

Karl Frey

**Integrierter
naturwissenschaftlicher
Unterricht in der
Bundesrepublik
Deutschland**

Karl Frey

**Integrierter
naturwissenschaftlicher
Unterricht in der
Bundesrepublik
Deutschland**

IPN

Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften
an der Christian-Albrechts-Universität Kiel

Vorstand:

Karl Frey (Geschäftsführender Direktor)

Gerhard Schaefer

Johann Weninger

Walter Westphal

Das Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften (IPN) an der Universität Kiel wird als überregionales Forschungsinstitut vom Bundesministerium für Bildung und Wissenschaft und vom Kultusministerium des Landes Schleswig-Holstein finanziell getragen.

© Copyright 1975 Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften, Kiel D-2300 Kiel 1, Olshausenstr. 40—60

Nachdruck, auch auszugsweise, ist nur mit Zustimmung des Instituts gestattet.

1. VORBEMERKUNG

Der vorliegende Bericht¹⁾ verfolgt ein dreifaches Ziel. Er versucht zuerst, eine Übersicht über den Anteil des integrierten naturwissenschaftlichen Unterrichts am Gesamtcurriculum des allgemeinen Schulsystems zu vermitteln.

Zweitens strebt er eine einfache analytische Darstellung der Ansätze an, nach denen integrierter naturwissenschaftlicher Unterricht in der Bundesrepublik Deutschland aufgebaut wird.

Drittens sollen einige Tendenzen des „integrierten“ innerhalb des gesamten naturwissenschaftlich-technischen Schulunterrichts herausgearbeitet werden.

Naturwissenschaftlicher Unterricht, der sich nicht auf eine einzige Disziplin wie Physik oder Biologie beschränkt, wird zur Zeit mit verschiedenen Fachtermini bezeichnet. Man spricht von interdisziplinärem, fächerübergreifendem, integriertem, multidisziplinärem oder supradisziplinärem Unterricht. Analysiert man die Wortfelder oder die Etymologien dieser Bezeichnungen, zeigt sich, daß die einzelnen Ausdrücke sehr spezifischen Unterricht charakterisieren können. Auf diese spezifischen Unterschiede geht der vorliegende Bericht nicht ein. Die Bezeichnungen „interdisziplinär“, „fächerübergreifend“ oder „integriert“ werden synonym gebraucht.

Der Bericht entstand unter Mithilfe von verschiedenen Seiten. Zuerst habe ich *Brunhilde Marquardt*, *Verena Schmid* und *Kurt Imberg* zu danken, welche die Zusammenstellungen, Inhaltsanalysen und besonderen Auszählungen besorgten. Vor der endgültigen Redaktion haben über zwanzig Kollegen aus der Bildungsverwaltung, den Schulen und Hochschulen den Entwurf durchgesehen und an verschiedenen Stellen verbessert.

2. KONTEXT UND GRUNDLAGEN FÜR DEN SITUATIONSBERICHT

(1) Der Situationsbericht über interdisziplinären bzw. integrierten naturwissenschaftlichen Unterricht ist im Rahmen eines Projektes entstanden, das vom IPN (Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften an der Universität Kiel) durchgeführt wird. Das Projekt

¹⁾ Beitrag für das Symposium über „An Interdisciplinary Approach Towards the Teaching of Science Subjects at the Secondary Level“, Exeter, 8.—14. September 1974, veranstaltet vom Europarat und dem British Council.

befaßt sich mit Ansätzen für den integrierten naturwissenschaftlichen Unterricht. Es umfaßt die konkrete Entwicklung und Erprobung von integrierten Einheiten. Soweit diese Einheiten im IPN entwickelt werden, bilden sie mehrheitlich einen Bestandteil der IPN-Curricula für Physik, Chemie und Biologie. Bestandteil des Projektes sind auch zwei nationale Symposien. Das eine legte den Schwerpunkt auf die wissenschaftstheoretischen und curriculumtheoretischen Grundfragen und Ansätze. Das zweite Symposion, das Ende 1973 stattfand, galt vorwiegend der Darstellung und Analyse von realisierten Projekten, den Problemen der Innovation von interdisziplinärem Unterricht und den Voraussetzungen in Lehrerbildung, Schulverwaltung und Schulorganisation. Die Ergebnisse der zwei Symposien sind in zwei Berichtsbänden publiziert¹⁾. An den Symposien nahmen Vertreter der Schuladministration, Professoren der Hochschulen, Lehrer und Curriculumfachleute aus den verschiedensten Arbeitsrichtungen in der Bundesrepublik Deutschland und angrenzenden Ländern teil.

Diese Symposien verschafften einen repräsentativen Überblick über den Stand der Forschung, Entwicklung und Implementation von fächerübergreifendem naturwissenschaftlichem Unterricht. Zwei Teile des vorliegenden Situationsberichtes können sich besonders auf die beiden Symposien stützen. Es sind der Teil 7 mit dem Titel „Integrierter naturwissenschaftlicher Unterricht in Forschung und Curriculararbeit“ und der Teil 8 „Drei Probleme des integrierten naturwissenschaftlichen Unterrichts“.

(2) Die übrigen Teile des Situationsberichtes basieren auf Analysen von

- a) offiziellen Lehrplänen der zehn Bundesländer (und Berlins)
- b) ausgewählten Schulbüchern, die in der Bundesrepublik Deutschland verbreitet sind und
- c) Studentafeln aller Schulen in den zehn Bundesländern (und Berlin).

Da der interdisziplinäre naturwissenschaftliche Unterricht unterschiedliche Ziele verfolgt, nach divergierenden didaktischen Konzepten aufgebaut ist und eine unterschiedliche Entwicklungsstufe

¹⁾ K. FREY, P. HÄUSSLER (Hrsg.): Integriertes Curriculum Naturwissenschaft: Theoretische Grundlagen und Ansätze. Bericht über das 4. IPN-Symposion. Weinheim und Basel 1973 (Beltz Verlag).

K. FREY, K. BLÄNSDORF (Hrsg.): Integriertes Curriculum Naturwissenschaft der Sekundarstufe I: Projekte und Innovationsstrategien. Bericht über das 5. IPN-Symposion. Weinheim und Basel 1974 (Beltz Verlag).

erreicht hat, waren die Analysen einfach zu gestalten. Das gilt vor allem für die Inhaltsanalysen der Schulbücher und der Lehrpläne. Die Inhaltsanalyse der Lehrpläne, die *Kurt Imberg* durchgeführt hat, mußte sich auf die Auszählung nach wenigen Inhaltskategorien beschränken. Das gleiche gilt für die Untersuchung der zehn Lehrmittelwerke für die Primarstufe im Hinblick auf fächerübergreifende Anteile von *Verena Schmid*. Auch die vergleichende Darstellung der Stundentafeln von *Brunhilde Marquardt* mußte stark vereinfachen.

Dennoch dürften sich die Versuche einer inhaltsanalytischen Aufschlüsselung und quantitativen Auszählung gelohnt haben, denn der Bericht kann gewisse Aussagen über den Anteil des fächerübergreifenden am gesamten naturwissenschaftlichen Unterricht machen. Zudem erlauben die Analysen (z. B. der Lehrpläne), Entwicklungstendenzen des fächerübergreifenden Unterrichts festzuhalten, da hier der zeitliche Aspekt durch die unterschiedlichen Zeitpunkte der Genehmigung eingeht.

(3) Die Analyse von Schulbüchern, einzelnen Unterrichtseinheiten und Lehrplänen setzt ein *Vorverständnis* integrieren naturwissenschaftlichen Unterrichts voraus, da erst aus diesem Vorverständnis Kategorien gebildet werden können. Der folgende Abschnitt legt dieses Vorverständnis des Berichtes dar und versucht zugleich, kurz darzustellen, unter welchen verschiedenen Unterrichtsformen und curricularen Inhalten der integrierte naturwissenschaftliche Unterricht in der Bundesrepublik Deutschland verhandelt wird.

3. VERSCHIEDENE FORMEN VON INTEGRIERTEM NATURWISSENSCHAFTLICHEM UNTERRICHT

In der Primarstufe werden die Naturwissenschaften meistens im „Gesamtunterricht“ abgehandelt. Themen wie „Wald“, „Wasser“, „Mond und Sterne“ oder „die Jahreszeiten“ haben naturwissenschaftliche Erkenntnisse aufgenommen. Die Themen aus Literatur, Geschichte, Biologie usw. kommen dabei meistens *additiv* zusammen. Allerdings gibt es in zunehmendem Maße Versuche, solche Themen durch übergreifende didaktische Konzepte zu strukturieren. Dazu gehören in den letzten Jahren z. B. die Adaptationsversuche mit „Science — A Process Approach“, wo naturwissenschaftliche Arbeitsverfahren (Kategorienbildung, Quantifizieren, Hypothesenprüfen usw.) primär naturwissenschaftliche Themen integrieren (vgl. *Tütken 1971*).

Auch Grundbegriffe bzw. Interpretationsmuster der Naturwissenschaften haben zu fächerübergreifendem naturwissenschaftlichem Unterricht beigetragen. Beispielhaft dafür sind die Unterrichtseinheiten von *Spreckelsen*, wo der Unterricht nach den „Interpretationsgrundmustern“ Wechselwirkung, Erhaltung, Teilchenstruktur entwickelt wird (*Spreckelsen* 1971).

In der Sekundarstufe wird meistens versucht, die Meßtechniken, Hypothesen und Theorien der Naturwissenschaften als solche darzustellen. Man strebt häufig eine Art Abbild der universitären Naturwissenschaften an, um aber zugleich Anwendungen im Alltagsleben hinzuzufügen: Geometrische Optik wird in einer Unterrichtseinheit Fotografie eingesetzt, das Ohmsche Gesetz an Haushaltsgeräten nachgerechnet, Elemente der Halbleitertechnik werden in Kleincomputern oder Simulationsgeräten konkretisiert oder physiologische Prozesse an der menschlichen Ernährung demonstriert. Von „interdisziplinärem“ naturwissenschaftlichem Unterricht kann man meistens nicht sprechen, da nicht mehrere Disziplinen zum Tragen kommen, sondern *eine Disziplin* in einer Lebenssituation illustriert wird. Die Anwendungsbemühungen finden sich etwas häufiger in den Hauptschulen als in den Gymnasien.

