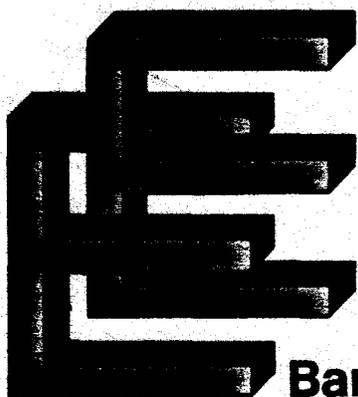


Enzyklopädie Erziehungswissenschaft

**Handbuch und Lexikon
der Erziehung**

Herausgegeben von
Dieter Lenzen



Band 4

**Methoden und Medien der
Erziehung und des
Unterrichts**

Herausgegeben von
Gunter Otto
und
Wolfgang Schulz

-Klett-Cotta-

Methodisch-mediales Handeln im Lernbereich Natur

- 1 Der Lernbereich Natur
 - 1.1 Zu den Begriffen „Natur“ und „Lernbereich Natur“
 - 1.2 Pädagogisches Handeln im Lernbereich Natur
- 2 Methoden des Lehrens und Lernens im traditionellen naturwissenschaftlichen Fachunterricht
 - 2.1 Das Grundmuster des naturwissenschaftlichen Fachunterrichts
 - 2.2 Probleme des naturwissenschaftlichen Fachunterrichts
 - 2.3 Zum Verhältnis von Methode und Medien im naturwissenschaftlichen Fachunterricht
 - 2.4 Über die Stabilität der naturwissenschaftlichen Unterrichtsmethode und die Austauschbarkeit von Inhalten und Medien
- 3 Methodische Aspekte des Lernens im Lernbereich Natur
 - 3.1 Der Stellenwert der Naturphänomene
 - 3.2 Das Verständnis von „Grundlage“ und „Systematik“
- 4 Methodische Aspekte des Lehrens im Lernbereich Natur
 - 4.1 Das Prinzip der Offenheit
 - 4.2 Methoden des Unterrichts
 - 4.2.1 Projekte
 - 4.2.2 Fallstudien
 - 4.2.3 Kommunikative Simulationsspiele
 - 4.3 Experiment und Experimentieren
- 5 Mediale Aspekte des Handelns im Lernbereich Natur

Zusammenfassung: Ausgangspunkt der Darstellung ist ein mehrdimensionaler, auf ein breites Spektrum unterschiedlicher Naturen bezogener Naturbegriff, der den naturwissenschaftlichen Unterricht als „Lernbereich Natur“ verstehen läßt. Damit werden inhaltliche und methodische Konsequenzen nahegelegt, so die Notwendigkeit, Lern- und Unterrichtsprozesse als offen und ungesichert und die traditionellen Rollen von Lehrern und Schülern als veränderbar zu akzeptieren; zu erkennen, daß die „Grundlagen“ der unterrichtlichen Sachverhalte durch die Methode der Analyse jeweils ermittelt und „Systematik“ als sinnstiftende Ordnung jeweils hergestellt werden muß, daß mit den Inhalten auch die Methoden des Vorgehens und die in den Medien steckenden Prämissen zum Gegenstand des Lernens und der Reflexion zu machen sind.

Am Beispiel der Methoden „Projekt“, „Fallstudie“ und „Spiel“ werden die genannten inhaltlichen, methodischen und medialen Konsequenzen erläutert. Die Bedeutung einiger Handlungsphänomene für den Lernbereich Natur wird hervorgehoben, so entdeckendes und forschendes Lernen und das Lernen an Widersprüchen. Auch das Experimentieren wird als Handlungsphänomen beschrieben und ihm ein – gegenüber dem traditionellen Verständnis veränderter – breiter Experimentbegriff zugrunde gelegt.

Summary: This article takes as its starting point a multi-dimensional concept of nature based on a broad spectrum of different "natures" which permits science teaching to be understood as the "learning sector 'Nature' ". This has consequences that relate both to the subject matter and to the methodology involved, the necessity, for example, to accept that learning and teaching processes are open to improvement and that the traditional roles of teachers and pupils can be changed. The need to recognize that the "principles" of the material to be taught must be determined by the method of analysis used in each case and that it is necessary to establish "systematics" as a prelude to producing order from chaos. The methods of approach and the premises embodied in the media, and not just the contents of the actual teaching unit, must be made a part of the process of learning and reflection. Taking the three methods "project", "case study" and "game" as examples, the above-mentioned consequences affecting teaching content, methods and media are explained. Emphasis is placed on the significance of some action phenomena for the "learning sector 'Nature' ", such as learning by discovery and research, and learning from contradictions. Experimentation, as an action phenomenon, is also described and given a much broader conceptual basis than has traditionally been the case.

Résumé: Le point de départ du développement est un concept de la nature pluri-dimensionnel, se référant à un large spectre de natures diverses, concept qui comprend l'enseignement des sciences de la nature en tant que domaine d'enseignement intitulé «nature». On tire de cela des conséquences de contenu et de méthode, ainsi la nécessité d'accepter les procédures d'apprentissage et d'enseignement comme ouvertes et non fixées et les rôles traditionnels des professeurs et élèves comme aptes au changement; la nécessité aussi de reconnaître que les «bases» des faits d'enseignement doivent être identifiées par la méthode de l'analyse et que la «système» doit être, de son côté, établie en tant qu'ordre créateur de sens que, outre les contenus, les méthodes d'action et les prémisses impliquées dans les moyens doivent faire l'objet de l'apprentissage et de la réflexion.

