

Plädoyer für einen integrierten naturwissenschaftlichen Unterricht

Von Gerda Freise, Peter Buck und Jens Pukies

„Eine sich schnell wandelnde Gesellschaft, die durch Fortschritte in den Naturwissenschaften in Bewegung gehalten wird, bedarf eines pädagogischen Programms, das der Herausforderung des Wandels gerecht zu werden vermag“.*

Gegenwärtige Ansätze zur Veränderung des naturwissenschaftlichen Unterrichts

Abgesehen von einigen Grundschulcurricula(1), die mehr die naturwissenschaftlichen Verhaltens- und Funktionsziele anstreben und dabei Inhalte aus den 3 klassischen Naturwissenschaften kombinieren, gilt für alle anderen Vorschläge zur Entwicklung neuer Curricula, Lehrpläne oder Lehrgänge für den naturwissenschaftlichen Unterricht in der BRD:

Die traditionellen, etablierten Schulfächer und deren Grenzen werden nicht ernstlich in Frage gestellt.

Sieht man neu erschienene oder neu aufgelegte Schulbücher durch oder liest Veröffentlichungen, die sich mit der Reform des naturwissenschaftlichen Unterrichts befassen, dann muß man feststellen, daß es den Autoren kaum um mehr geht als um inhaltliche „Modernisierung“, Ausweitung und Vorverlegung des naturwissenschaftlichen Unterrichts.

* P. DeHart Hurd, „Beiträge zu einer Theorie des naturwissenschaftlichen Unterrichts in Einklang mit der modernen Naturwissenschaft“ in: Zielsetzung und Struktur des Curriculums, S. 55, 1970, Frankfurt.

Darüber hinaus gibt es aber doch Ansätze, nach denen versucht wird, die Ineffektivität des naturwissenschaftlichen Unterrichts zu überwinden (2).

Alle diese Ansätze gründen auf folgenden Annahmen:

- Die Berechtigung der Schulfächer ergibt sich aus dem Vorhandensein und der Bedeutung der drei traditionellen Fachwissenschaften Physik, Chemie und Biologie.
- Die zu vermittelnden Inhalte lassen sich aus den fachwissenschaftlichen Zusammenhängen durch Elementarisierungs- und Verkürzungsprozesse und durch die (je nach herkömmlicher Schulart oder je nach Schulstufe) Beschränkung auf eine Auswahl „grundlegender“ und „wichtiger“ Zusammenhänge ableiten.
- Die Neuaufnahme von modernen fachwissenschaftlichen Zusammenhängen in die Lehrpläne und Schulbücher wird durch deren fachwissenschaftliche Aktualität oder wirtschaftliche Bedeutsamkeit begründet.

1 s. hierzu z. B.: H. Tütken (Herausg.) „Zielsetzung und Struktur des Curriculums“, Frankfurt, 1970; K. Spreckelsen „Struktur betonender naturwissenschaftlicher Unterricht auf der Grundstufe“, in: Die Grundschule 2, 1970; Ders. Naturwissenschaftlicher Unterricht in der Grundschule, Lehrgang für den physikalischen-chemischen Lernbereich, 1 und 2, Frankfurt 1970.

2 Wir verweisen in diesem Zusammenhang auf die umfassenden Darstellungen zum Gesamtbereich der Curriculumforschung und -entwicklung von D. Knab, Ansätze zur Curriculumreform in der BRD, betrifft: erziehung, 2, 1971, S. 15 ff.
L. Huber, Curriculumentwicklung und Lehrerfortbildung in der BRD, Neue Sammlung, 2, 1971, S. 109—145.

Alle Ansätze zur Veränderung und Verbesserung des naturwissenschaftlichen Unterrichts stützen sich auf folgende Argumente:

- Der moderne Mensch hat einen Anspruch auf eine vermehrte naturwissenschaftliche Bildung, da er ohne sie die gegenwärtige naturwissenschaftlich bestimmte Welt nicht begreifen und durchschauen und seine Berufs- und allgemeinen Lebenschancen nicht optimal wahrnehmen kann.
- Der naturwissenschaftliche Unterricht vermag die Denkfähigkeit und Urteilsfähigkeit des Menschen in besonders wirkungsvoller Weise zu entwickeln.
- Die durch naturwissenschaftlichen Fortschritt bestimmte Wirtschaft des Landes benötigt immer mehr naturwissenschaftlich gebildete Arbeitskräfte und daher auch naturwissenschaftlich besser als bisher vorgebildete Schulabgänger.

Die unterrichtsmethodischen Konsequenzen dieser Argumente werden vorwiegend in folgenden Maßnahmen gesehen und entsprechend gefordert:

- in der stärkeren Verwissenschaftlichung des Unterrichts,
- in einer Umstrukturierung und Neuordnung der Inhalte,
- in der vermehrten Berücksichtigung der naturwissenschaftlichen Unterrichtsfächer im Kanon der Schulfächer,
- in einer Vorverlegung von im wesentlichen traditionellen Unterrichtsinhalten zumindest auf den Anfang der Sekundarstufe,
- in der Verbesserung der materiellen Ausstattung der Schulen mit Experimentierräumen und Unterrichtsmaterialien sowie in der stärkeren Betonung des Experimentalunterrichts.



Von links: Jens Pukies, 31, ebenso wie Peter Buck, 32, Diplom-Chemiker und wiss. Mitarbeiter am Deutschen Institut für Fernstudien der Universität Tübingen. Dr. Gerda Freise ist Chemikerin und Volksschullehrerin sowie Dozentin an der PH Heidelberg.