Interdisziplinären Unterricht in den Naturwissenschaften findet man in der Bundesrepublik Deutschland am ehesten in den oberen Klassen der Sekundarstufe (11.—13. Schuljahr, Kollegstufe). Dort ziehen Themen wie Blattphysiologie, oder Genetik die Fächer Chemie und Biologie auf die gleiche Unterrichtseinheit. Die Gasgesetze vereinen chemische und physikalische Beiträge (interessanterweise scheint es außer im Feld „Informatik — Computertechnik“ wenig Kombinationen zwischen Mathematik und Naturwissenschaften zu geben, wobei sich die Mathematiker häufig noch dazu davon distanzieren, in diesem Gebiet mit „echter“ Mathematik beteiligt zu sein. Eine gewisse Ausnahme bilden die „Proportionen“ in Physik und Mathematik, sofern der Unterricht in einer Hand liegt).

Ein anderer Typ von fächerübergreifendem naturwissenschaftlichem Unterricht hat sich durch die Umweltschutzcurricula herausgebildet. Hier liefern aktuelle Probleme, Idealvorstellungen von Biotopen oder gesellschaftstheoretisch begründete Ökologien den Focus, auf den naturwissenschaftliche Theorien gerichtet werden. Diesen Ansatz betreiben viele Lehrer und Lehrergruppen, Konstrukteure einzelner Einheiten oder ganzer Curricula. Das umfangreichste Unternehmen unter diesem Anspruch ist das „Raumwissenschaftliche Curriculum“, das ein Verbund von Geographischen

Instituten an Hochschulen durchführt.

Überblickt man diese verschiedenen Formen von fächerübergreifendem naturwissenschaftlichem Unterricht, dann lassen sich mehrere Merkmale ablesen. Überall kommt zu den Gesetzen, Meßtechniken oder Ergebnisaussagen einer Disziplin *etwas hinzu*. Es sind Anwendungsgebiete *oder* passende Stücke aus anderen Disziplinen *oder* soziale, wissenschaftstheoretische, historische und pädagogische Konzepte (welche den ursprünglichen monodisziplinären Aussagenbestand umstrukturieren). In seltenen Fällen erfolgt eine Integration verschiedener Disziplinen auf ein Thema, Problem oder Ziel.

Die Gesamtheit dieser Aspekte könnte man mit folgender Umschreibung einzufangen versuchen:

Ein integriertes Curriculum Naturwissenschaft ist ein Lehrgefüge, das Informationen aus oder zu naturwissenschaftlichen Disziplinen behandelt, die aufgrund eines didaktischen Konzeptes (mit verschiedenen Elementen) umstrukturiert und in Hinsicht auf gemeinsame Bildungsabsichten funktionalisiert werden (vgl. Frey et al. 1973).

Diese Form des elaborierten fächerübergreifenden naturwissenschaftlichen Unterrichts kommt in einigen neueren Curriculum-einheiten und Lehrplänen vor (z. B. in der Mainzer Studienstufe). Für einen Situationsbericht über naturwissenschaftlichen Unterricht scheint es allerdings nicht sinnvoll, nur einen einzigen Filter anzulegen. Das würde geschehen, wenn entweder

- a) nur diese Definition als Maßstab fungiert oder
- b) nur echt interdisziplinärer Unterricht berücksichtigt wird.

Um den Bericht nicht ganz der Willkür von Einzeleindrücken zu überlassen und um die notwendige begriffliche und curriculum-theoretische Durchdringung des interdisziplinären naturwissenschaftlichen Unterrichts voranzutreiben, wird versucht, in zweierlei Weise eine Systematik einzubringen:

- Die eben zitierte Definition von integriertem naturwissenschaftlichem Curriculum mag als Bezugspunkt gelten, um die naturwissenschaftsdidaktische Elaboration zu beurteilen, die erforderlich ist, wenn Lehrplanarbeit, Unterrichtsvorbereitung oder Curriculumerstellung betrieben werden. Konkret: es ist abzuklären, wieweit in den Lehrplänen, Curricula und in den realisierten naturwissenschaftlichen Unterrichtsstunden die Elemente vorhanden sind, welche die Definition anspricht.
- Eine einfache Kategorienreihe soll helfen, die verschiedenen Integrationsansätze inhaltlich einzuordnen, um so die Gesamt-

bemühungen auf diesem Gebiet in ihren Schwerpunkten zu erfassen. P. Häussler hat für das 4. IPN-Symposium über theoretische Grundlagen und Ansätze integrierter naturwissenschaftlicher Curricula eine solche Kategorienreihe erarbeitet (Häussler 1973). Häusslers Untergliederung der Ansätze in 6 Kategorien hat sich bei der Analyse mehrerer angelsächsischer Curricula als brauchbar erwiesen. Die Kategorienreihe für die Bestimmung von Integrationsansätzen lautet im einzelnen:

1. Naturwissenschaftsorientierte Ansätze
 - 1.1. Konzeptorientierter Ansatz
 - 1.2. Prozeßorientierter Ansatz
 - 1.3. Kybernetischer Ansatz
2. An externen Systemen orientierte Ansätze
 - 2.1. Problemorientierter Ansatz
 - 2.2. Anwendungsorientierter Ansatz
 - 2.3. An Lebenssituationen orientierter Ansatz

Damit sind die Bezugspunkte vorgestellt, von denen aus der integrierte naturwissenschaftliche Unterricht näher beschrieben werden kann.

4. NATURWISSENSCHAFTLICHER UNTERRICHT IN DER BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND: EINE ÜBERSICHT

In diesem Teil wird folgende Frage zu beantworten versucht: welchen zeitlichen Umfang nimmt integrierter naturwissenschaftlicher Unterricht im Gesamtcurriculum ein? Um den Stellenwert des integrierten Unterrichts besser beurteilen zu können, ist vorgängig die allgemeine Frage zu beantworten: welcher Umfang ist in den Stundentafeln für die Naturwissenschaften insgesamt vorgesehen?

Im Vergleich zu anderen Ländern läßt sich festhalten: die Naturwissenschaften haben an der gesamten Stundentafel etwa den gleichen Anteil wie in den meisten west- und nordeuropäischen Staaten. In einigen Schultypen sind die Naturwissenschaften in der Bundesrepublik Deutschland eher stärker vertreten als in anderen Ländern. Osteuropäische Länder dagegen weisen den Naturwissenschaften in mehreren Stufen und Bereichen mehr Zeit zu als die Bundesrepublik Deutschland. Tabellarische Übersichten und Interpretationsversuche enthält die folgende Arbeit: K. Frey: Der Anteil des mathematisch-naturwissenschaftlichen Bereiches am Gesamtcurriculum (im internationalen Vergleich) (1973).

Leider ist es nicht möglich, die Bundesrepublik Deutschland insgesamt mit anderen Ländern zu vergleichen. Die Kulturhoheit liegt bei den 10 Bundesländern und Berlin. Die Unterschiede zwischen den Ländern sind oft erheblich. So erhalten z. B. die Schüler der Realschulen in Rheinland-Pfalz von der 5. bis zur 10. Klasse Chemie, jene in Bayern dagegen nur in der 9. und 10. Klasse. Da die Unterschiede in einzelnen Fächern oder Stufen zwischen den Ländern so gravierend sein können, werden in der Bundesrepublik Deutschland kaum einheitliche Stundentafeln aufgestellt. Alle Versuche müssen unzureichend bleiben, zumal dauernd Änderungen vorgenommen werden. Die vergleichenden Erziehungswissenschaftler greifen in der BRD deshalb häufig nur ein Land heraus oder verzichten ganz auf exakte Vergleiche. Außenstehende können sich allerdings bei einer solchen Behandlung der BRD gar keine Vorstellungen von den Verhältnissen machen. Deshalb soll hier ein Überblick verschafft werden, wenn er auch mit allen Vorbehalten zu lesen und in Kürze zu revidieren ist.

- (1) Auf der Primarstufe (1.—4. Schuljahr) kommen die Naturwissenschaften nicht als gesonderte Disziplinen vor. Die Stundentafeln sehen zwei bis sechs Stunden Sachunterricht vor. „Sachunterricht“ meint Begegnung mit Sachen (Realien) und bezieht sich vor allem auf natürliche, technische und soziale Themenbereiche. Sie rekrutieren sich vorwiegend aus dem engeren und weiteren Lebensbereich der Schüler. In den neueren Lehrplänen zeichnet sich eine Änderung ab, indem die Naturwissenschaften nach Disziplinen getrennt werden.
- (2) Die Sekundarschulen sind in den einzelnen Ländern unterschiedlich aufgebaut. Es gibt Gebiete, wo mehrheitlich Gesamtschulen nach schwedischem oder englischem Vorbild vorherrschen. In anderen Gebieten teilt sich die Sekundarstufe in drei parallele Schulzüge (nämlich Hauptschule, Realschule und Gymnasium). In den meisten Ländern bestehen zur Zeit alle Schulformen, wobei daneben noch freie (nicht staatliche) Schulen existieren. Die Naturwissenschaften sind in allen Gesamtschulen vorgesehen, wobei eine fächerübergreifende Anordnung angestrebt wird. Das Regelschulangebot „Hauptschule“, „Realschule“ und „Gymnasium“ weist den Naturwissenschaften in den einzelnen Schultypen recht divergierende Stundenanteile zu.
- (3) Die Stundentafel spaltet die Naturwissenschaften in der Sekundarstufe in die Disziplinen Biologie, Chemie und Physik auf. Mathematik ist von den Naturwissenschaften separiert. Ein eigenes Fach Technik kommt im allgemeinbildenden Schul-

wesen kaum vor oder wird vorwiegend der Arbeitslehre oder den einzelnen naturwissenschaftlichen Disziplinen zugeordnet.