A l'exemple des méthodes «projets», «étude de cas» et «jeu», les conséquences de contenu, de méthodes et de moyens mentionnées sont commentées. La signification de quelques phénomènes pour le domaine d'apprentissage de la nature est mise en relief, par exemple apprentissage de la découverte et de la recherche et, apprentissage des contradictions. L'expérimentation est décrite comme phénomène d'action et l'on pose, pour son fondement, un concept d'expérience large, et modifié, par rapport à la compréhension traditionnelle.

1 Der Lernbereich Natur

Der Begriff „Lernbereich Natur“ spielt in der erziehungswissenschaftlichen Literatur nur im Zusammenhang mit der seit Anfang der 60er Jahre als notwendig erachteten Grundschulreform und der Ablösung des volkstümlichen Heimatkundeunterrichts zugunsten eines wissenschaftsorientierten Sachunterrichts eine Rolle. Angeregt durch entsprechende Entwicklungen in den USA, wurden unterschiedliche Ansätze vorgeschlagen und entwickelt: Neben dem „konzeptorientierten“ oder „strukturorientierten“, einem aus den Schlüsselbegriffen beziehungsweise den Strukturen der fachwissenschaftlichen Disziplinen abgeleiteten Ansatz und dem „prozeßorientierten“, die naturwissenschaftlichen Verfahrensweisen betonenden Ansatz hat es schon früh (seit etwa 1967) auch Vorschläge für einen „offenen“,

„situationsorientierten“, an lebensweltliche Erfahrungen anknüpfenden Unterricht gegeben. So begründete das „Nuffield Junior Science Project“ (JUNG 1968) seine Vorschläge mit dem Hinweis, daß Kinder die Umwelt „ungeteilt und nicht nach Fachkategorien gegliedert“ wahrnehmen, daß die „Grundlage allen Verstehens [...] direkte Erfahrungen [bilden]“ und daß Kinder von eigenen und nicht von fremden Fragen aus zum Lernen angeregt werden. Unterricht solle daher nicht propädeutisch sein, sondern vielfältige Möglichkeiten der aktiven Erkundung und Auseinandersetzung mit der Umwelt bieten (vgl. JUNG 1968, KLEWITZ/MITZKAT 1979). Der lebensweltliche, erziehungswissenschaftlich begründete Ansatz für den offenen Unterricht in einem „Lernbereich Natur“ blieb auf die Grundschule beschränkt, obwohl es nicht an Versuchen gefehlt hat, ihn weiterzuführen (vgl. SCHREIER 1979, 1981). So folgt ihm in der Sekundarstufe I unvermittelt der Fachunterricht in Biologie, Physik und Chemie. Im vorliegenden Beitrag soll dieser Bruch vermieden und ein schulstufenunabhängiges Verständnis von Lernen im „Lernbereich Natur“ entwickelt werden.

1.1 Zu den Begriffen „Natur“ und „Lernbereich Natur“

Von einem „Lernbereich Natur“ soll die Rede sein, wenn Lernen sich auf Lebensbereiche, Lebenssituationen und Handlungsfelder bezieht, die maßgeblich von „Natur“ oder von Naturwissenschaften und entsprechenden Anwendungswissenschaften bestimmt und von sozialen, ökonomischen, gesellschaftlichen und politischen Bedingungen mitbestimmt werden. Im Terminus „Lernbereich Natur“ ist daher „Natur“ als *didaktischer Begriff* formuliert, der – anders als die Begriffe der Naturwissenschaften Physik, Chemie oder Biologie – nicht exakt definiert, sondern nur beschrieben werden kann.

Für den vorliegenden Zusammenhang ist es wichtig, klarzustellen, daß dieser Begriff von Natur mehrdimensional ist und sich auf ein breites Spektrum von „Naturen“ bezieht. Er darf also nicht auf einen emotional verklärenden, romantisierenden und vagen Begriff von Natur (im Sinne von „heiler“, „reiner“ Natur) verkürzt werden. Hier soll das Spektrum des Begriffs für drei unterschiedliche Dimensionen angedeutet werden:

Erstens. Der didaktische Begriff von Natur umfaßt alle „Naturen“, die auf die Wirklichkeit der in Jahrhunderten und in der Gegenwart veränderten, vorfindlichen Landschaften und Lebensräume bezogen sind, die umgangssprachlich „Natur“ genannt werden. Er basiert darauf, daß eine „Ur-Natur“ nicht existiert und auch nicht herstellbar ist, daß „Natur“ grundsätzlich nicht restaurierbar ist. Sie kann allenfalls in einem erwünschten Zustand erhalten oder in einen solchen gebracht werden: So kann „Natur“ nach dem Willen von Menschen als „Museum“ mit pflanzlichem und tierischem Inventar eingerichtet werden, in dem sie selber aber nicht mehr vorkommen; sie kann in „Reservaten“, „Nationalparks“, „Naturschutzgebieten“ (nach mehr oder weniger strengen Kriterien) „bewahrt“, „geschützt“ und den Menschen zur Benutzung, Erholung oder Vermarktung angeboten werden; sie kann in öffentlichen Parks, zoologischen und botanischen Gärten, ökologischen Inseln (Biotopen) der Erhaltung pflanzlicher oder tierischer Arten, der Belehrung und der Erholung oder Ablenkung der Menschen dienen. Als „Natur“ oder „natürliche“ Landschaften werden Wälder, Seen, Flüsse, Heide- oder Mooregebiete angesehen, auch wenn sie bereits durch Land-, Forst- und Wasserwirtschaft oder Bauwirtschaft verplant wurden. „Kulturlandschaften“ heißen dagegen landwirtschaftlich und forstwirtschaftlich genutzte Gebiete, obwohl sie von den meisten Menschen ebenfalls als „Natur“

angesehen und häufig als „natürliche“ Erholungsgebiete geschätzt werden. „Natur“ wird aber auch im noch so kleinen Schrebergarten, im Gärtchen hinter dem Haus, im Schulgarten wahrgenommen. Sie wird geschützt, gepflegt, bewahrt oder zerstört; sie wird beeinflusst und verändert durch Schädlingsbekämpfungsmittel, Pharmazeutika, Abgase, durch Zuchtmethoden, genchemische oder -chirurgische Eingriffe.