Diese Annahmen, Grundsätze und Argumente — so einleuchtend und berechtigt im einzelnen einige davon sind — können für sich allein jedoch noch nicht den Anspruch einer *grundsätzlichen* Curriculumerneuerung erheben. Sie stellen im Prinzip nichts mehr als eine moderne Formulierung der früheren Lehrplan-Prämissen dar.

Ein Programm, das Teil eines auf Gegenwart und Zukunft gerichteten *Gesamtcurriculums* ist und das „der Herausforderung des Wandels“ einer Gesellschaft, „die durch Fortschritte in den Naturwissenschaften in Bewegung gehalten wird“ gerecht zu werden vermag, ein solches Programm ist damit aber noch nicht entwickelt worden.

Warum integrierter naturwissenschaftlicher Unterricht?

Wie die Erfahrungen in den USA und vielen anderen Ländern zeigen (3), die die gleichen Probleme mit dem naturwissenschaftlichen Unterricht hatten bzw. haben, liegt ein möglicher Ausweg aus der Misere in der Entwicklung interdisziplinärer Kurse. Besonders in den USA (4) wurden in der letzten Zeit zahlreiche Science-Kurse für den Unterricht vom Kindergartenalter bis zum

6. bzw. 9. Schuljahr entwickelt. Aber auch für die High School (10.—12. Schuljahr) und die ersten Semester an der Universität gibt es immer mehr interdisziplinäre Curricula (Unified Science, General Science) (5).

Sieht man sich die Ziele dieser Kurse an, so fällt auf, daß kaum von inhaltlichen Zielen die Rede ist. Die Schüler sollen naturwissenschaftliche Arbeitsweisen oder Prozesse lernen, wie z. B. klassifizieren, beobachten, schließen, Daten interpretieren, messen, kontrollieren, experimentieren usw. Die Curriculum-Entwickler waren der Meinung, daß es keine didaktisch vertretbaren Gründe für eine künstliche Trennung der Naturwissenschaften gibt, zumal diese Trennung nur aus der historischen Entwicklung herrührt. Dabei haben sie gar nicht erst den Versuch gemacht, bei den Inhalten eine feine Trennung nach Physik, Chemie und Biologie zu machen. Die Schüler sollen nicht lernen, ob ein behandeltes Problem physikalisch, chemisch oder biologisch ist, sondern sie sollen anhand vielfältiger naturwissenschaftlicher Probleme angeregt werden, zu fragen, zu entdecken, Zusammenhänge zu sehen. Sie sollen nicht in erster Linie nützliche Informationen erhalten, sondern sie sollen lernen, nützliche Informationen und Begriffe selbst zu gewinnen.

Für die Verfasser dieser Curricula stellte sich die Frage: In welchem Rahmen, auf welchem Raum, in welcher Intensität, mit welchen Methoden und in welchem Alter können welche fachwissenschaftlichen Inhalte auf welchem Abstraktionsniveau vermittelt werden? Die Antwort war: interdisziplinärer Unterricht, möglichst weitgehende Individualisierung, Entwicklung einer großen Sammlung von Unterrichtseinheiten, die die Schüler zu immer neuen Fragen anregen sollen.

In der Bundesrepublik dagegen stößt der interdisziplinäre naturwissenschaftliche Unterricht vielerorts auf Skepsis, wenn nicht gar heftige Ablehnung. Wir wollen hier jetzt nicht auf die meist subjektiv begründete Ablehnung eingehen, sondern die wichtigsten Begründungen für den integrierten naturwissenschaftlichen Unterricht ausführlicher darstellen.

Diese hier behandelten Begründungen gehen hervor aus:

- der Geschichte und der Verflechtung der einzelnen „Fachwissenschaften“
- den allgemeinen Lernzielen der Gesamtschule
- motivationstheoretischen Gesichtspunkten.

Darüber hinaus können eine Reihe weiterer Begründungen gegen einen gefächerten (und für einen integrierten) Unterricht angeführt werden wie z. B. die Tatsache, daß Einzelfächer die „Neigung haben, sich zu verselbständigen und genau dadurch den (ihnen ursprünglich zugeordneten) Sinn zu verlieren“ (6).

Es sei an dieser Stelle ausdrücklich betont, daß wir uns bei der hier geführten Diskussion des integrierten naturwissenschaftlichen Unterrichts beschränken auf die Sekundarstufe I, also auf das 5. bis 10. Schuljahr (7).

Die Verflechtung der Fachwissenschaften

Wenn man einführende Lehrbücher, Schulbücher und manche Darstellungen der Geschichte der einzelnen Naturwissenschaften ansieht, so fällt auf, daß deren Entwicklung beschrieben wird als lange Ketten von linear aneinandergereihten grundlegenden Er-

3 siehe dazu das IPN-Symposium 14.—17.10.1970. Die dort gehaltenen Vorträge, die sich fast ausschließlich mit integriertem Unterricht befassen, erscheinen in Kürze

4 s. dazu D. Elbers, b:e S. 22, 1971.

5 siehe dazu den Übersichtsartikel von V. Showalter „New Directions for Science Curriculum Development“, ERC Papers in Science Education Nr. 2, June 14, 1968.