- (4) Die Naturwissenschaften belegen im Mittel zwei bis sechs Stunden pro Woche bei einem Total von ca. 32 Wochenstunden.
- (5) Betrachtet man die Verteilung der gesamten Naturwissenschaften auf die drei Hauptdisziplinen, dann fällt zuerst die Biologie auf, welche normalerweise in der Sekundarstufe mit den ersten Jahren (5./6. Schuljahr) beginnt und bis zu den letzten Klassen andauert, während Physik und Chemie im 5./6. Schuljahr eher mit weniger Stunden einsetzen.
- (6) Die Sekundarstufe II bietet vielfach im 12. und 13. Schuljahr die Wahl für eines der drei Hauptfächer (Biologie, Chemie, Physik) an. Dieses Wahlfach erstreckt sich dann pro Woche auf 2 bis 6 Stunden.
- (7) Das 5. und 6. Schuljahr enthielten bis 1971/72 kaum Naturwissenschaften. Erst durch die intensiven Curriculumversuche auf dieser Stufe (u. a. mit den IPN-Curricula) führten sich die Naturwissenschaften bzw. ihre Einzeldisziplinen in den Lehrplan ein.

Das zweite Schema „Naturwissenschaftlicher Unterricht in den Primar- und Sekundarschulen in der Bundesrepublik Deutschland (nach Bundesländern)“¹⁾ macht die Details der Stundenverteilungen deutlich.

5. INTEGRIERTER NATURWISSENSCHAFTLICHER UNTERRICHT IN DER PRIMARSTUFE

Die Stundentafeln der Primarschulen enthalten keine Fachbezeichnung „Naturwissenschaften“. Auch Physik und Chemie, Biologie und Technik erscheinen nicht als Überschriften von Lernbereichen. Sie sind dem Fach „Sachunterricht“ untergeordnet. Dieses verfügt in den Lehrplänen jedoch in der Regel nicht über ein eigenes fach-didaktisches Konzept, welches die möglichen Lernsituationen aus dem „Sachbereich“ strukturieren könnte. Vielmehr überantwortet der Sachunterricht die Strukturierung drei Themen, nämlich

¹⁾ Beide schematischen Darstellungen basieren auf: RIECHWIEN S.: Vergleichende Zusammenstellung der Stundentafeln der allgemeinbildenden Schulen in der BRD. Forschungsauftrag auf Veranlassung des bayerischen Staatsministeriums für Unterricht und Kultus durch das Staatsinstitut für Schulpädagogik erstellt. München 1973, sowie in einer neuen Zusammenstellung von J. ESSER (Stuttgart) vom Juli 1974 für die Orientierungsstufe.

„Natur“, „Gesellschaft“ und „Technik“. Der Lehrplan von Hamburg betont diese Dreiteilung sehr deutlich. Auffällig ist, daß die Grobaufteilung und der Präambeltext zum Sachunterricht oft von dem Gebiet „Natur“ sprechen, ohne den Zusatz „-wissenschaft“ anzufügen. Erst bei der Konkretisierung der Fachgebiete erscheinen dann die Einzelwissenschaften Biologie, Physik und Chemie (z. B. in Nordrhein-Westfalen und Bayern).

Das heißt: die drei großen Themengebiete Natur, Gesellschaft und Technik unterteilen den Generaltitel „Sachunterricht“ und übermitteln den Aufbau des konkreten Unterrichts häufig den Einzelwissenschaften oder Technologien.

Mehrere Lehrpläne sehen als Hauptunterrichtsform Epochen- oder Periodenunterricht für einzelne Stoffe vor und unterstützen dadurch die Tendenz zur einzelthemen- oder einzelwissenschaftlichen Behandlung von Gebieten.

Die Durchsicht der Lehrpläne hat jedoch auch gezeigt, daß offiziell, vor allem bei den allgemeinen Richtlinien für das Gebiet Sachunterricht, die *Integration* der Einzelgebiete gefordert oder als möglich erklärt wird.

Da die offiziellen Lehrpläne der Länder zum Teil recht kurze Texte aufweisen und da nicht alle Lehrpläne bei der Analyse zur Verfügung standen, hat *Verena Schmid* 10 *Schulbücher* untersucht, die in den Klassen 1—4 der verschiedensten Bundesländer in Gebrauch sind. Die 10 ausgewählten Werke dürften für den Sachunterricht, der Natur und Technik berücksichtigt, repräsentativ sein. Es handelt sich um folgende Werke, deren vollständige Bibliographie in der Literaturzusammenstellung am Schluß aufgeführt ist:

Altmeyer 1972 und 1973, *Auernheimer* 1972, *Bahl* 1970, *Clausen* 1971, *Klein* 1971 und 1972, *Kuschmann* 1971, *Muth* 1971 und 1972, *Spreckelsen* 1971, *Völcker* 1968, *Zencker* 1973.

Etwa die Hälfte aller Unterrichtsthemen in diesen Werken verfolgt integrierende, fächerübergreifende Aspekte. Die andere Hälfte richtet sich direkt auf Einzelaspekte von Natur, Technik und Gesellschaft aus. Die integrierten Teile verwenden in der Mehrheit (nach der Analyse 80—90%) naturwissenschaftsimmanente Begriffe, Fragestellungen oder Methoden zur Herstellung eines fächerübergreifenden Bezuges. Das sind z. B. „Erhaltung“, „Klima“, oder „Trinkwasser“, „Luft“.

Die Integration gilt eher den Gebieten Physik, Chemie und Technik als den natur- und sozialwissenschaftlichen Aspekten eines Themas. Die Biologie kommt oft getrennt von den übrigen naturwissenschaftlichen Themen zur Sprache.

Die Integration nach naturwissenschaftlichen Prozessen oder nach Problemen der Lebenswelt scheint entscheidend hinter der Integration nach naturwissenschaftlichen Begriffen oder Themen zurückzustehen.

Diese Analyseergebnisse sollten nicht den Eindruck erwecken, die 10 Schulbücher seien mehr oder weniger gleich aufgebaut. Sie gleichen sich am meisten dort, wo sie klassische Themen des Primarschulunterrichts aufgreifen. Das sind z. B. Themen aus den vier Jahreszeiten, Luft und Wasser, Verdampfung, Magnete, Mechanik im täglichen Leben, Salze und Energie. Im übrigen variiert das Aufbauschema: das Lehrmittel „Erfahren und Begreifen“ von *Auernheimer* und anderen bringt die Teile zu Physik, Chemie und Technik, dann zum Teil getrennt Biologie und dann wiederum separat Sozialkunde, Geschichte, Erdkunde, Wirtschaftskunde, Verkehrskunde. Das Buch von *Bahl* und anderen führt 4 Bereiche an: sozialkundlicher, biologischer, physikalisch-technischer und geographischer Bereich.

Zum Abschluß dieses Teils über den Unterricht auf der Primarstufe soll versucht werden, einige Entwicklungstendenzen zu benennen, die für die Situation in der Bundesrepublik Deutschland bedeutsam sind.

- (1) Die Sachverhalte, die sich physikalisch-chemisch, biologisch oder technologisch beschreiben lassen, bzw. ihre Fragestellungen aus diesem Gebiet beziehen, haben die Tendenz, sich von jenen Gebieten zu trennen, die sich soziologisch, politologisch, sozialgeschichtlich unmittelbar interpretieren lassen. Diese Tendenz geht mit einer zweiten parallel:
- (2) Die frühere Rede von der „Naturkunde“, „Sozialkunde“, bekommt ihre Ablösung in „Naturwissenschaft“ und „Sozialwissenschaft“. Diese Verschiebung der Nomenklatur entspricht auch einem didaktischen Verständnis: das frühere einfache Umgehen mit den Sachen, das umgangssprachliche Reden und Verständigen über die Sachen und das (z. T. unreflektierte) Handhaben von Techniken, Geräten, Gesetzen usw. vermindert sich zugunsten präziserer, d. h. einzelwissenschaftlicher Thematisierungen von Phänomenen.
- (3) Während aufs Gesamte die beiden ersten Tendenzen als offensichtlich erscheinen, wird dafür die Integration an konkreten einzelnen Gebieten angestrebt. Curriculumkonstrukteure, Studenten und Professoren in der Lehrerbildung, aber auch einzelne Lehrergruppen, bemühen sich um paradigmatische Einheiten, welche Disziplinen und Lebensgebiete integrieren.

- (4) Die Reglemente und Prüfungsordnungen für die Lehrerbildung bauen die vielen Fächer für den Primarlehrer ab. Der Lehrestudent beschränkt sich auf zwei bis drei Fachgebiete, z. B. Physik oder Sport. Das Gesamtgebiet des Sachunterrichts, das Strecken vereint war, wird nun in naturwissenschaftliche und sozialwissenschaftliche Teile aufgegliedert und je zu einem eigenen Studiengebiet erklärt. Dort, wo nicht parallel dazu das Prinzip der kooperierenden Lehrergruppen und kollektiven Lehrerarbeit eingerichtet wird, werden durch diesen Vorgang die sozial-lebenskundlichen von den naturkundlichen Fragen getrennt, so daß die Tendenz nicht zur Integration, sondern zur Parzellierung des Sachunterrichts führt.

6. INTEGRIERTER NATURWISSENSCHAFTLICHER UNTERRICHT AUF DER SEKUNDARSTUFE

Nach Ausweis der Stundentafeln und Fächerkataloge in den Lehrplänen werden die naturwissenschaftlichen Disziplinen getrennt in Biologie, Physik und Chemie unterrichtet. Die Schulbücher sind grundsätzlich auf diese Einzelfächer ausgerichtet. Die Lehrer haben ihre Fachqualifikation normalerweise für zwei oder drei Fächer erworben.

Zugleich halten Lehrpläne in allen Bundesländern fest, daß fächerübergreifender, interdisziplinärer oder integrierter naturwissenschaftlicher Unterricht entweder „verpflichtend“, „erwünscht“ oder „möglich“ sei. Im Konkreten ist die Situation in der Bundesrepublik Deutschland nicht ganz leicht zu durchschauen, da es für die verschiedenen allgemeinbildenden Schultypen und -stufen im Sekundarbereich ca. 45 zuständige Lehrpläne gibt. Um ein genaueres Bild über Ausmaß, Form und Bereiche fächerübergreifenden Unterrichts zu erhalten, hat *K. Imberg* die verfügbaren Lehrpläne unter drei Fragestellungen durchgesehen:

- a) In welchen Schulen in der Bundesrepublik Deutschland ist fächerübergreifender Unterricht vorgesehen?
- b) Welchen Anteil hat dieser fächerübergreifende Unterricht am gesamten naturwissenschaftlichen Stundensoll?
- c) Welcher Typus von Integration wird bevorzugt?