Zweitens. Der didaktische Begriff von Natur bezieht sich aber auch auf die Lebensräume und Umwelten, die „künstlich“ oder „denaturiert“ genannt werden, auf die Häuser und Gebäude, Kirchen und Bahnhöfe, Plätze, Straßen und Gassen, auf die Materialien, aus denen alles gemacht wurde, und auf den Zustand, in dem sich alles befindet. Zur „Natur“ der städtischen Umwelt gehört auch die Luft, die staubig, feucht, säurehaltig, übelriechend ist, die nicht nur Gebäude, sondern auch die Atemwege der Menschen angreift.

Stadtkinder haben aus eigener Erfahrung zunächst keine Vorstellung von den vorher genannten „Naturen“. Sie empfinden eine „natürliche Zugehörigkeit“ zu ihrer städtischen Umwelt. In ihr machen sie Erfahrungen, nehmen sie Naturphänomene wahr und fassen Veränderungen als Eingriffe in diese „ihre Natur“ auf.

In der „Natur“ der städtischen Umwelt ist die Berührung mit den Naturwissenschaften und ihren Anwendungsgebieten viel unmittelbarer spürbar und erfahrbar als in den vorher genannten „Naturen“. Daß Wälder sterben, Pflanzen- und Tierarten aussterben, lernen Kinder – losgelöst von aller Realität – vielleicht im Biologieunterricht der Schule. Doch Realität ist für sie der Rasen zwischen den Häusern, die Blumenbank im Wohnzimmer, die „gestaltete Natur“ in Einkaufszentren, der Hamster, der Vogel, die Katze oder der Hund, die sie sich (vielleicht) in der Wohnung halten dürfen; Realität ist das Umherfahren mit dem Mofa, sind die Discos, die Animatoren im Urlaub und ist vielleicht der Sportplatz.

Drittens. Eine ganz andere Dimension des didaktischen Begriffs von „Natur“ ist gemeint, wenn von der „Natur des Menschen“, vom „Menschen als Teil der Natur“ oder von der „Natürlichkeit des Menschen“ gesprochen wird. Der Begriff von „Natur“ in solchen Metaphern ist diffus und nicht wörtlich zu nehmen. Diese Dimension wird von geographischen, zivilisatorischen, ökonomischen und politischen Einflußfaktoren und deren Wechselwirkungen ebenso wie von damit zusammenhängenden wissenschaftlichen und technologischen Entwicklungen, Veränderungen und Einwirkungen bestimmt: Weder wird das Zusammenleben der Menschen (verschiedener Rassen und Kulturen, Generationen und Geschlechter), noch werden die Ernährung, die Hygiene oder das Verhältnis zu Krankheit, Gesundheit, Geburt und Tod als „natürlich“ empfunden. In jüngster Zeit haben naturwissenschaftliche Entwicklungen technische Manipulationen und damit Eingriffe in die Fundamente menschlichen Selbstverständnisses ermöglicht und das traditionelle Verständnis von der „Natur“ der Empfängnis, Schwangerschaft, Geburt und den verwandtschaftlichen Beziehungen verändert. In weiten Teilen der Welt wird die „natürliche“ Entwicklung und Lebenserwartung der Menschen durch Unterernährung und Hunger beeinträchtigt, verhindert und zerstört.

Im Hinblick auf einige dieser Aspekte sind gegenläufige Tendenzen in der Gesellschaft auszumachen: Begriffe wie „natürliche Lebensweise“, „natürliche Ernährung“, „Naturheilkunde“, „natürliche Geburt“ deuten auf Versuche, sich gültigen und offiziellen Begrifflichkeiten zu verweigern und ihnen Alternativen entgegenzusetzen. Sie sind politisch geworden, ihre Begrenzung auf anthroposophische Gruppen und „Naturapostel“ wurde überwunden. Doch zugleich wurden sie kommerziell in Anspruch genommen und in einen lohnenden Markt eingebracht: Biokost, Bioladen und Bioarchitektur sind entsprechende Begriffe für diesen Sachverhalt.

Der hier ohne Anspruch auf Vollständigkeit umrissene Begriff von Natur bezieht sich also auf ganz unterschiedliche Wirklichkeitsbereiche, die in ihrer Komplexität keine einfach zu erkennenden Strukturen aufweisen. Die Inhalte des Lernbereichs Natur sind daher am ehesten durch ein breites Spektrum von sich überschneidenden oder überlagernden Problemfeldern zu charakterisieren, wobei Problemfelder als „Bündel“ von existentiell bedeutsamen Sachverhalten und Fragestellungen zu verstehen sind, die sich auf die Dimensionen und das Spektrum der unterschiedlichen „Naturen“ beziehen und auf die Lebensbereiche, Lebenssituationen und Handlungsfelder, die diesen „Naturen“ entsprechen. Einige solcher Problemfelder und ihnen zuzuordnende Sachverhalte seien beispielhaft benannt:

- Natur - denaturierte Natur: Menschen, Tiere, Pflanzen in „natürlichen“ oder „künstlichen“ oder „denaturierten“ Lebensräumen; Anpassungsprozesse, Flucht-tendenzen;
- Natur - Naturwissenschaften: die „Natur“ der Naturwissenschaften, Naturphänomene in den „Naturen“, Auswirkungen moderner naturwissenschaftlicher Grundlagen- und Anwendungsforschung auf die „Naturen“, irreversible Veränderungen der „Naturen“ (beispielsweise durch Atom- und Gentechnologie und chemische Technologie);
- Natur - Naturaneignung: „Natur“ als Rohstofflager; Naturwissenschaft als Instrument zur Aneignung, Ausbeutung oder irreversiblen Veränderung der Natur; Aufspaltung der Natur in Produktions- und Freizeitnatur;
- die „Natur“ der Lebensräume und Umwelten: Situation und Entwicklung der Wohn- und Arbeitsgebiete und der darin herrschenden sozialen Beziehungen, der Verkehrs- und Versorgungssysteme, der Informations- und Kommunikationssysteme;
- die „Natur“ der Produktionssektoren: Produktionsmittel, Konsumgüter, Waffen; die Qualität, Sicherheit und Zukunft der Arbeitsplätze, die Einführung neuer Technologien;
- die „Naturen“ der Zukunft: die Situation und Entwicklung der 1., 2., und 3. Welt; Bevölkerungsexplosion, Hungerkatastrophen, Konflikte; die Antizipation der Zukunft, bezogen auf quantitative und qualitative Gestaltungsmöglichkeiten der genannten Aspekte und Bereiche.

Es kommt auf die Fragestellungen, auf die vordringlichen Gesichtspunkte an, unter denen ein Sachverhalt untersucht und beurteilt werden soll, um sagen zu können, welchem Problemfeld er zuzuordnen ist. Manche der Problemfelder sind durch bestimmte Sachverhalte eng miteinander verknüpft. In allen steckt unterschiedlich gewichtetes, miteinander kombiniertes, miteinander in Wechselwirkung und im Widerstreit stehendes gesellschaftliches und wissenschaftliches Wissen. Dessen soziale Qualität kann nur aus dem jeweiligen Gesamtzusammenhang als bedeutungsvoll anerkannt werden. Charakteristisch für alle Problemfelder und Sachverhalte ist, daß sie sowohl von Laien wie von Experten nicht nur unterschiedlich, sondern ausgesprochen kontrovers beurteilt werden.

1.2 Pädagogisches Handeln im Lernbereich Natur

Mit der Formulierung und Beschreibung eines auf die Umwelt und Lebenswelt bezogenen didaktischen Naturbegriffs sind im Hinblick auf pädagogisches Handeln Vorentscheidungen getroffen worden, die sich auf Ziele, Inhalte und Methoden des Lernens und auf die Organisation von Lern- und Verstehensprozessen beziehen:

- Lernen im Lernbereich Natur ist auf das Erziehungsziel gerichtet, die Lernenden

Methodisch-mediales Handeln im Lernbereich Natur

zu selbständigem Denken und Handeln, zu kritischer Reflexion und Kommunikation zu befähigen.

- Die Organisation von Lern- und Verstehensprozessen dient dem Ziel, den Lernenden das Erkennen, Verstehen, Durchschauen und Beurteilen der interdisziplinären und komplexen Sachverhalte und Problemfelder und entsprechendes Handeln zu ermöglichen.
- Der Lernbereich Natur korrespondiert nicht mit einzelnen Unterrichtsfächern: Interdisziplinarität und Komplexität der Sachverhalte lassen eine einseitige Bindung an nur eine Bezugswissenschaft ebensowenig zu wie die paritätische und additive Berücksichtigung verschiedener, voneinander isolierter fachspezifischer Aspekte oder die Beschränkung auf den die Einzeldisziplinen zusammenfassenden Begriff „science“ oder das häufig gebrauchte Begriffspaar „Natur und Technik“.
- Der in den komplexen Sachverhalten steckende fachspezifische und gesellschaftliche Wissensbestand, der eine instrumentelle Funktion hat, wird durch deren Analyse gewonnen und systematisiert. Dabei wird „systematisieren“ verstanden als der Prozeß, durch den die für die Sachverhalte charakteristischen Strukturen und sinnstiftenden Ordnungen erkenntlich werden.
- Im je konkreten Zusammenhang ist daher zu fragen und zu entscheiden, welches Wissen aus welchen Wissens- und Wissenschaftsbereichen eingebracht werden muß, welche Methoden zur Anwendung kommen und welche Medienentscheidungen getroffen werden müssen, damit ein Sachverhalt aufgeklärt und verstanden, damit er aufklärend wirken und angemessenes Handeln und Kommunizieren ermöglichen und initiieren kann.
- Eine Konsequenz dieser auf Ziele, Inhalte und Methoden bezogenen Vorentscheidungen betrifft die Planung des Unterrichts: Da auftretende Probleme und Fragen häufig zunächst noch nicht bewußt oder bekannt sind, da sie noch ungelöst oder unbeantwortet sind oder kontrovers beurteilt werden, sind die Lernprozesse an ihrem Ende offen. Ihre Organisation verlangt daher nach einem offenen Planungssystem, in dem „Raum für selbständiges Lernen und damit für Irrwege, für Suchen und Finden, also für Zufälle gelassen, aber andererseits auch die Möglichkeit geschaffen wird, Lernen als methodische Aneignung des Gefundenen, des durch Zufall Entdeckten zu erfahren“ (WITTERN 1985, S. 34).
- Eine weitere Konsequenz betrifft die Rollen der Lehrer und Schüler. Anders als in geschlossenen Lehr-/Lernsystemen des Fachunterrichts sind Lehrer in einem offenen System nicht mehr allein verantwortliche Planungsinstanz. Sie sind vielmehr Mitorganisatoren, die Angebote und Vorschläge machen, die Methoden- und Medienentscheidungen vorbereiten, während die die Lernprozesse weitertragenden Entscheidungen von allen Beteiligten, das heißt von Schülern und Lehrern getroffen werden.