6 H. von Hentig, Gutachten und Studien der Bildungskommission 12, 14, Klett, Stuttgart 1969.

7 Damit soll ausdrücklich keinerlei Aussage über den anschließenden naturwissenschaftlichen Unterricht in der Sekundarstufe II gemacht werden.

kenntnissen — so, als sei jede neue Erkenntnis konsequent und logisch aus den vorhergehenden gewonnen worden.

Ein weitverbreiteter Mythos lautet etwa so: „Die Erkenntnisse der Naturwissenschaften kommen durch Induktion und Deduktion zustande. Ausgehend von Beobachtungen und Messungen gewinnt der Naturwissenschaftler Hypothesen. Aus diesen Hypothesen lassen sich gedankliche Schlüsse ziehen, deren Überprüfung im Experiment zur Verfeinerung der Hypothesen und letztlich zur Theorienbildung führt (8).

Ein solches Vorgehen ist sicher außerordentlich wünschenswert, entspricht jedoch nur selten der Wirklichkeit. T. S. Kuhn zeigt in seinem Buch „Die Struktur wissenschaftlicher Revolutionen“ (9), daß viele der entscheidenden wissenschaftlichen Fortschritte nicht logisch aus dem vorhandenen Material abgeleitet wurden; ja, daß sie auf der Basis des vorhandenen eigentlich *nicht denkbar* waren, sondern erst nachträglich mit der wissenschaftlichen Tradition in Einklang gebracht wurden.

Aus den Daltonschen Arbeiten, die bekanntlich eine außerordentliche Wirkung auf die Grundlagen der Chemie hatten, läßt sich die nicht lineare Entwicklung der Naturwissenschaften besonders eindrucksvoll zeigen. Den Chemiebüchern zufolge könnte man meinen, Dalton habe seine Atomtheorie und die stöchiometrischen Gesetze aus den vorhandenen chemischen Erfahrungsdaten abgeleitet und verallgemeinert. Aber Dalton war als Physiker und Meteorologe an Chemie zunächst überhaupt nicht interessiert, sondern eher an den physikalischen Problemen der Adsorption von Gasen durch Wasser und von Wasser durch die Atmosphäre. Durch die „Anwendung einer Reihe von Fragen und Begriffen auf die Chemie, die vorher auf die Physik beschränkt waren“, so schreibt T. S. Kuhn (10) „ergab sich eine Neuorientierung des Fachgebietes, indem die Chemiker lernten, neue Fragen über alte Daten zu stellen und neue Schlüsse aus ihnen zu ziehen“; ja sogar alte Ergebnisse zu korrigieren und neue zu suchen, um die Anpassung zwischen Erfahrungen und Theorie zu bewirken.

Man kann zeigen, daß außer zu einer kontinuierlichen Weiterentwicklung das Fragen, Denken und Forschen in den Bahnen von Fachsystemen manchmal auch zu vorurteilvollen, starren und irrtümlichen Wahrnehmungen und Ergebnissen führte; — wie aber andererseits immer wieder einzelne, nicht an vorgegebene Denkkategorien gebundene Wissenschaftler Wahrnehmungen und Erfahrungen *anders* zu interpretieren und zu deuten vermochten, als es das System verlangte. Dies konnte offenbar allein durch eine Integration der Fragestellungen, Methoden und Begriffe von bis dahin unverbunden nebeneinanderstehenden Wissenschaftsbereichen bewirkt werden.

Eine solche Betrachtungsweise führt dazu, die Entwicklungsgeschichte der Naturwissenschaften als gleichzeitiges Neben- und Nacheinander von Integrationsprozessen mehrerer Wissenschaftsbereiche wie von Spezialisierungsprozessen in begrenzten Bereichen zu sehen.

Besonders deutlich zeigt sich dies im 17. Jahrhundert, einer Epoche der zunehmenden Integration der bis dahin unabhängig nebeneinander existierenden spekulativen Naturphilosophie mit der physikalischen und chemischen Technologie sowie den medizinischen und botanischen Erfahrungen und der bereits als Wissenschaften etablierten Mathematik und Astronomie. — Diese Integration war die Voraussetzung dafür, daß Physik, Chemie und Biologie als voneinander abgegrenzte Bereiche entstehen konnten und daß „fachspezifische“ Methoden entwickelt werden konnten, die dann später auf andere Disziplinen befruchtend wirkten, oder sogar neue Disziplinen (zunächst immer „Grenzgebiete“ genannt) zu Leben verhalfen.

Daß die einzelnen Fachwissenschaften sich gegenseitig außerordentlich stark befruchten können und befruchtet haben, ja daß manche sehr stark voneinander abhängig sind, wird heute von

Die Konsequenzen einer Unterrichtsplanung nach dem fächerübergreifenden Prinzip, das Freise, Buck und Pukies vorschlagen, hat Gerda Freise in einem Unterrichtsbeispiel dargestellt, das als Bestandteil eines anderen Beitrages zum Thema in Heft 4/71 der „Neuen Sammlung“ ebenfalls enthalten ist.*

Hier soll ein Unterrichtsthema vorgestellt werden, das die Merkmale hat, die wir für den interdisziplinären, gesellschaftsbezogenen, naturwissenschaftlichen Unterricht fordern. Wir wollen zunächst den Inhalt kurz skizzieren und dann andeuten, wie man sich die Umsetzung in einen interdisziplinären Unterricht in Übereinstimmung mit unseren theoretischen Argumenten vorstellen könnte. (Die Diskussion darüber ist noch völlig offen.)