Zur Beantwortung der letzten Frage sind die sechs Ansätze für fächerübergreifenden naturwissenschaftlichen Unterricht von *Häussler* zugezogen worden (vgl. ihre Darstellung im zweiten Teil des vorliegenden Berichtes).

Für die Untersuchung standen über 30 Lehrpläne zur Verfügung. Das sind ca. 70%. Bei einigen handelt es sich um Entwürfe oder Erprobungserfassungen.

Vergleicht man die einzelnen Schulformen „Hauptschule“, „Realschule“, „Gymnasium“, dann ist im Mittel für die Bundesrepublik Deutschland kein Unterschied festzustellen: In der Mehrzahl aller Lehrpläne wird integrierter naturwissenschaftlicher Unterricht als sinnvoll und möglich erklärt. In einigen wenigen Lehrplänen wird die fächerübergreifende Betrachtung als unabdingbar fixiert. Mehrere Lehrpläne verzichten auf eine fächerübergreifende Behandlung der Naturwissenschaften.

Lediglich in der 9. Klasse der Hauptschule in Schleswig-Holstein ist an Stelle der Naturwissenschaften eine fächerübergreifende Sachkunde vorgesehen. Dort, wo der fächerübergreifende Unterricht nicht in den Hauptteil der Naturwissenschaften eingefügt ist, stehen einzelne Epochen oder für die Bundesrepublik typischen Arbeitsgemeinschaften bereit („Arbeitsgemeinschaften“ sind freiwillige oder zur Wahl offenstehende Workshops).

Die Lehrpläne enthalten die Formulierungen „integrierter“, „interdisziplinärer“ oder „fächerübergreifender“ Unterricht selten. Häufiger sind Vorschläge für die Aufnahme bestimmter übergreifender Begriffe oder Arbeitsmethoden der Naturwissenschaften oder naturwissenschaftsnaher Umweltprobleme oder *Anwendungsgebiete*. Die Hinweise auf unmittelbare Anwendungen in Haushalt, Verkehr oder Freizeit dürften die anderen Integrationsansätze zahlenmäßig dominieren.

Die Analyse der 30 Lehrpläne nach den sechs Ansatztypen von *Häussler* verlief in den Unterkategorien ergebnislos. Die Lehrpläne haben die Frage des fächerübergreifenden Unterrichts nicht auf dieser Differenzierungsstufe abgehandelt. Lediglich eine Zuordnung zu den zwei Hauptkategorien: 1. naturwissenschaftsimmanente Ansätze und 2. an externen Systemen orientierte Ansätze erschienen gerechtfertigt. Das Resultat: ca. 80—90% der fächerübergreifenden Prinzipien oder Themen sind naturwissenschaftsimmanent.

Die Untersuchung läßt auch eine Aussage zu jenen Bereichen zu, welche in fächerübergreifendem Unterricht integriert werden. Ca. 70% aller Integrationsbemühungen gelten ausschließlich den drei naturwissenschaftlichen Disziplinen Physik, Chemie und Biologie. Nicht selten bleibt die Biologie ganz außenvor, so daß sich die Integration auf Chemie und Physik oder physikalische Technologie beschränkt. Ca. 30% der Integrationsteile berücksichtigen andere

Fächer wie Werken, Geographie, Architektur, Recht und vor allem die Sozialwissenschaften.

Die Situation in den Schulbüchern und damit wohl auch im tatsächlichen Unterricht entspricht mehr oder weniger jener der Lehrpläne: Der Unterricht ist grundsätzlich disziplingebunden. Innerhalb der Disziplinen dominiert ein konzeptorientierter Aufbau, der mit vielen Demonstrationsexperimenten durchsetzt ist.

Da die Lehrer bei der jetzigen Form der Lehrpläne und Supervision durch die Schulräte relativ große Freiheit haben, ist es durchaus möglich, daß in einzelnen Stunden intensiver fächerübergreifend gearbeitet wird, als die vorliegende Analyse nahelegt. Über die laufenden Arbeiten in diesem Bereich informiert der nächste Teil. Doch ist zunächst noch auf eine Besonderheit hinzuweisen: Wo das 5. und 6. Schuljahr nicht in den Gesamtschulen aufgeht, durchlaufen die zehnjährigen und elfjährigen Schüler eine Orientierungsstufe. Diese 5. und 6. Schuljahre tragen den Titel Eingangs-, Beobachtungs-, Erprobungs-, Förder- oder Orientierungsstufe. Sie sollen die Schüler auf die spätere Differenzierung in die einzelnen Schultypen vorbereiten. In der Vereinbarung der Kultusministerkonferenz vom 28. Februar 1974 ist das Verhältnis von Disziplinen und fächerübergreifendem Unterricht folgendermaßen fixiert: „Der Unterricht vollzieht sich in Einzelfächern; zum Teil ist er fächerübergreifend organisiert“. Diese Formulierung dürfte weitgehend der herrschenden Praxis gleichkommen, wobei sich die fächerübergreifende Organisation durchaus auf verschiedenen Ebenen abspielt, nämlich denen der Koordinierung von oder der Kooperation zwischen Einzelfächern und Versuchen einer tatsächlichen Integration, denen meist von Einzeldisziplinen unabhängige Strukturierungsansätze unterliegen.

Die Sekundarstufe II (11.—13. Schuljahr) sieht neben vier anderen als obligatorisches Lerngebiet „das mathematisch-naturwissenschaftlich-technische Aufgabenfeld“ vor. Dieses Aufgabenfeld kann Fächern zugeordnet werden. Als mögliche werden Physik, Chemie, Biologie und Mathematik hervorgehoben. Als weitere Möglichkeiten bieten sich nach Genehmigung durch die zuständigen Unterrichtsverwaltungen u. a. Geologie, Astronomie, Technologie, Statistik und Datenverarbeitung an (vgl. Vereinbarung zur Neugestaltung der gymnasialen Oberstufe in der Sekundarstufe II; 6.2). Die gleiche Vereinbarung der Kultusminister regt durch *zahlreiche Vorschläge* den fächerübergreifenden Unterricht an: So sollen philosophische Fragen berücksichtigt werden, die mit den Naturwissenschaften zusammenhängen. „... Einsicht in die Mathemati-

sierung von Sachverhalten, in die Besonderheit naturwissenschaftlicher Methoden, in die Entwicklung von Modellvorstellungen und deren Anwendung auf die belebte und unbelebte Natur und die Funktion naturwissenschaftlicher Theorien“ (4.4.) soll vermittelt werden.

Im folgenden wird versucht, noch einige Tendenzen des integrierten naturwissenschaftlichen Unterrichts auf der Sekundarstufe herauszuarbeiten:

- (1) Die neueren Lehrpläne fordern häufiger als die älteren offiziell die Integration verschiedener Disziplinen. Es sind vor allem jene Lehrpläne, die nach 1970 formuliert wurden. Zum Teil sind diese Lehrpläne erst in einer Erprobungsfassung vorhanden.
- (2) Die Informatik hat in den letzten Jahren Eingang in die Schulen gefunden. Davon zeugen mehrere Schulversuche, Studienbücher und didaktische Konzepte. Die Schulmathematik hat die Informatik nur mit Zögern und oft nicht akzeptiert. Die naturwissenschaftlichen Fächer haben nur wenige Integrationsbemühungen in die Wege geleitet. Sowohl die Algorithmik wie die Einsatzgebiete der Informatik könnten Integrationsansätze für die Naturwissenschaften liefern.

Die Informatik scheint sich zu einem eigenständigen Kleinfach zu entfalten, das auf ein disziplinäres Eigenleben bedacht ist. Ein ähnliches Schicksal erfährt die Ökologie, obwohl sie viel Zuwendung von Biologie und z. T. Politologie erhält. Ähnlich ist die Situation mit physikalischer und chemischer Technologie im Gymnasialbereich.

Die alten naturwissenschaftlichen Disziplinen der Sekundarstufe scheinen neuen Gebieten jeweils eine *eigene*, separierte Rolle als Juniorpartner in Auseinandersetzungen mit Natur und Technik zuzuschreiben, ohne mit ihnen in ein zu enges Kooperationsverhältnis zu gelangen.

- (3) Betrachtet man neuere Schulbücher, Lehrerzeitschriften und graue Papiere mit Unterrichtsvorbereitungen, scheinen in zunehmendem Maße einzelne Einheiten von 3—15 Stunden in den normalen Schulbuchunterricht eingebaut zu werden. Besonders Einzelbeispiele aus der Anwendung physikalischer, chemischer und biochemischer Technologie lockern *als Einschübe* die jeweilige thematische Systematik auf. Dieses Phänomen dürfte mit folgender allgemeiner Entwicklung parallel gehen: Haushalt, Verkehr, die Bereitstellung minimaler Lebensbedingungen, die Bewältigung sozialer Aufgaben, die Raumorganisation usw.

nutzen naturwissenschaftliches Know-how und naturwissenschaftliche Ergebnisse. Diese Nutzung bietet Anwendungsbeispiele naturwissenschaftlicher Methoden, Fragestellungen und Resultate.

Es gibt bisher keinen Versuch, für das allgemeinbildende Schulwesen die Naturwissenschaften von dieser Seite der umfassenden Lebens-Mitgestaltung her aufzubauen. Die Tendenz geht offensichtlich noch unverändert in die Richtung, die *innerdisziplinären* Elaborationsformen als Zentren von Schulunterricht beizubehalten, um Fragen der Implikationen und der Anwendungen hinzuzufügen.