2 Methoden des Lehrens und Lernens im traditionellen naturwissenschaftlichen Fachunterricht

2.1 Das Grundmuster des naturwissenschaftlichen Fachunterrichts

Im folgenden soll das den naturwissenschaftlichen Unterrichtsfächern Physik, Chemie, Biologie zugrunde liegende Verständnis von „Natur“ und „Methode“ vorgestellt und interpretiert werden. Es basiert auf der Annahme, daß jedes der Fächer, ebenso wie die gleichnamigen Disziplinen, einen besonderen Zuständigkeitsbereich

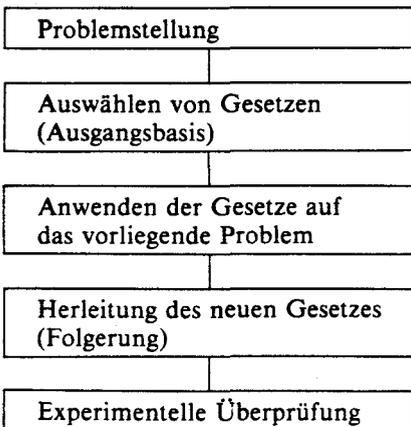
und eine je charakteristische Struktur haben: So ist das Fach Biologie für *die* Natur zuständig, die durch die Gesetzmäßigkeiten des Lebendigen zu beschreiben ist, während die Fächer Chemie und Physik für die Natur zuständig sind, in der die Gesetzmäßigkeiten und Strukturen des Nicht-Lebendigen, die Stoffe und Stoffänderungen, die Zustände und Zustandsänderungen auffindbar sind.

Mit diesen Zuständigkeiten werden die Fächer als wissenschaftliche Lehr-/Lernsysteme definiert, die dem Ziel dienen, Physik, Chemie und Biologie als experimentelle Wissenschaften verstehen zu lehren. Deren Methode ist die naturwissenschaftliche Erkenntnis- und Forschungsmethode, mit dem Experiment im Mittelpunkt, das als „Frage an die (jeweils zuständige) Natur“ Entscheidungsfunktion hat. Wird diese Methode auf den Unterricht übertragen und zu seinem Grundmuster gemacht, wird sie wegen der völlig anderen Bedingungen zur Methodik, die übersieht, daß Unterrichtsexperimente keine Forschungsexperimente sind, die – anders als diese – in ihrem Ausgang nicht offen sind. Ihre Ergebnisse sind zumindest den Lehrenden bekannt und außerdem in Lehr- und Unterrichtswerken schon vor der Durchführung nachlesbar. Unterrichtsexperimente sind daher keine methodischen Handlungen, sie sind vielmehr auf der Ebene von Unterrichtsmaterialien einzuordnen, mit denen ein theoretisch vermittelter Sachzusammenhang demonstriert, veranschaulicht, plausibel gemacht wird, mit denen Experimentiertechniken vorgeführt oder auch eingeübt werden.

Ganz andere Intentionen verbindet WAGENSCHN (1965, S.309) mit dem Begriff des Experiments: „Exemplarisch“ und „fundamental“ sind für ihn die (im Unterricht anzulegenden) „Einsichten“, daß „die Methode des Experiments nicht voraussetzungslos ist (abgeschlossenes System, Wiederholbarkeit ...), nicht *die* Methode ist, sondern *eine* [...]“. Das heißt, Wagenschein macht das Experiment in seiner wissenschaftstheoretischen Bedeutung zum Gegenstand des Unterrichts und der Reflexion der Lernenden.

In den Handbüchern zur Didaktik und Methodik der naturwissenschaftlichen Unterrichtsfächer wird unterschieden zwischen der am Forschungsprozeß orientierten „deduktiven“ und der „induktiven“ Lehrmethode. Beide werden algorithmisch folgendermaßen dargestellt:

Abbildung 1: Algorithmen der deduktiven Methode



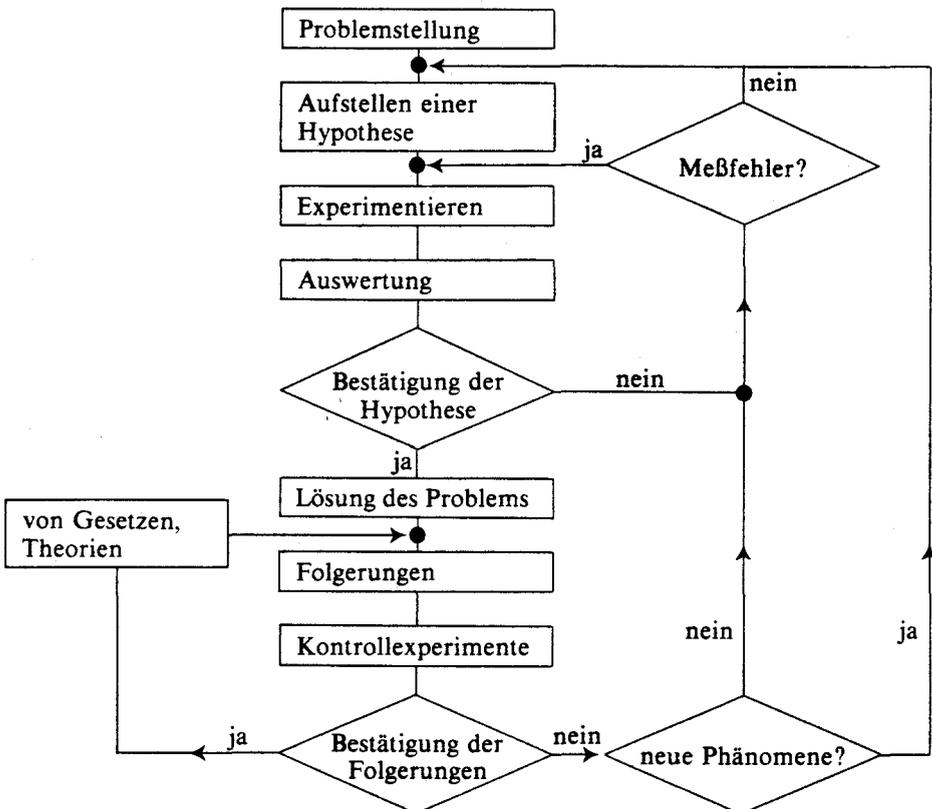
(Quelle: TÖPFER/BRUHN 1979, S. 112f.)

Methodisch-mediales Handeln im Lernbereich Natur

Auch für den Biologieunterricht wird postuliert, daß möglichst „jede biologische Unterrichtseinheit prinzipiell das induktive Verfahren aufzeigen soll, um dem Schüler den vorläufigen Charakter naturwissenschaftlicher Aussagen und auch die Dynamik der wissenschaftlichen Biologie bewußt [zu machen]“ (STEAK 1982, S.253) Einschränkung sprechen manche Autoren von der „didaktischen Induktion“ im Unterricht, in dem die wissenschaftliche Arbeitsmethode „an repräsentativen Einzelfällen“ nur simuliert werde; sie führe aber „durchaus im Sinne des forschenden Lernens zur Erkenntnisgewinnung“ (STEAK 1982, S.226) (vgl. Abbildung 3).

Diese naturwissenschaftliche Erkenntnismethode gilt ebenso wie die naturwissenschaftliche Unterrichtsmethode nicht nur als gültig und leistungsfähig, ihr wird darüber hinaus zugeschrieben, sie sei wertfrei, zweckfrei, objektiv und rational, sie bilde logisches Denken aus, sei übertragbar auf nichtnaturwissenschaftliche Bereiche und hilfreich bei der Lösung gesellschaftlicher und politischer Probleme (vgl. PAULING 1956, S.12ff.), sie entwickle die Fähigkeit, „mißtrauisch gegenüber Spekulationen“ zu werden und Ergebnisse des Denkens kritisch mit empirischen Tatsachen vergleichen zu können (AUFRUF... 1982, S.182).

Abbildung 2: Algorithmus der induktiven Methode



(Quelle: TÖPFER/BRUHN 1979, S.111f.)

Abbildung 3: Vergleich der exakten und generalisierenden Induktion

Exakte Induktion (experimentelle Methode)			Generalisierende Induktion (vergleichende Methode)		
1. Stufe	Analyse von Einzelfällen durch Beobachtung	Beobachtungen an Wasserpflanzen zeigen, daß Gasbläschen an die Wasseroberfläche steigen	1. Stufe	Beschreibung von Einzelfällen	Untersuchung und Vergleich des Abweichungsverhaltens zweier maulbrütender Buntbarsche (Cichliden) z. B. <i>Haplochromis burtoni</i> und <i>Pseudotropheus elongatus</i>
2. Stufe	Aufstellen einer Hypothese	Es ist Sauerstoff	2. Stufe	Durch Vergleich der Einzelfälle Ableitung allgemeiner Aussagen (Regeln)	Erkenntnis, daß durch das Schnappen des ♀ nach der Eiatrappe auf der Afterflosse des ♂ die Befruchtung der ins Maul des ♀ aufgenommenen Eier sichergestellt wird.
3. Stufe	Versuch mit einem geeigneten Objekt	Die bei <i>Elodea</i> (Wasserpest) entstehenden Gasbläschen werden aufgefangen: „Spanholzprobe“	3. Stufe	Anwendung der Aussage auf ein neues Objekt im deduktiven Vorgehen	Bei einem weiteren Maulbrüter (<i>Ophthalmochromis ventralis</i>) wird die Aussage überprüft
4. Stufe	Bestätigung (Verifizierung) / Verwerfung (Falsifizierung) der Hypothese	Bestätigung der Hypothese: bei der Photosynthese entsteht Sauerstoff	4. Stufe	Entscheidung, ob auf das neue Objekt die Aussage zutrifft	Auch beim <i>Ophthalmochromis ventralis</i> trifft diese Regel zu. (Es gibt bezügl. dieser Regel eine Reihe von Ausnahmen, z. B. <i>H. moorii</i> ; <i>T. moorii</i>)