Der Artikel „Wenn der Rhein dampft“⁽¹⁾, von dem wir ausgehen, berichtet über den Plan des Karlsruher Badenwerks, am Oberrhein, südlich von Speyer, ein weiteres Atomkraftwerk zu errichten, so daß sich die Zahl der geplanten Kraftwerke auf 16 erhöhen würde. Zu Anfang des Aufsatzes wird erwähnt, daß Proteste gegen den Bau des Kraftwerks von verschiedenen Seiten angeregt wurden. So ist die Rede vom „Weltbund zum Schutz des Lebens“ und von der Koblenzer Bundesanstalt für Gewässerkunde. Ausführlich wird über das für die Kraftwerke benötigte Kühlwasser und die Erwärmung des Flußwassers geschrieben. Die Probleme des Strahlenschutzes werden nur nebenbei erwähnt. Dagegen werden die mit der Erwärmung des Wassers zusammenhängenden physikalischen, chemischen, biologischen und meteorologischen Probleme und die Konsequenzen für den Fluß sowie die Uferzonen unter ökologischen Gesichtspunkten eingehend erörtert.

Eine Zusammenstellung der in diesem Artikel vorkommenden Begriffe zeigt, daß vorwiegend folgende Wissensbereiche angesprochen sind: Der physikalisch-technische, der chemische, biologische, meteorologische, wirtschaftliche und bevölkerungspolitische Bereich.

Für die Entwicklung eines Unterrichtsprojekts ist nach der begrifflichen Analyse des Artikels zunächst zweierlei zu leisten: Zum einen muß ein Katalog möglicher, für die angesprochene Problematik relevanter Lernziele zusammengestellt werden, zum anderen müssen für die Sachbereiche weitere inhaltliche Stichworte gesammelt werden, die für das Verständnis der im Artikel vorkommenden Begriffe eventuell notwendig sind.

Am vorliegenden Beispiel wird deutlich, daß die Planung eines solchen Unterrichtsprojektes nicht kurzfristig und isoliert stattfinden kann. Dieses Thema kann z. B. je nach der Art anderer vorausgegangener oder folgender Projekte einen biologischen Schwerpunkt erhalten, oder aber vor allem unter energetischen und wirtschaftlichen Gesichtspunkten behandelt werden. — Es kann auch eine Einsicht in die Verzahnung verschiedener Wissensbereiche als wichtigste Erkenntnis angestrebt werden, oder es kann z. B. beabsichtigt sein, die Abhängigkeit physikalischer, chemischer und biologischer Prozesse von der Temperatur eingehender zu untersuchen und verstehen zu lernen.

kaum einem aktiven Wissenschaftler bestritten. Auch hieraus läßt sich die Forderung nach interdisziplinären Curricula ableiten.

8 D. Hassenstein, u. U. Becksmann, Gutachten und Studien der Bildungskommission, Band 12, Klett, Stuttgart, S. 71 (1969).

9 T. S. Kuhn, „Die Struktur wissenschaftlicher Revolutionen“, Suhrkamp Frankfurt, (1967).

10 a. a. O., S. 185.

„Wenn der Rhein dampft“ zum Beispiel . . .

Eine Planung für integrierten naturwissenschaftlichen Unterricht

Das Thema kann aber auch in ganz anderer Weise unter solche Aspekte wie „Interessenkonflikte“, „Kommunikation“ oder „Information“ gestellt werden.

Die Entscheidung des Lehrteams wird abhängig sein vom Alter der Schüler, von früheren Erfahrungen, von der jeweiligen Interessenlage, von vorausgegangenen und noch weiter vorgesehenen Unterrichtsprojekten — d. h. von der Gesamtplanung des Unterrichts.

Sobald die Entscheidung über den Schwerpunkt des Unterrichtsprojekts feststeht, können die dafür relevanten Lernziele aus dem Gesamtkatalog ausgewählt und geordnet werden. Im Anschluß daran kann die inhaltliche und organisatorische Planung stattfinden.

Wenn wir hier mögliche Vorschläge für die Planung und Durchführung eines Unterrichtsprojekts machen, so müssen wir von einigen gesetzten Bedingungen und Grundsätzen ausgehen: Wir nehmen z. B. an, daß an dem Unterrichtsprojekt etwa drei Klassen eines Jahrganges im 8. und 9. Schuljahr teilnehmen, daß es auf zwei Monate begrenzt werden soll, daß hierfür 12 Wochenstunden, d. h. insgesamt 96 Stunden vorgesehen werden.

Es soll der Grundsatz gelten, daß während des Unterrichts alle Schüler alle aufgestellten Lernziele erreichen sollen, daß einzelne Schülergruppen oder einzelne Schüler höchstens in einem Bereich einen Informations- oder Methodenvorsprung erlangen sollen, daß die Bildung der Arbeitsgruppen zu Beginn der ersten intensiven Arbeitsphase nach Neigung der Schüler erfolgen kann usw. usw.

Unter solchen angenommenen Voraussetzungen und Grundsätzen erscheint uns die in folgender Tabelle schematisch dargestellte Folge von Unterrichtssituationen und -phasen (I) und der grobe Umriss eines Stundenplans (II) als Diskussionsgrundlage möglich zu sein.

