wissens aus verschiedenen Fächern, also ohne Kürzung der naturwissenschaftlichen Unterrichtsfächer (!), eine unterrichtliche Behandlung von Schlüsselproblemen in einer Komplexität zu ermöglichen, die für ein Verständnis von vernetzten Zusammenhängen erforderlich ist. Hierbei können aktuelle Anlässe, regionale Bezüge usw. eine wichtige Rolle spielen. Notwendig ist aber, daß die erforderlichen Voraussetzungen, z. B. für Team-Teaching, vorher geschaffen werden.

Eine Abschaffung des Wissenschaftsbezugs kann es auch in integrativen Lernfeldern nicht geben, weil eine Ermäßigung methodisch-wissenschaftlicher Standards zumindest im Bereich der Naturwissenschaften unmöglich ist: Wenn komplexe Schlüsselprobleme unserer Zeit angemessen unterrichtlich bearbeitet werden sollen, müssen die Lernenden auf wissenschaftliche Einsichten und Methoden zurückgreifen können.

⁶ Dafür wächst die Gefahr, daß nach einer Zusammenfassung der drei naturwissenschaftlichen Unterrichtsfächer zu einem Fach Stundenkürzungen leichter ermöglicht werden: 3 · 2 Stunden werden auf 4 Stunden gekürzt o. ä. Der KMK-Beschluß von 1978 zur Stundentafel der Gymnasien bietet den naturwissenschaftlichen Fächern keinen Schutz!

Entsprechend können *Grund- und Leistungskurse* in der Oberstufe sich stärker für Schlüsselprobleme öffnen. In der Physik beispielsweise kann die Thermodynamik, die leider oft ein Schattendasein führt, mit Klimaveränderungen, Energieumsatz, Energieentwertung usw. in Beziehung gesetzt werden. Dabei können die Probleme, die existentielle Bedeutung für das Leben und das Überleben der Menschen haben, aufgenommen werden. Mit geringen organisatorischen Änderungen lassen sich auch fächerübergreifende bzw. integrative Themen in das Kursangebot der S II einordnen.

Literatur

- [1] U. BECK: Risikogesellschaft. Auf dem Weg in eine andere Moderne. - Frankfurt/M.: Suhrkamp 1986.
- [2] D. BENNER: Wissenschaft und Bildung. - Zeitschr. für Pädagogik 36 (1990), H. 4, S. 597-620.
- [3] J. W. BOTKIN - E. MABDI - M. MALITZKA: Das menschliche Dilemma - Zukunft und Lernen. - München: Molden 1979.
- [4] U. BRACHT - B. FICHTNER - G. RÜCKRIEM: Erziehung und Bildung. - In: H. J. SANDBÜHLER (Hg.): Europäische Enzyklopädie zur Philosophie und Wissenschaft. - Hamburg: Meiner 1990, S. 918-939.
- [5] J. BROPHY - C. EVERTSON: Learning from teaching. A developmental perspective. - Boston: Mifflin 1976.
- [6] J. BRUHN: Systemdenken und Umwelterziehung. - In: M. HOEBEL-MÄVERS - H. GÄRTNER: Umweltforschung und Umweltbildung. - Frankfurt: Lang 1990.
- [7] G. CZELL - H. MOGGE: Parabel. - Bildung als historische Verantwortung. - Münster: Ev. Studienwerk 1988.
- [8] F. FISCHER: Darstellung der Bildungskategorien im System der Wissenschaften, Bd. 3 der nachgel. Schriften (Hg.: D. BENNER - W. SCHMIED-KOWARZIK). - Ratingen/Kastellaun: Henn 1975.
- [9] H.-G. HERLITZ e. a. (Hg.): Bildung. - In: Pädagogische Beiträge, H. 7/8 (1988).
- [10] P. HÄUSSLER (Hg.): Physikunterricht und Menschenbildung. - Kiel: IPN 1992.
- [11] W. KLAFKI: Neue Studien zur Bildungstheorie und Didaktik. - Weinheim: Beltz 1990.
- [12] W. KLAFKI: Zur Behandlung von Schlüsselproblemen unserer Gesellschaft und zur Verantwortung des Lehrers. - Referat zur Tagung des Hessischen Instituts für Lehrerfortbildung in Weilburg am 4. 6. 1991. □