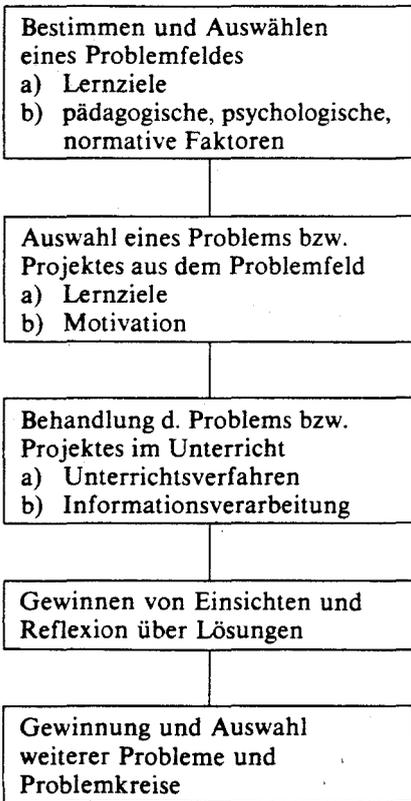
(Quelle: STEAK 1982, S. 227)

2.2 Probleme des naturwissenschaftlichen Fachunterrichts

Trotz dieser Hochschätzung der Methode belasten vor allem die Stofffülle, Lernschwierigkeiten und Motivationsmangel den naturwissenschaftlichen Unterricht schon seit vielen Jahren: Daß aus der Fülle des Unterrichtsstoffs ausgewählt werden muß, ist unbestritten. Keine Einigkeit besteht jedoch in der Antwort auf die Frage, welches und wieviel Wissen als Grundlage zur Vorbereitung auf spätere Ausbildungs-, Studien- und Lebenssituationen als notwendig angesehen werden soll (vgl. STEAK 1982, S. 62). Zur Bewältigung des Problems werden die exemplarische (vgl. Abbildung 4), die genetische (vgl. Abbildung 5) und die forschende (vgl. Ab-

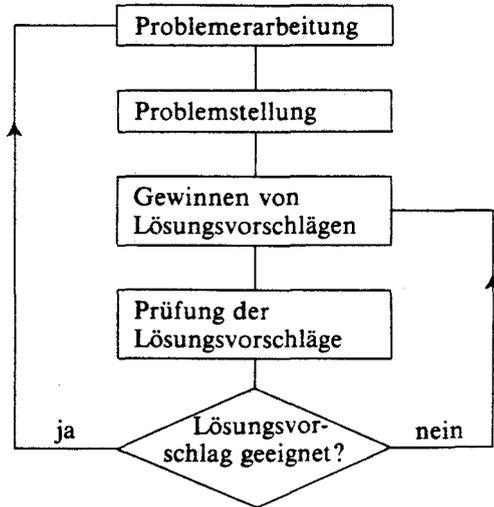
bildung 6) Methode vorgeschlagen. Sie bleiben jedoch in ihrer algorithmischen Darstellung bloße Hilfskonstruktionen und ohne Bezug zu und ohne Auseinandersetzung mit Wagenscheins Konzeption (vgl. 3.1 und 3.2).

Abbildung 4: Algorithmus der exemplarischen Methode



(Quelle: TÖPFER/BRUHN 1979, S. 120)

Abbildung 5: Algorithmus der genetischen Methode



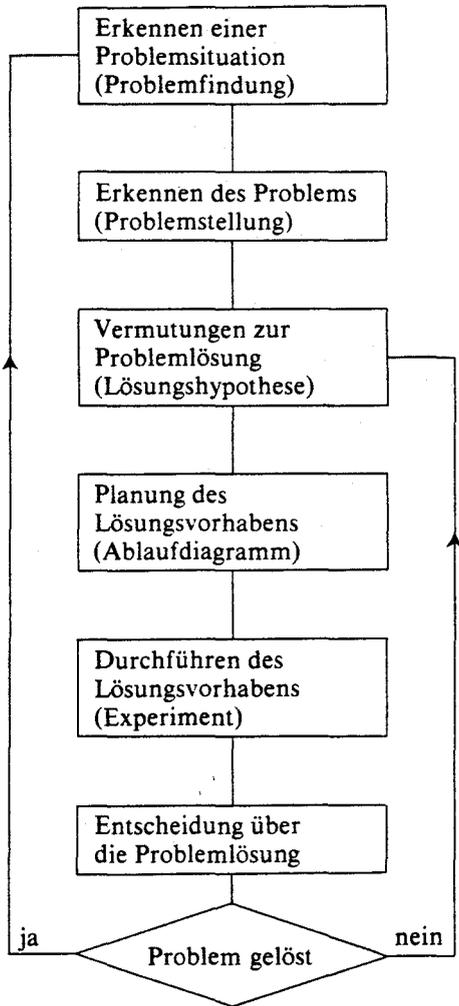
(Quelle: TÖPFER/BRUHN 1979, S. 114)

Auch die zur Überwindung der Ineffektivität und des Motivationsmangels angestellten Überlegungen und Vorschläge (Umstrukturierung des Unterrichtsstoffs, Betonung von Prozeßzielen, Orientierung an Lerntheorien, Anwenden von Motivationstricks) bleiben ohne Erfolg, weil sie „die Schuld“ bei äußeren Faktoren und bei den Schülern suchen und dabei wissenschaftstheoretische und sozialpsychologische Befunde außer acht lassen:

- Die Schüler erleben im Fachunterricht die Naturwissenschaften als „abgehoben von der Natur, von ihrer natürlichen Umgebung, von der gesellschaftlichen Realität und zugleich als eine Sammlung partikularer Aussagen, Definitionen, Axiome, Gesetze“, als Bestandteile einer „undurchschauten Systematik“, die sie als einen „Grundlagen“ genannten, in sich abgeschlossenen Lernstoff zu übernehmen

men haben (PUKIES 1978, S.165 ff.). Diese von ihrem Ursprung, der Lebenswelt entfremdeten und ohne Bezug zu ihr vermittelten „Grundlagen-Wissenschaften“ haben sich einen eigenen Bereich von Objektivität geschaffen und können zur Frage nach ihrem Sinn nichts mehr beitragen (vgl. BÖHME 1979, S.38).