I. Unterrichtssituationen und Unterrichtsphasen

1. Ausgangssituation

z. B. Vorstellen des Zeitungstextes oder Text + Film oder Exkursion oder Exkursion + Text oder ‚Text-Antitext‘ — These-Antithese

2. Phase der Entwicklung von Problembewußtsein
 - a) gegenüber den Sachverhalten und den Konsequenzen
 - b) gegenüber der Begriffsunkenntnis bzw. -unsicherheit
3. Planungsphase
inhaltliche Strukturierung, Arbeitsplanung, Zeitplanung
4. Arbeitsphase
fachspezifische Arbeit (oder Arbeit an „Unterprojekten“)
5. Informationsphase
gegenseitige Information über Arbeitsergebnisse, Demonstration, Dokumentation
6. Arbeitsphase
fachspez. Arbeit u. gegenseitige Überprüfung und Ergänzung, nachvollziehende Arbeit
7. Informationsphase
gegenseitige Information und Diskussion von Ergebnissen
8. Auswertungsphase
Auswertung von Arbeitsergebnissen, Diskussion, Urteilsbildung, These-Antithese

II. Stundenplan

Auf die Feinplanung vor allem der Arbeitsphasen in den Fachbereichen, d. h. auf einzelne inhaltliche Entscheidungen, auf die verschiedenen Arbeitsformen, die Zusammenstellung der Unterrichtsmaterialien, einzelne organisatorische Gesichtspunkte, auf die Frage der Medien usw. können wir in diesem Zusammenhang nicht eingehen.

| Woche | Montag 2 Std. | Dienstag 2 Std. | Mittwoch 2 Std. | Donnerstag 2 Std. | Freitag 4 Std. |
|---------|--|------------------------------|--|----------------------|-------------------|
| 1. | Ausgangssituation | Problembewußtsein entwickeln | | Strukturierung, | Planung |
| | Großgruppe 4 Gruppen | | Großgruppe 4 Gruppen | | Großgruppe |
| 2. + 3. | Arbeit in Fachbereichsgruppen bzw. in Kleingruppen bzw. Einzelarbeit (Wahrscheinlich 5 fachspezifische Arbeitsgruppen). | | | | |
| 4. | Gegenseitige Information, Befragung, Demonstration, Dokumentation z. B. jede der 5 Gruppen delegiert einige Mitglieder in jede der anderen 4 Gruppen. Oder: jeweils eine der 5 Gruppen stellt sich vollständig den vier anderen Gruppen zur Information. | | | | |
| 5. + 6. | Arbeit in Fachbereichsgruppen. Jede Gruppe überprüft, vollzieht nach, ergänzt (usw.) die Arbeit der jeweils anderen 4 Gruppen. Für jeden der 4 anderen Bereiche kann $\frac{1}{4}$ der Zeit aufgewendet werden (keine starre Fixierung). | | | | |
| 7. | Gegebenenfalls noch Weiterarbeit in Gruppen bis Do Gegenseitige Information, Diskussion, Dokumentation, Austausch von Arbeitsergebnissen. Flexible Gruppen. | | | | |
| 8. | Auswertung von Arbeitsergebnissen 4 Gruppen, wie in der 1. Woche | | Diskussion, Urteilsbildung Urteilsbegründung 4 Gruppen Großgruppe | | |

* Gerda Freise, Interdisziplinärer Unterricht oder Zementierung der Realfächer? In: neue Sammlung 4/71.

1 Theo Löbsack, Wenn der Rhein dampft, DIE ZEIT, 24. April 1970.

Wir fassen das bisher Gesagte in Thesen zusammen:

- Wissenschaften dürfen nicht verstanden werden als lineare Folgen von Entdeckungen und Einsichten, da man weiß, daß die Ergebnisse der Naturwissenschaften von den jeweiligen Fragestellungen der Wissenschaftler sowie von der gesellschaftlichen Gesamtsituation abhängig sind.
Schüler sollten daher die Wissenschaften nicht als lineare Reihe denknotwendiger Entdeckungen und Einsichten kennenlernen.

- Die vernünftige Interpretation neuer Entdeckungen durch Schlußfolgerungen, Einsichten, Methoden und Begriffe wurde häufig durch verfestigte Denkstrukturen in den Bahnen bestehender Systeme verhindert.
Schüler sollten daher nicht von vornherein auf eine fertige Systematik festgelegt werden, sondern frei bleiben für kreative Problemlösungsversuche.
- Es ist eine legitime wissenschaftliche Methode, zur Lösung bestimmter Probleme stark vereinfachende Annahmen zu ma-

chen und grobe Modelle zu entwickeln. Man darf nur nicht die (manchmal auch stillschweigend) gemachten Annahmen aus dem Auge verlieren und so den Bezug zur komplexen Realität aufgeben.

Schüler sollten daher fachspezifische Arbeitsmethoden nicht losgelöst von komplexen Geschehen und Erfahrungen kennenlernen.

- Die Erforschung und Bewältigung konkreter naturwissenschaftlich bedingter Probleme ist nicht möglich bei einer Beschränkung auf jeweils einzelne fachspezifische Methoden, sondern ist angewiesen auf deren wechselweise Anwendung, den jeweiligen Problemstellungen entsprechend.

Schüler sollten daher bei der Arbeit an konkreten naturwissenschaftlich bedingten Problemen nicht auf eine additive Anwendung fachspezifischer Methoden beschränkt werden. Sie sollten sich der vielfältigen Anwendungsmöglichkeiten bewußt werden.