- (4) Die neue Sekundarstufe II (11.—13. Schuljahr) sieht eine Wahlmöglichkeit vor. Schüler können Biologie oder Physik oder Chemie mit zwei oder fünf Stunden pro Woche belegen, bzw. es wird eine Wahlmöglichkeit durch Kombination Biologie mit Chemie bzw. Physik mit Chemie angeboten. Die Wochenstundenzahl beträgt dann 6. Die ersten Eindrücke und Beschreibungen solchen Fünf-Wochenstunden-Unterrichts in einzelnen Fächern deutet folgende Tendenz an: Die Ausweitung des Stundenanteils für die einzelnen Fächer wird zu einer quantitativen Vermehrung von Stoffgebieten benutzt. Nicht die Vertiefung vorhandener Gebiete wie Atommodelle, Stoffwechselphysiologie oder Kunststoffe steht im Vordergrund. So kann es vorkommen, daß ein Abiturient mit dem Leistungskurs Physik fast alle jene Gebiete in seinem Kurs berührt hat, die ein Hauptfachphysiker in seinem Vordiplom bearbeitet haben muß. Diese Tendenz steht in einem gewissen Widerspruch zur Vereinbarung der Kultusminister zur Neugestaltung der gymnasialen Oberstufe und zu den offiziellen Programmen in der Bundesrepublik Deutschland, welche eine umfassendere Behandlung von Themen vorsehen. Häufig fehlt es jedoch an Lehrern, die die naturwissenschaftlichen Fächer unterrichten können.

7. INTEGRIERTER NATURWISSENSCHAFTLICHER UNTERRICHT IN FORSCHUNG UND CURRICULUMARBEIT

Die bisherigen Abschnitte enthalten bereits zahlreiche Einzelhinweise auf den gegenwärtigen Stand der Forschung und Curriculumarbeit. Hier soll eine Zusammenschau versucht werden:

Aufs Gesamte gesehen laufen Forschung und implementationsorientierte Arbeiten parallel. Der integrierte Unterricht wird weder

nur theoretisch und programmatisch, noch nur allein durchführungspraktisch angegangen. Allerdings besteht eine gewisse Dichotomie. Etwa die Hälfte der Arbeiten wendet sich nur den theoretischen Fragen zu oder bemüht sich ausschließlich um praktische Durchsetzung von fächerübergreifendem Unterricht. Vielleicht etwa die Hälfte der Projekte behandelt gleichzeitig die theoretischen Fragen durch Forschungsmethoden und stellt in Curriculumentwicklung oder -implementation konkret Unterricht her.

Zu typischen Forschungsfragen beim integrierten naturwissenschaftlichen Unterricht könnte man zählen: das Problem der Auflösung disziplinärer Aussagekomplexe und ihre Neukomposition im integrierten Verband, das Verhältnis von disziplinären Grundkursen und fächerübergreifenden Passagen in der schulischen Lernorganisation, Kriterien für „wissenschaftlich richtige Darstellung“ von einzelwissenschaftlichen Befunden oder Theorien, die Identifikation von homomorphen Begriffen, Methoden, Fragestellungen in Chemie, Physik, Biologie, aber vielleicht auch in sogenannten sozialwissenschaftlichen Disziplinen, der Übergang von Umgangssprache in Wissenschaftssprache, die Möglichkeit der Verbindung von quantifizierten oder in mathematischen Modellen grundgelegten naturwissenschaftlichen Theorien mit Lebensproblemen oder politisch und philosophisch formulierten Weltinterpretationen, Lernprozesse der Schüler bei fächerübergreifenden Aufgaben, Organisation der Lehrerbildung und des schulischen Unterrichts bei fächerübergreifendem Unterricht, das Supervisionssystem und anderes mehr.

Neuere Projekte behandeln solche theoretischen Probleme in direkter Verbindung mit der Materialentwicklung oder der Implementation vorhandener Curricula.

Vergleicht man den Forschungsanteil in der Bundesrepublik Deutschland mit jenem in anderen Ländern, dann dürfte dieser in der Bundesrepublik wohl eher größer sein als in anderen Ländern. Vielleicht hat sich diese Situation gerade in der Auseinandersetzung mit Curricula aus anderen Ländern herausgebildet.

Auseinandersetzung mit ausländischen Curricula

Viele Curriculumeneinheiten oder Curriculumssysteme aus Großbritannien, den USA oder den skandinavischen Ländern sind in der Bundesrepublik Deutschland studiert und in mehreren Fällen übersetzt oder adaptiert worden. Bei den skandinavischen Werken

sind es vor allem solche aus dem Bereich Biologie. Übersetzt oder adaptiert wurden z. B. „Science for the Seventies“ von Mee, Boyd und Ritchie, „Idea-Centered Laboratory Science (I-CLS)“ von van Deventer, „Science 5—13“ oder das „Biogeography Laboratory“ von Parker und Stotler.

Die Auseinandersetzung mit solchen ausländischen Curricula ist ganz unterschiedlich. Meistens jedoch beginnt sie mit einem eigenen theoretischen Konzept, in dem z. B. die allgemeinen Ziele der Gesamtschulen oder ökologische Vorstellungen formuliert sind. Die Konfrontation der eigenen Konzepte mit den Curricula führt dann zu neuen didaktischen Strukturen oder zumindest zur kritischen Herausarbeitung von Problemstellungen. So haben die Analysen von „Science — A Process Approach“ oder von I-CLS dazu beigetragen, umfassendere Modelle für fächerübergreifenden naturwissenschaftlichen Unterricht zu entwickeln (vgl. Tütken 1974, Strohschein 1974). Die Bemühungen um die Adaptation von „Man — A Course of Study“ haben gezeigt, daß auch bei einem großen Lehrerbildungsteil die bekannten „Engineering-Modelle“ bei der Einführung neuer fächerübergreifender Curricula nicht ausreichen. Es gibt aber auch Einheiten oder Curricula, die nicht weiter durch theoretische Arbeit begründet, ausdifferenziert oder implementationsfähiger gemacht, sondern einfach als Angebotsmaterial übersetzt werden. Das Interesse an ausländischen Curricula im disziplinären wie im fächerübergreifenden Gebiet hat zur Zeit bei den professionellen Fachdidaktikern den Höhepunkt überschritten, zumal gewisse negative Erfahrungen vorliegen, die Zeit für echte Adaptionen häufig größer ist als für Neuentwicklungen und auch differenziertere Anforderungen an adaptionsfähige Curricula gestellt werden (vgl. Bloch 1974).

Entwicklung und Erprobung von Modelleinheiten

Neben Übersetzungs- und Adaptationsprojekten gilt die Aktivität im integrierten Bereich vor allem der Entwicklung und Erprobung von Curriculeinheiten mit einem gewissen naturwissenschafts-didaktischen Anspruch. Im Vordergrund steht die Bemühung um begründete und echt fächerübergreifende Einheiten, die sowohl Kriterien naturwissenschafts-didaktischen Arbeitens wie der Brauchbarkeit in der Schule gerecht werden wollen. Charakteristisch dafür ist das Projekt Umweltschutz von Baunatal, wo etwa an dem Thema „Verpackung“ von qualitativen Untersuchungen von Blech, Holz

und Kunststoffen über Fragen des industriellen Wachstums und der Werbung bis zur chemischen Zusammensetzung von PVC, natur- und sozialwissenschaftliche sowie außerwissenschaftliche Gebiete aus dem Lebenszusammenhang in einem „Operationsfeld“ integriert werden (vgl. *Rupprecht, Hölzel 1974*).

Im Zunehmen begriffen sind Einheiten für 5 bis 15 Stunden, die nicht nur die unmittelbar brauchbaren naturwissenschaftlichen Gesetze, Experimente und sozialkundlichen Problematisierungen nebeneinanderstellen, sondern die gesamte Einheit durch *übergreifende Konzepte* zu thematisieren versuchen. Dabei spielen verschiedene Lernziel- und Curriculumentwicklungsformen (*Niedderer 1973*), handlungstheoretische Prämissen (*Hiller 1973*), gesamtcurriculare Strukturen (*Dallmann 1973*) die Hauptrolle für den inhaltlichen Aufbau der Einheiten. Oft kommen dabei aber auch ältere und zum Teil klassisch gewordene Ansätze wie die von *Wagenschein*, *Schietzel* oder *Mothes* zum Tragen. Freilich erscheinen sie dann nicht selten in neuem Gewand. Diese Einheiten, welche den theoretischen Anteil vergrößern, zeichnen sich oft durch einen größeren Umfang aus, denn sie müssen die Ergebnisse der Begleituntersuchungen, die ausführlichen Begründungen oder Entwicklungsprozeduren beschreiben. So entsteht seit etwa 2 bis 3 Jahren neben dem üblichen Schulbuch und den Lehrplänen *ein neuer Typ von Curricula bzw. Curriculummaterialen*. Er behandelt einzelne Gebiete paradigmatisch. Die Erläuterungen, Begründungen und Erprobungsergebnisse nehmen oft den gleichen Umfang ein wie der unterrichtsnotwendige Vorbereitungsanteil. Diese Curricula eignen sich oft eher in der Lehrerbildung oder in der Arbeit von Lehrplankommissionen und von Schulbuchautoren als für den täglichen Einsatz in der Schule, da der Lehrer nicht soviel Zeit hat, die umfangreichen Curricula zu studieren. Als Beispiel für diese Richtung könnte man unter anderem folgende nennen: *H. Benjes, F.-J. Kaiser: Ein Unterrichtsmodell zur technisch-naturwissenschaftlichen Bildung im Rahmen der Arbeitslehre (1974)*. Die Einheit versucht, Phänomene der Steuerung und Automatisierung unter folgenden Prämissen als integrierten Unterricht aufzubauen: (1) Produktionsprozeß als Ausgangspunkt naturwissenschaftlicher Fragestellungen, (2) Naturwissenschaft als Wirkungsprinzip und Wirkungsmittel technischer Lösungen, (3) Naturwissenschaft als Modell und als Aufforderung für technische Realisierung (1974, 237). Schon dieser allgemeine Strukturierungsansatz macht deutlich, daß ausführliche Studien Voraussetzung für die Unterrichtsgestaltung sind. Aus dem IPN-Curriculum Physik für das 9. und 10. Schuljahr könnte man

„Modelle des elektrischen Stromes“ aufführen, wo von den verschiedenen Modelltypen und ihrer Entstehung her eine interdisziplinäre Anlage verfolgt wird. Auch die Einheit „Rohstoff Öl“ von Freise und Mitarbeitern (1974) bildet ein Beispiel.

Das bisherige Referat über die Forschungssituation könnte den Eindruck erwecken, daß alle Arbeiten an Unterrichtseinheiten lokalisiert oder aus der Einheitenentwicklung heraus als notwendig erwachsen sind. In Wirklichkeit haben auch mehrere außenstehende Gebiete zu Beiträgen für den naturwissenschaftlichen Unterricht verholfen, so die wissenschaftstheoretische Analyse der Protophysik (z. B. der „Zeit“ durch Janich 1969), die Versuche mit Projektorganisation der Lehrerbildung an den Hochschulen Bremen und Oldenburg, die Grundschuldidaktik (z. B. „Wissenschaftsorientierter und mehrperspektivischer Sachunterricht“ von Hiller-Ketterer 1972), die Auswertung der kognitiven Motivationspsychologie (Lind 1975).

Einige Forschungsdefizite

Vergleicht man die Forschungs- und Implementationsaktivitäten im integrierten naturwissenschaftlichen Bereich mit jenen in anderen curricularen Gebieten, dann fallen verschiedene Defizite auf: die Bedingungen, unter denen fächerübergreifender naturwissenschaftlicher Unterricht erst zu realisieren ist, sind kaum erforscht. Einige schulorganisatorische Aspekte und Fragen der Lehrerbildung sind zwar angesprochen und zum Teil modellhaft vorgestellt worden. Was man heute als umfassende „Feasibility-Studie“ oder Innovationsstrategie bezeichnet, liegt noch nicht vor.

Auch Instrumente auf mittlerer Ebene zur Herstellung von fächerübergreifendem Unterricht sind nur spärlich vorhanden. Es gibt Kriterien für didaktische Reduktion naturwissenschaftlicher Erkenntnisbestände, Lernziel- und Legitimierungsansätze und anderes mehr. Meistens bietet sich dieses naturwissenschaftsdidaktische Instrumentar aber in einer zu komplexen Denk- und Ausdrucksform dar. Lehrergruppen, oft auch Schulbuchautoren und Oberstufenschüler vermögen dieses Instrumentar kaum auf ihre Arbeitsebene zu übertragen.

Um die Forschungs- und Realisierungsintensität für den fächerübergreifenden Unterricht richtig abschätzen zu können, ist ein letzter Vergleich erforderlich: stellt man die Arbeiten für und über den integrierten Unterricht neben jene zum einzelfachlichen von Phy-

sik, Chemie, Biologie, dann überwiegen eindeutig die Tätigkeiten zum letztgenannten Typ. Chemiedidaktik, Physikdidaktik und Biologiedidaktik haben — zumindest zusammen gesehen — gegenüber dem integrierten Bereich den Vorrang. Das gilt seit der Zeit von 1960/65, in der auch in der Hauptschule die Fächerüberschriften Naturkunde und Naturlehre den Disziplinüberschriften Physik, Chemie und Biologie Platz zu machen begannen.

Für eine zusätzliche Beurteilung der Naturwissenschaftsdidaktik möchte ich auf die Arbeit von *W. Jung* hinweisen: „Zum Stand von Curriculumentwicklung und fachdidaktischer Forschung im Bereich Physik/Chemie“ (1971).

8. DREI PROBLEME DES INTEGRIERTEN NATURWISSENSCHAFTLICHEN UNTERRICHTS

Problem 1: Fächerübergreifende Programmatik und disziplinäre Einzelbehandlung

Die Mehrzahl der Lehrpläne erklärt fächerübergreifenden naturwissenschaftlichen Unterricht als erwünscht oder möglich. Ein Teil der Lehrer zeigt Interesse an einem fächerübergreifenden Unterricht. Allerdings gibt es keine genügende Anzahl detailliert gearbeiteter Unterrichtsbeispiele, welche die verschiedenen Varianten integrierten Unterrichts vorführen. Das gilt a) für die jetzigen Lehrpläne, b) für die Schulbücher und c) für die naturwissenschaftsdidaktische Ausbildung der Lehrer.

Die Präambeltexte der Lehrpläne oder Schulbücher skizzieren zum Beispiel die Grundlagenfunktion der Atomphysik für Chemie und Biologie oder die generative Funktion kybernetischer Modelle in Physik und Biologie. Die gleichen Präambeltexte postulieren auch den Lebensbezug oder die soziale Relevanz des naturwissenschaftlichen Unterrichts. Man spricht von der erkenntnisleitenden Vorstellung der Ordnung und Harmonie, welche die Naturwissenschaften durchziehen, von den gemeinsamen geschichtlichen Wurzeln verschiedener naturwissenschaftlicher Arbeitsgebiete oder von ökologischen und homöostatischen Prinzipien in den Naturwissenschaften. „Wechselwirkung“ oder „Erhaltung“ werden als Interpretationsgrundmuster von Naturwissenschaften ausgewiesen.

Alle diese integrierenden Gesichtspunkte der Naturwissenschaften selbst werden einsichtig den Curricula, Lehrbüchern oder Schulbüchern *vorangestellt*. Doch meistens bleibt die Ausarbeitung konkreter Beispiele dem Benutzer überlassen. Die benutzenden

Lehrer haben selbst die Umsetzung dieser fächerübergreifenden Prinzipien zu erledigen. Und darin sind sie angesichts der jetzigen zeitlichen Belastung, Schulorganisation und Ausbildung überfordert.

Selbst die relativ zahlreichen Versuche, die von marxistischen Positionen und der kritischen Theorie ausgehen, um die sozio-ökonomischen Entstehungs- und Verwertungszusammenhänge chemischer und physikalischer Technologien aufzuzeigen, kommen oft über das Postulatorische und die Erstellung von Analysekatégorien nicht hinaus. Die sozioökonomischen Überlegungen verbleiben im Stande der vorausgeschickten Vorüberlegungen oder der nachgeschobenen Rückbesinnung, während der Mittelteil den klassischen Kanon der Disziplin abhandelt. Die Integration der verschiedenen Elemente gelingt nur recht selten.

Zur Zeit formulieren die meisten Lehrpläne und Curricula Legitimations- und damit Strukturierungsbezüge in Verbindung mit Lebenssituationen der Schüler und gesellschaftlichen Theorien. Dabei gingen selbst neueste Arbeiten wie die Erprobungsfassung des Physikcurriculums 5—8 oder die Biologieeinheiten aus dem IPN nicht über das Problem hinaus, zwar integrierende Ansätze in den *Vorworten*, aber nicht beim konkreten Schülermaterial verwirklichen zu können. Dieses gleiche Defizit wie bei verschiedenen IPN-Arbeiten kann in den Lehrplänen für Physik oder Biologie in Hessen oder in jenen für die Kollegstufe in Bayern beobachtet werden.

Das hier angesprochene Problem läßt sich wohl allgemein formulieren: Es gibt viele überzeugend formulierte Prinzipien, Ideen oder Strukturierungspostulate für fächerübergreifenden Unterricht. Die detaillierte Ausarbeitung und Durchsetzung anhand der konkreten Themen gelingt oft nicht oder wird nicht mit genügend Anstrengung durchgesetzt.

In der Lehrerbildung scheint die Situation etwas günstiger zu liegen, wenn Kriterien für die Reduktion wissenschaftlicher Erkenntnisbestände verwendet werden, interdisziplinäre Forschungsprojekte aus dem post-graduate-Bereich für didaktische Zwecke ausgewertet werden, Wissenschaftstheorie und Wissenschaftsgeschichte auf naturwissenschaftliche Disziplinen eingehen, Verfahren der Elementarisierung und Rechtfertigung von Bildungsinhalten mit berücksichtigt werden oder die vorhandenen fachdidaktischen Ansätze der Curriculumkonstruktion in die Lehrerbildung Eingang finden.

Das allgemeine Problem der „*fächerübergreifenden Programmatik und disziplinären Einzelbehandlung*“ in Lehrplänen, Schulbüchern und der Lehrerbildung könnte mittelfristig vielleicht durch folgende Art von Maßnahmen überwunden werden: Die Lehrpläne sollten die integrativen Aspekte nicht vorwiegend in den Präambeln, didaktisch-methodischen Anleitungen und Grundsatzüberlegungen beschreiben, sondern vor allem an konkreten Beispielen. Dabei müßten die Lehrpläne und Schulbücher wohl mindestens so viele Beispiele ausführen, wie tatsächlich im gesamten Unterricht vorgesehen sind. Das heißt konkret: *Sofern fächerübergreifende Anteile in einem naturwissenschaftlichen Curriculum vorkommen sollen, müssen sie rein quantitativ in Schulbüchern oder Lehrplänen überproportional ausführlich dargestellt werden, weil es für den umsetzenden und durchführenden Lehrer angesichts der Schulorganisation, der Lehrerbildung und der zeitlichen Belastung für ihn äußerst schwierig ist, fächerübergreifend zu arbeiten.*

Möglicherweise wäre es auch sinnvoll, die vorhandenen integrierten Einheiten zu sammeln und in großer Anzahl als Einsatzpakete anzubieten. Solche Angebote helfen aber oft nicht weiter, wenn die finanziellen Möglichkeiten der Schulen den Ankauf nicht erlauben. Darum wäre zu überlegen, wie weit Schulbücher bzw. die auf Einzelthemen zugeschnittenen Broschüren, Lehrerhefte und ähnliches nicht noch ausführlicher als bisher interdisziplinäre Einheiten aufnehmen könnten. Dabei dürfte fast der wichtigste Aspekt darin bestehen, den Lehrern Hintergrundmaterial für die fächerübergreifende Behandlung eines Themas anzubieten. Häufig scheidet nämlich der fächerübergreifende Unterricht nicht an der Absicht der Lehrer solches zu tun, sondern am Fehlen der thematisch passenden Hintergrundinformationen und der erforderlichen Unterrichtsmethoden.

Problem 2: *Disziplinübergreifende Anforderungen und disziplinspezifische Kompetenzen*

Es sieht so aus, als ob zwei Personengruppen besondere Kompetenzen hätten, interdisziplinären, integrierten oder fächerübergreifenden Unterricht zu gestalten. Zuerst sind es jene Fachleute, die eine Disziplin wie Physik oder Chemie in mehreren ihrer Schwerpunkte professionell kennen. Diese Fachleute haben in ihren Schwerpunkten wie Astrophysik, Elektrochemie selbst als Forscher gearbeitet, kennen die Geschichte des Disziplinbereiches, die zugrundeliegenden mathematischen Formalismen, die eventuellen alternativen Modelle, die technische Umsetzung und verwandte

Gebiete in anderen Disziplinen. Es sind jene Fachvertreter, welche den Kern der Aussagemöglichkeiten ihres Fachgebietes identifizieren und zugleich die Ränder ihrer Disziplin übersehen können. Sie sind in der Lage, das Fachgebiet in verschiedenem Kontext und mit mehreren Abstraktions-, Konkretisierungs- und Kommunikationsformen darzustellen. Das Verständnis bleibt nicht auf die Kodifikation reduziert, mit der das Fazit des Gebietes in den Wissenskanon der Gesamtdisziplin eingegangen ist. Es sind jene Fachvertreter, die ein Gebiet voll beherrschen und auch imstande sind, mit ihm selbst umzugehen.