Akzeptiert man diese aus der Genese und der Verflechtung der Wissenschaften abgeleiteten bildungstheoretischen Gesichtspunkte und Thesen, so folgt daraus notwendig, daß an die Stelle des traditionellen Dreifächerunterrichts im Sekundarschulbereich ein interdisziplinärer naturwissenschaftlicher Unterricht treten muß.

Die allgemeinen Lernziele

Bei der Diskussion über die Frage, inwieweit die Allgemeinen Lernziele der Gesamtschule in einem integrierten naturwissenschaftlichen Unterricht verwirklicht werden können, beziehen wir uns hauptsächlich auf das Gutachten von Hentigs für die Bildungskommission des Bildungsrats (11). Die dort angegebenen Lernziele können hier nicht eingehend erörtert werden.

Die allgemein gehaltenen und inhaltlich nicht fixierten Lernziele wie z. B. in der sich beschleunigt verändernden, arbeitsteiligen und spezialisierten Welt zu bestehen, können nicht ohne Behandlung der Naturwissenschaften realisiert werden, andererseits ist ein rein naturwissenschaftlicher Unterricht für ihre Realisierung ebenso untauglich. In traditioneller Weise getrennte naturwissenschaftliche Unterrichtsfächer vermögen dies natürlich erst recht nicht zu leisten.

Dies wird noch deutlicher, wenn man sich die Lernziele für die einzelnen naturwissenschaftlichen Fächer ansieht, die in letzter Zeit publiziert wurden. Diese Lernziele lassen sich in drei Lernzielgruppen aufteilen:

1. Qualifikationen, wie z. B. das Denken mit Hypothesen, Modellen, Theorien, das Durchschauen und Verarbeiten von Symbolen und vor allem wieder das selbständige und kritische Aufnehmen und Verarbeiten von Informationen. Dies sind Qualifikationen, (amerikanisch: „processes“), die von Hentig zusammenfaßt als die „grundlegenden Verfahrensweisen der Wissenschaften“ (12).
2. Der zweiten Gruppe von Zielen zufolge soll den Schülern die Rolle der jeweiligen Wissenschaft für die Gesellschaft deutlich werden. Die Einwirkung der einzelnen Naturwissenschaften auf Technik, Industrie, Wirtschaft und Politik (ihr *Gesellschaftsbezug* also) soll durchschaubar gemacht werden.
3. Von der Seite der Fachwissenschaftler kommt eine dritte Gruppe von Lernzielen hinzu, die jeweils auf kleine Wissensabschnitte bezogen sind und konkrete *fachspezifische* Methoden und Begriffe betreffen.

Die beiden ersten Lernzielgruppen entsprechen den von Hentigschen Allgemeinen Lernzielen. Versteht man nun einen integrierten naturwissenschaftlichen Unterricht — wie eingangs formuliert — als einen Unterricht, der der zunehmenden Verflechtung der Naturwissenschaften untereinander und mit den Gesellschafts- und Wirtschaftswissenschaften gerecht zu werden versucht, dann sind diese Lernzielgruppen nur in einem interdisziplinären Unterricht zu verwirklichen. Auch Lernziele der dritten Gruppe kön-

nen — entgegen den Befürchtungen der Fachdidaktiker, die in fachlicher Selbstisolierung in ihrem fachwissenschaftlichen Elfenbeinturm sitzen — ohne weiteres in einem integrierten Unterricht erreicht werden. Denn wer hat je behauptet, in einem interdisziplinären Unterricht würden keine fachwissenschaftlichen Fakten, Methoden und Begriffe gelehrt?

- Wenn man das Verfahren akzeptiert, Lernziele „nicht aus den vorhandenen Einrichtungen und ihren spezifischen Gegenständen, Möglichkeiten, Methoden und Bildungsprogrammen herauszuentwickeln, sondern sie im Blick auf die Gesellschaft zu *setzen*, . . . um die gesellschaftliche Existenz zugleich zu ermöglichen *und* sie zu kritisieren und zu verändern“ (13),

- wenn die Allgemeinen Lernziele nicht das Schicksal der früheren Bildungsziele erleiden sollen, Leerformeln und Deklamationen zu werden, oder Verzerrungen zu sein für einen sich verabsolutierenden fachspezifischen Unterricht,

kann der naturwissenschaftliche Unterricht auf der Sekundarstufe nicht mehr in der bisherigen Weise und in drei oder vier völlig getrennten Fächern erteilt werden, sondern muß als integrierter (interdisziplinärer) Unterricht konzipiert sein.

Auch im integrierten naturwissenschaftlichen Unterricht, wenn nicht hier sogar im besonderen Maße, gilt das Prinzip des „Exemplarischen“. Aufhebung der ausschließlichen Orientierung an Biologie, Chemie und Physik impliziert *nicht* zwangsläufig oberflächliche Ausbildung von Allrounddilettanten.

Für den integrierten naturwissenschaftlichen Unterricht stellt sich nicht so sehr die Frage: *Was* von den Grundlagen der einzelnen naturwissenschaftlichen Disziplinen muß vermittelt werden, sondern: *Welche Erfahrungen, Methoden usw.*, erlauben es, auf optimale Weise auf die Allgemeinen Lernziele hinzulernen?

Die Allgemeinen Lernziele können nur realisiert werden, wenn wir wegkommen von den fachegoistischen Vorstellungen und Forderungen der „reinen Fachwissenschaftler“ und wenn wir einsehen, daß Curriculum-Entscheidungen heute nicht mehr allein von der Seite der Fachwissenschaften aus gefällt werden können(14). Eines

11 H. von Hentig, a. a. O., S. 13—46.

12 a. a. O., S. 23.