Eine andere Personengruppe scheint ebenfalls für fächerübergreifenden Unterricht besonders disponiert zu sein. Sie verfügt über sehr detaillierte Kenntnisse in Bereichen, welche für die Bedürfnisse und die Strukturierung naturwissenschaftlicher Gebiete grundlegend sind. Je nach naturwissenschaftlichem Gebiet sind das Teile aus der Mathematik, der Logik, Wissenschaftstheorie, Geschichte einer Disziplin oder fachdidaktische Konzepte. In den Teams der Curriculumkonstrukteure und bei den Professoren der Lehrerbildung dürfte die Zahl von Personen aus diesen beiden Gruppen wachsen.

Die *Lehrer* befinden sich jedoch in einer Zwickmühle. Sie haben in der Regel zwei Fächer zu studieren. Dabei zielt der Fachlehrplan etwa für Physik oder Chemie darauf ab, möglichst alle Stoffe, die der gegenwärtige Wissenschaftsbetrieb als wichtig bestimmt, mit zu studieren. Die Breitenbehandlung der Disziplin drängt die Tiefenhandlung, wie sie für die erstgenannten Fachvertreter typisch ist, zurück. Diese Tiefenbehandlung aber wäre Voraussetzung für interdisziplinären Unterricht. Zu einem gesonderten Studium der Geschichte, z. B. der Atommodelle oder der Evolutionstheorien, reicht es kaum. Auch Logik, Mathematik oder Wissenschaftstheorie können nicht jenen Umfang erhalten, der für die Beurteilung der jeweiligen Disziplinstrukturen erforderlich wäre.

Angesichts dieser Situation müßte man sich vielleicht überlegen, ob es nicht sinnvoller wäre, entweder nur eine Disziplin zu studieren, diese einmal in einer gewissen Übersicht, dann aber vor allem in etwa ein bis drei Bereichen sehr intensiv zu bearbeiten. Die Intensität müßte dann allerdings jene Professionalität im oben genannten Sinne erreichen, die oft bei Fachvertretern aus den Naturwissenschaften beobachtet werden kann. Um diese Intensität und Tiefenbehandlung jedoch richtig anzusetzen, wären *Maßstäbe für die Beherrschung eines Disziplinbereiches* genauer zu überlegen und zu etablieren.

Auch *K. Hecht* hat in seinen Arbeiten das gleiche Problem ausgemacht. Er schlägt für die Grundkurse der Sekundarstufe II fächerübergreifende Themen vor (zum Beispiel Vorgänge bei der Umformung der auf der Erde verfügbaren Energien; Stoffarten aus der Natur und aus der Technik; Wasser in Natur und Technik; Vorgänge in der Atom- und Quantenphysik). Nach *Hecht* setzen die Grundkurse für einen fächerübergreifenden naturwissenschaftlich-technischen Unterricht in der Oberstufe „mehr als das übliche Fachwissen für die unterrichtenden Lehrer voraus. Auch bei wesentlich geänderten Universitätslehrgängen ist kaum damit zu rechnen, daß so umfangreiche Sachkenntnisse aus allen Gebieten der Naturwissenschaft und der Technik verfügbar sein können, und daß zusätzliche historische, wissenschaftstheoretische, wirtschaftliche und soziologische Sachverhalte und Probleme bekannt sind. Man kann doch von keinem Lehrer gleichwertige Kenntnisse über Feldeffekt-Transistoren und über den Zitronensäurezyklus oder über die historische Bedeutung von *Lavoisier* ... erwarten, daß er sie einem Grundkurs-Curriculum zugrunde legen kann“ (*Hecht* 1974, 8).¹⁾ Allerdings zieht *Hecht* eine andere Konsequenz, als es hier getan wird. Er sieht die Lösung des Problems erstens im Zusammenwirken mehrerer Fachlehrer und zweitens in einer besseren Erschließung der Informationsquellen.

Eine Alternative zu dieser Denkvariante ist die konsequente Ausrichtung auf die „Schulnaturwissenschaft“. Da das konkrete Wissen, das Know-how und der übrige Umgang mit den Disziplinen bei den jetzigen Lehrern aller Schularten nicht jene Professionalität erreichen, die ihnen die eigene Strukturierung im Umgang mit den Disziplinen erlaubt, und da auch die Hochschulphysik oder -biologie für die Hauptfachstudenten in Hinsicht auf Diplom oder Doktorat nur in einer kleinen Auswahl angeboten werden, wäre es überlegenswert, die Möglichkeit zu prüfen, in der Lehrerbildung von Anfang an jene Gebiete der Naturwissenschaften zu studieren, die mit dem Schulunterricht in Verbindung stehen. Dabei wären auch alle jene Grundlagenprobleme mit einzubauen, die später für die fachdidaktische Arbeit in der Schule bedeutsam sein können. Im Sinne der professionellen Physik oder Chemie, wie es hier eingangs beschrieben worden ist, würde das für die künftigen Natur-

¹⁾ HECHT, K.: Gedanken zur naturwissenschaftlich-technischen Unterrichtung uninteressierter Schüler der Oberstufen.

Vortrag auf der Tagung des Fachausschusses Didaktik der Physik der Deutschen Physikalischen Gesellschaft in Bad Nauheim am 27. 3. 1974.

wissenschaftslehrer nicht ein *Weniger*, sondern ein erhebliches *Mehr* an Naturwissenschaft mit sich bringen.

Problem 3: *Integration ohne curriculare Gesamtstruktur*

Der disziplinäre Unterricht in Biologie, Chemie und Physik organisiert sich nach der „Systematik“ der jeweiligen Teildisziplin. Die Teildisziplinen Zoologie, Botanik, Astronomie oder organische Chemie beziehen ihren Aufbau üblicherweise aus dem Wissens- und Methodenkanon der jeweiligen Hochschuldisziplin. Die Teildisziplinen und ihr Aufbau sind meistens bekannt und anerkannt.

Die Verbindung der Teile bleibt offen oder wird durch Kataloge von Grundbegriffen oder Prinzipien gestaltet. Sie gleichen dem folgenden Typ „Teilchenstruktur“, „Statistik“, „Homöostase“. Das bekannteste Begriffsschema stammt von einem Komitee der *National Science Teachers Association*¹⁾ der USA von 1964. In verschiedenen Variationen kommt dieses Begriffsschema auch in Curricula vor. Die Tatsache, daß die Schemata mit naturwissenschaftlichen Grundbegriffen oder Interpretationsgrundmustern nicht auf ein einziges Prinzip zurückgehen, sondern vier bis zwanzig Elemente aufweisen, zeigt, daß auch der disziplinäre Unterricht aus verschiedenen Teilen konstituiert wird.

Der fächerübergreifende naturwissenschaftliche Unterricht läuft zur Zeit noch viel mehr auf eine Zerstückelung hinaus, obwohl er gerade beim disziplinären Unterricht die Parzellierung kritisiert. Beim disziplinären Unterricht hat man sich an die Blöcke oder Teildisziplinen gewöhnt. Beim integrierten Unterricht ist dies nicht der Fall. Die Zerstückelung tritt vor allem in einzelnen Einheiten für 5 bis 30 Unterrichtsstunden auf. Um den Unterschied zum herkömmlichen Unterricht zu dokumentieren und um als didaktische Neuigkeit aufzufallen, tragen die meisten Einheiten ein deutliches Etikett. Das gesamte naturwissenschaftliche Curriculum einer längeren Unterrichtszeit wie z. B. die Sekundarstufe I besteht dann aus einer Sammlung von 10 oder 20 solcher Einheitentitel und wirkt dadurch *uneinheitlich* und *ohne Gesamtstruktur*. Die Integration der Einheiten wird wiederum den Schülern überlassen (was zum Teil durchaus möglich ist, da sie ja bereits mit organisierenden kognitiven Strukturen den naturwissenschaftlichen Unterricht beginnen). Demgegenüber scheint es erforderlich zu sein, so etwas

¹⁾ National Science Teachers Association: *Conceptual Scheme and the Process of Science*, in H. O. ANDERSEN (Hrsg.): *Readings in Science Education for the Secondary School*, London 1969.

wie eine „Curriculumstruktur“ für den fächerübergreifenden naturwissenschaftlichen Unterricht oder für den Unterricht in „Naturwissenschaft“ zu entwickeln.

Dafür spricht die Möglichkeit, einzelne Einheiten in ihrem Wert für das Gesamtkonzept zu beurteilen, eine Auswahl zu treffen, den Schülern von Zeit zu Zeit die Gesamtorientierung aufzuweisen und die Lokalisierung im Gesamtcurriculum der Schulstufe zu ermöglichen.

Es gibt aber auch noch ein tiefergehendes didaktisches Motiv für die Arbeit an Curriculumstrukturen: fächerübergreifender Unterricht impliziert Phasen, in denen über eine gewisse Zeit systematisch ein (disziplinäres) Gebiet zu studieren ist. Bald ist ein solcher systematischer Kurs als Voraussetzung und Einschub für eine nachfolgende integrierte Einheit erforderlich, bald entspricht es den Informationsbedürfnissen der Schüler. Auch die Lern- und Unterrichtsmethode verlangt variierende Teile. Ein naturwissenschaftlicher Unterricht, der sich nur auf programmierten Unterricht oder Projektunterricht stützt, dürfte nur über einige Wochen durchzuhalten sein.

Für den integrierten naturwissenschaftlichen Unterricht besteht die Gefahr, in einigen Jahren in einer Sammlung von zum Teil interessanten, zum Teil notwendigen und genialen Einheiten stecken zu bleiben, ohne Hilfsmittel zur Selbstorganisation in und mit diesen Einheiten zu liefern.

Dieses Problem zeigt sich schon jetzt, indem integrierte Teile häufig nur als Accessoires, Zusätze oder Unterrichtsteile zum Ende eines Semesters oder disziplinären Kurses angeboten werden. Eine solche Entwicklung wäre bedauerlich. Die vorliegenden Einheiten, Konzeptionsversuche und Motive für einen fächerübergreifenden Unterricht in den Naturwissenschaften sind zumindest so vielversprechend, daß man schon bald den Versuch machen sollte, sie in umfassenderen Curriculumstrukturen aufzuheben und als zusammengehörig auszuweisen.

LITERATUR

- ALTMAYER, H. u. v. a.: Sachunterricht auf der Grundstufe. Hannover 1972 und 1973 (Hermann Schroedel) 1.—4. Schulj.
- AUERNHEIMER, A. u. a. (Hrsg.): *Erfahren und Begreifen*. München 1972 (Bayerischer Schulbuchverlag). 3. Schulj.
- BAHL, F., FAHRENBERGER, G., SCHOPF, G.: *Arbeitsbuch für den Sachunterricht in der Grundschule*. Frankfurt/M., Berlin, München 1970 (Moritz Diesterweg). 2. Schulj.
- BLOCH, J.: Die Adaptation ausländischer Curricula im naturwissenschaftlichen Bereich für den Gebrauch in Schulen der Bundesrepublik. In: BLOCH, J., HÄUSSLER, P., JAECKEL, K., REISS, V.: *Curriculum Naturwissenschaft: Struktur, Planung, Wirkung*. Köln 1974 (Aulis).
- BENJES, H., KAISER, F.-J.: Ein Unterrichtsmodell zur technisch-naturwissenschaftlichen Bildung im Rahmen der Arbeitslehre. In: FREY, K., BLÄNSDORF, K. (Hrsg.): *Integriertes Curriculum Naturwissenschaft der Sekundarstufe I: Projekte und Innovationsstrategien*. Weinheim, Basel 1974, 235—279 (Beltz).
- CLAUSEN, C., MEIER, R., WIEDERRECHT, H.: *Sachunterricht in der Grundstufe*. Braunschweig ab 1971 (Georg Westermann). 2.—4. Schulj.
- DALLMANN, G., MEISSNER, K., PFEIFTER, R.: *Curriculumorientierte Lehrerfortbildung für den Sachunterricht*. Berlin 1973 (Pädagogisches Zentrum).
- FREISE, G., KESSLER, A., NEHRING, B., STÄHLEIN, G.: *Rohstoff Öl: Modell einer integrierten Unterrichtseinheit*. Heidelberg 1973 (Quelle & Meyer).
- FREY, K.: *Der Anteil des mathematisch-naturwissenschaftlichen Bereiches am Gesamtcurriculum (im internationalen Vergleich)*. Kiel 1973, 23 S. (IPN).
- FREY, K. in Zusammenarbeit mit H. BAYRHUBER, J. BLOCH, K. DUMPERT, H. HAFT, U. HAMEYER, P. HÄUSSLER, K. JAECKEL, R. KÜNZLI: *Zum Begriff „Integriertes Curriculum Naturwissenschaft: Theoretische Grundlagen und Ansätze*. Weinheim, Basel 1973, 19—26 (Beltz).
- FREY, K., BLÄNSDORF, K. (Hrsg.): *Integriertes Curriculum Naturwissenschaft der Sekundarstufe I. Projekte und Innovationsstrategien*. Weinheim, Basel 1974 (Beltz).
- FREY, K., HÄUSSLER, P. (Hrsg.): *Integriertes Curriculum Naturwissenschaft: Theoretische Grundlagen und Ansätze*. Weinheim, Basel 1973 (Beltz).
- HÄUSSLER, P.: *Bisherige Ansätze zu disziplinübergreifenden naturwissenschaftlichen Curricula — eine Übersicht*. In: FREY, K., HÄUSSLER, P. (Hrsg.): *Integriertes Curriculum Naturwissenschaft: Theoretische Grundlagen und Ansätze*. Weinheim, Basel 1973, 31—69 (Beltz).
- HILLER, G.: *Zur Konzeptualisierung eines die Naturwissenschaften integrierenden Curriculum der Sekundarstufe I: Prämissen-Entwurf-Erläuterungen*. In: FREY, K., HÄUSSLER, P. (Hrsg.): *Integriertes Curriculum Naturwissenschaft: Theoretische Grundlagen und Ansätze*. Weinheim, Basel 1973, 297—316 (Beltz).
- HILLER-KETTERER, Ingeborg: *Wissenschaftsorientierter und mehrspektivischer Sachunterricht*. In: *Die Grundschule*. 4 (1974) 321—328.
- JANICH, P.: *Die Protophysik der Zeit*. Mannheim, Wien, Zürich 1969 (Bibliographisches Institut).

- JUNG, W.: Zum Stand von Curriculumentwicklung und fachdidaktischer Forschung im Bereich Physik/Chemie. Regensburger Tagung der Fachdidaktik Physik 1971. Polyk.
- KLEIN, H. (Hrsg.): Arbeitshefte für den Sachunterricht in der Grundschule. Stuttgart 1971 und 1972 (Klett). 3. Schulj.
- KUSCHMANN, W., REUPKE, H.-J., SACHS, O.: Natur und Technik im Sachunterricht der Grundschule. CVK-Unterrichtseinheiten. Berlin-Bielefeld ab 1971 (Verlag f. Unterrichtsmedien Cornelsen-Velhagen und Klasing). 1.—4. Schulj.
- LIND, G.: Sachbezogene Motivation im naturwissenschaftlichen Unterricht. Weinheim, Basel 1975 (Beltz).
- LÜCK, W. VAN: Darstellung eines integrierten naturwissenschaftlichen Unterrichts für das 5.—8. Schuljahr, ausgehend vom Curriculum „Scottish Integrated Science“. In: Naturwissenschaft in der Gesamtschule. Dortmund 1974.
- MUTH, J. (Hrsg.): Das Grundschulpaket von Hagemann. Düsseldorf 1971 und 1972 (Lehrmittelverlag W. Hagemann und Hadü Lehrmittel GmbH). 2.—4. Schulj.
- NIEDDERER, H.: Integration natur- und sozialwissenschaftlicher Curriculum-Inhalte auf der Grundlage von Handlungs- und Sachstrukturanalysekonzepten. In: FREY, K., HÄUSSLER, P. (Hrsg.): Integriertes Curriculum Naturwissenschaft: Theoretische Grundlagen und Ansätze. Weinheim, Basel 1973, 167—182 (Beltz).
- RIECHWIEN, St.: Vergleichende Zusammenstellung der Studentafeln der allgemeinbildenden Schulen in der BRD. Forschungsauftrag auf Veranlassung des bayerischen Staatsministeriums für Unterricht und Kultus durch das Staatsinstitut für Schulpädagogik erstellt. München 1973.
- RUPPRECHT, HÖLZEL: „Umweltschutz an der Schule“, ein Modell integrierten naturwissenschaftlichen Unterrichts. In: Naturwissenschaft in der Gesamtschule. Dortmund 1974.
- SCHOOFF, J. et al.: Neue Curricula in den Naturwissenschaften. Hannover 1973 (Schroedel).
- SCHOOFF, J., MEYER, H.-D.: Planung und Organisation von integriertem naturwissenschaftlichem Unterricht in den Gesamtschulen Nordrhein-Westfalens. In: Naturwissenschaft in der Gesamtschule. Dortmund 1974, 0—27.
- SPRECKELSEN, K.: Naturwissenschaftlicher Unterricht in der Grundschule (NUG). Frankfurt/M., Berlin, München 1971 (Moritz Diesterweg). 1.—3. Schulj.
- STROHSCHNEIN, J.: Darstellung von integriertem naturwissenschaftlichem Unterricht für das 5. Schuljahr, ausgehend vom Programm I-CLS (van Deventer). In: Naturwissenschaft in der Gesamtschule. Dortmund 1974.
- TÜTKEN, H. et al. (Arbeitsgruppe für Unterrichtsforschung in Göttingen): Weg in die Naturwissenschaft. Ein verfahrensorientiertes Curriculum im 1. Schuljahr. Stuttgart 1971 (Ernst Klett).
- TÜTKEN, H.: Naturwissenschaftlich orientiertes Primarschul-Curriculum: Probleme bei der Entwicklung. In: FREY, K., BLÄNSDORF, K. (Hrsg.): Integriertes Curriculum Naturwissenschaft der Sekundarstufe I: Projekte und Innovationsstrategien. Weinheim, Basel 1974, 113—129 (Beltz).
- VÖLCKER, D.: Wie ist dies? Wie ist das? — Wissen macht Spaß. Frankfurt/M. ab 1968 (Hirschgraben Verlag).

ZENCKER, V., ZENKER, E. : Physik, Chemie, Technik. Köln 1973, (Aulis Verlag
Deubner u. C.). 3.—4. Schulj.

Das IPN ist ein überregionales Zentrum für die interdisziplinäre Forschung, Entwicklung und Lehre im Bereich des naturwissenschaftlichen Unterrichts. Das Institut gliedert sich in die Abteilungen Didaktik der Biologie, Chemie und Physik, Erziehungswissenschaften, Pädagogisch-Psychologische Methodenlehre (einschließlich Datenverarbeitung) und Zentralabteilung. Es wird vom Bundesministerium für Bildung und Wissenschaft und vom Kultusministerium des Landes Schleswig-Holstein finanziell getragen.

Das IPN gibt neben einzelnen Buchveröffentlichungen vier Publikationsreihen heraus: Im **Beltz-Verlag** erscheinen Ergebnisse aus Forschungsprojekten und Symposien. Die „**IPN-Arbeitsberichte**“ enthalten Literaturreferate, Untersuchungskonzepte und Zwischenergebnisse zu laufenden Projekten. Mit den „**IPN-Sonderdrucken**“ werden ausgewählte Berichte, Aufsätze und Referate aus verschiedenen Fachzeitschriften und Publikationen vorgestellt.

Die „**IPN-Kurzberichte**“ bringen Informationen über das IPN und seine wissenschaftlichen Arbeiten, Zusammenfassungen umfangreicher Berichtsbände, Konzepte und Übersichten über naturwissenschaftsbezogene Forschungen.