13 H. von Hentig, a. a. O., S. 14.

14 Es ist interessant zu beobachten, wie auch die Allgemeinen Lernziele für einen integrierten naturwissenschaftlichen Unterricht, die von amerikanischen Autoren aufgestellt worden sind, in Übereinstimmung zu bringen sind mit den von Hentigschen Lernzielen. Als Beispiel seien die von Haney zuerst aufgestellten und von Showalter modifizierten Allgemeinen Lernziele für einen integrierten naturwissenschaftlichen Unterricht angegeben: (frei übersetzt) (R. Haney, *The Changing Curriculum Science*, Association for Supervision and Curriculum Development, Washington 1966, V. Showalter, a. a. O., S. 3 ff.)

1. „Der Schüler soll Kenntnisse erwerben, die ihn in die Lage versetzen, vorherzusagen, zu verstehen und natürliche Vorgänge zu kontrollieren.“
2. Der Schüler soll zunehmend besser in der Lage sein, an naturwissenschaftlichen Prozessen teilzunehmen und diese Prozesse in ähnlichen Situationen anzuwenden, mit denen er in seinem täglichen Leben konfrontiert wird.
3. Der Schüler soll die Verhaltensform von Naturwissenschaftlern erkennen und lernen, diese Verhaltensformen in seinen täglichen Erfahrungen angemessen anzuwenden.
4. Der Schüler soll die verschiedenen Beziehungen und Wechselwirkungen zwischen Naturwissenschaften, Technologie und Gesellschaft verstehen und seine persönliche Umgebung in diesem Zusammenhang erkennen.
5. Der Schüler soll zahlreiche nützliche psychomotorische Fertigkeiten durch das Studium der Naturwissenschaften lernen und anwenden.
6. Der Schüler soll eine Vielfalt von Interessen an und Enthusiasmus für die Naturwissenschaften erwerben.“

Nach diesen sechs Allgemeinen Lernzielen sollte ein integriertes Curriculum entwickelt werden. Als Gründe geben die Autoren u. a. an:

1. „Die sechs Allgemeinen Lernziele sind mit den Bedingungen der Gesellschaft verflochten, durch die die Naturwissenschaften unauweichlich mit dem Leben jedes Individuums verbunden sind.“

sollte klar sein: Alle hier aufgestellten Probleme können durch die Konzeption eines *gefächerten* naturwissenschaftlichen Unterrichts *nicht* gelöst werden.

Motivation und Integration der Fächer

Es ist unumstritten, daß jeder Unterricht im Interesse der geistigen Entwicklung der Schüler bestimmten Forderungen entsprechen muß. Vier solche Forderungen an ein modernes Schulsystem hat Heckhausen in seinem Gutachten für die Bildungskommission des Bildungsrats formuliert(15):

- „Der einzelne Schüler sollte möglichst intrinsisch zum Lernen motiviert werden und die Schule mit einer verstärkten intrinsischen Lernmotivation verlassen.
- Der einzelne Schüler sollte ein möglichst hohes Niveau seiner intellektuellen Tüchtigkeiten erreichen.
- Ein Schulsystem sollte die Pluralität der Gesamtgesellschaft darzustellen versuchen und dabei möglichst stets ein wenig offener sein als die zeitgenössische Gesellschaft.
- Ein Schulsystem sollte die Chancengleichheit, die mit der Herkunft der Schüler aus unterschiedlichen sozio-kulturellen Lebensräumen gegeben ist, beachten und auszugleichen versuchen.“

Während die dritte Forderung, aus der sich ebenfalls Argumente für den integrierten naturwissenschaftlichen Unterricht herleiten ließen, bereits oben berührt wurde, interessieren in diesem Abschnitt besonders die ersten beiden Forderungen. Sie hängen eng miteinander zusammen:

„Die intellektuelle Tüchtigkeit in einer gegebenen Lernsituation ist (vorausgesetzt, daß der Lehrstoff in einer einigermaßen sachgerechten Weise und Abfolge dargeboten wird) von drei Gruppen von Bedingungsvariablen abhängig:

- von den Variablen des sachstrukturellen Entwicklungsstandes, (d. h. von den Vorkenntnissen)
- von den Variablen kognitiver Stile der Informationsverarbeitung (d. h. von den besonderen Weisen der Informationsaufnahme- und -verarbeitung)
- von den Variablen der Motivierung“ (16).

Die einzelnen Motivationsvariablen gegeneinander abzugrenzen und zu identifizieren, erscheint indessen ziemlich schwierig.

Heckhausen und andere haben versucht, die Zusammenhänge der einzelnen Motivationsvariablen in mathematischen Funktionen zu fassen und zu beschreiben. Uns interessieren in diesem Zusammenhang vor allem die Motivationsvariablen, die die „*intrinsische Motivation*“ ausmachen, d. h. die Motivation, die von der Sache, von der Aufgabe bestimmt werden. Dazu zählen:

- die *Leistungsmotivation*, d. h. das Bestreben, die eigene Tüchtigkeit überall dort zu steigern, wo man einen Gütemaßstab für verbindlich hält
- der *Erreichbarkeitsgrad* des gestellten Ziels
- der *Anreiz der Aufgabe*
- der „*sachbereichsbezogene Anreiz*“, d. h. die Wertungseinstellung gegenüber dem gegebenen Lehrstoff oder der Tätigkeit
- der *Neuigkeitsgrad* des Lehrstoffs oder der Tätigkeit.

Die ersten drei Motivationsvariablen (Leistungsmotivation) und ihre Anregungsvariablen (Erreichbarkeitsgrad und Anreiz von Aufgaben) sind bei weitem die wichtigsten, denn sie spielen bei jeder Leistungssituation eine Rolle. Nach Heckhausen sind diese drei Variablen multiplikativ miteinander verknüpft; d. h.: wenn eine der drei Variablen den Wert null erreicht (nicht angesprochen wird), dann wird der gesamte Motivierungswert aller drei Variablen null. Das kann der Fall sein, wenn die überdauernde Leistungsmotivation überwiegend mißfolgsmeidend ist, wenn das Lernziel nicht mehr erreichbar erscheint oder wenn der Zielanreiz schwindet, weil das Erreichen des Lernziels hundertprozentig gesichert erscheint.

Die „Leistungsmotivation“ wie auch der „sachbereichsbezogene Anreiz“ sind überdauernde Persönlichkeitsmerkmale. Wichtig vor allem in unserem Zusammenhang ist aber die Erkenntnis, daß beide Motivationen *erlernt, erworben und ausgebildet* werden.

Hier setzt die Begründung des integrierten naturwissenschaftlichen Unterrichts an: Will man übergeordnete Motivationssteuerungen aufbauen, muß man den Unterricht individuell und flexibel gestalten. Die Curricula

- müssen flexibel sein
- müssen es erlauben, zufällige Anregungssituationen auszunützen
- müssen der Erkenntnis Rechnung tragen, daß zum Verstehen abstrakter Zusammenhänge eine ausreichende *Gewöhnung* an beobachtbare Phänomene o. ä. stattgefunden haben muß
- müssen eher Wert auf methodische als auf deskriptive Lernziele legen
- müssen eher auf Innovation und Transfer Wert legen als auf Reproduktion(17).

Diese Merkmale weist der gefächerte naturwissenschaftliche Unterricht nicht oder nur in untergeordnetem Maße auf.

Durch den zermürbenden Blick auf die Menge des zu lernenden Stoffes, wird die anfänglich hohe Motivierung durch den Reiz des Neuen, den die naturwissenschaftlichen Fächer erfahrungsgemäß ausüben, schnell verringert, wie aus der Erfahrung bekannt ist. Die Auftrennung in einzelne, separate Fächer kann ebenfalls dafür mitverantwortlich gemacht werden, daß die Schüler trotz langjähriger Fachunterrichts nicht fähig werden, größere Zusammenhänge zu sehen und zu beurteilen.

Der integrierte naturwissenschaftliche Unterricht dagegen, der die den Naturwissenschaften gemeinsamen *Strukturen* erkennbar macht,

der den Schülern die wichtigsten *Prozesse* der Naturwissenschaften vermittelt, der die *Verflechtung* der Naturwissenschaft mit der Gesellschaft aufzeigt,

der die *aktive Mitarbeit des Schülers* herausfordert und ermöglicht, der den Schüler in hohem Maße *intrinsisch motiviert*,

der zeigt, daß die Naturwissenschaften kein starres System, sondern in ständigem Wechsel begriffen sind und so dauernd *Veränderungen* provozieren,

dieser interdisziplinäre Unterricht trägt dazu bei, daß die Schüler lernen, den dauernden Veränderungen der Gesellschaft nicht hilflos ausgeliefert zu sein.

Der integrierte naturwissenschaftliche Unterricht kann damit als Antwort auf die Forderung gelten, die am Anfang gestellt wurde:

„Eine sich schnell wandelnde Gesellschaft, die durch Fortschritte in den Naturwissenschaften in Bewegung gehalten wird, bedarf eines pädagogischen Programms, das der Herausforderung des Wandels gerecht zu werden vermag“ (18). ■

Die Naturwissenschaften sind weggeführt worden von dem unpersonlichen Status einer Aktivität, die von unverständlichen Unbekannten in sterilen Laboratorien ausgeführt wird. Statt dessen werden die Naturwissenschaften als eine universelle Wissenschaft betrachtet, die zu allen Aspekten menschlicher Bemühungen relevant ist, auf allen Altersstufen und auf allen intellektuellen Niveaus.

2. Jedes der sechs Allgemeinen Lernziele kann in Verhaltensziele umgesetzt werden, die geeignet sind für Schüler jeglicher Altersstufe und verschiedener intellektueller Reife ...
3. Innerhalb der Gruppe der sechs Allgemeinen Lernziele kann man Beziehungen zu Lernzielen des kognitiven, affektiven und psychomotorischen Bereichs finden ...“

15 H. Heckhausen, Gutachten und Studien der Bildungskommission 4, S. 210, Klett Stuttgart, 4. Auflage (1969).

16 a. a. O., S. 193.

17 H. Roth, Auswahl grundlegender Aufsätze aus der Zeitschrift Die Deutsche Schule 9, S. 59, Schroedel Hannover (1969).

18 Siehe Zitat* S. 32

Beltz 1 M 8451E

10 betrifft: erziehung

1. Okt. 1971
4. Jg./Heft 10
3,- DM

Leistungsdifferenzierung

Die Guten
ins Töpfchen
...