Abbildung 6: Algorithmus der forschenden Methode



(Quelle: TÖPFER/BRUHN 1979, S.119)

- Auch „moderne“ wissenschaftliche Inhalte repräsentieren entfremdete Wissenschaft, die von der Gesellschaft nicht angeeignet und deren Notwendigkeit von ihr nicht verstanden werden kann; Wissenschaft, die vielmehr nur von einer kleinen Elite von Spezialisten und Experten im Auftrag von Wirtschaft und Politik verwaltet wird.

- Der naturwissenschaftliche Fachunterricht bleibt dem „Bankierskonzept von Bildung“ verhaftet (vgl. FREIRE 1973), das unterstellt, daß die Schüler den Wert des Grundlagenwissens als zinstragendes Kapital anerkennen und sich der ihnen dargebotenen Wirklichkeit widerstandslos anpassen.
- Es wird vorausgesetzt, daß Schüler, deren Aufmerksamkeit eventuell in einer Motivationsphase durch Gegenstände des täglichen Gebrauchs geweckt wurde, dieses Interesse ohne weiteres auf naturwissenschaftliche Fragestellungen übertragen, wenn der Lehrer diese Phase beendet. Daß diese Erwartung nicht erfüllt wird, zeigen Unterrichtserfahrungen, in denen deutlich wurde, daß die Schüler – unter dem Anschein von Motivationsverlust – ihre eigenen „subversiven“ Lernprozesse weiter verfolgen (vgl. HAHNE/HEIDORN 1982, S. 26).

2.3 Zum Verhältnis von Methode und Medien im naturwissenschaftlichen Fachunterricht

Das beschriebene Grundmuster der naturwissenschaftlichen Unterrichtsmethode hat eine feststehende Ziel-, Inhalts- und Methodenbeziehung und ein geschlossenes Lehr-/Lernsystem zur Voraussetzung: Ziel ist die Vermittlung von Physik, Chemie, Biologie. Die Inhalte sind durch die Disziplinen vorgegeben und müssen im gewünschten Umfang reduziert werden. Sie sind unter bestimmten Bedingungen austauschbar. Die Methode ist (wie dargelegt) ebenfalls vorgegeben. Die Medien haben unterstützende Funktion im Vermittlungsprozeß. Sie sind eindimensional auf die Inhalte bezogen und daher mit diesen austauschbar. Lehrmittelsammlungen spiegeln (ebenso wie Schulbücher und andere audiovisuelle Lehrmittel) die Struktur und die Systematik der Disziplinen wider, sind also „didaktisch reduzierte Wissenschaften“ (Entsprechendes gilt für die Anwendungsbeispiele wie Hochofenprozeß oder Kraftwerke). In der neueren fachdidaktischen Literatur (vor allem der Biologie) wird den Medien als „Operationsobjekten“ eine Rolle in stärker problemorientierten, anwendungsbezogenen und schülerzentrierten Unterrichtsprozessen zugesprochen, wodurch sie „ihre endgültige Funktion [...] immer erst in der konkreten Verwendungssituation des Unterrichts“ erhalten (STEAK 1982, S. 245 ff.). Trotzdem änderte sich der direkte Bezug zu den didaktisch reduzierten Wissenschaften nicht prinzipiell.

Medienentscheidungen können in diesem Lehr-/Lernsystem nur auf der untersten Ebene methodischen Handelns gefällt werden. So kann der Lehrer etwa darüber befinden, ob er zu einem bestimmten fachlichen Sachverhalt Experimentiermaterialien oder Folien oder einen Lehrfilm einsetzt oder ob er ihn durch einen Lehrervortrag vermittelt. Gleich, welche Entscheidung er trifft, sie ist keine didaktische Entscheidung im Sinne des Interdependenzmodells, sie betrifft vielmehr seine Einschätzung etwa hinsichtlich der Stofffülle, der Zeit und der Motivation.

Außer den „offiziellen“ Medien (Lehrmitteln, Operationsobjekten) sind Medien zu erwähnen, die von großen Industrieunternehmen (zumeist aus dem chemischen oder physikalisch-technischen Produktionsbereich) den Schulen zur Verfügung gestellt oder preisgünstig angeboten werden. Auch bei ihnen handelt es sich um „didaktisch reduzierte“ fachspezifische, jedoch zugleich auch anwendungsorientierte Unterrichtsmittel zu Themen, die einerseits im Lehrplan ausgewiesen sind, an denen aber andererseits die Hersteller ein besonderes Interesse haben.

Sie transportieren außer Informationen noch feststehende Meinungen und Urteile (vgl. 5).

2.4 Über die Stabilität der naturwissenschaftlichen Unterrichtsmethode und die Austauschbarkeit von Inhalten und Medien

Als nicht austauschbare und nicht verzichtbare Grundlagen werden bestimmte Begriffe und Gesetze jeder der drei Naturwissenschaften bezeichnet, denen eine besondere Qualität zugesprochen wird. Sie gelten als sicherer Bestand an Begriffen und Kenntnissen, der vor dem Lernen weiterführender und komplexer Wissensbestände gelernt werden müsse, obwohl weder über die Auswahl noch über den Umfang des Grundlagenbestandes Einigkeit besteht. Es läßt sich aber zeigen, daß Unterrichtsinhalte und auf sie bezogene Medien austauschbar sind und der zu ermittelnde Bestand an Kenntnissen dementsprechend veränderbar ist: Wenn nämlich gesellschaftliche und politische Entwicklungen zu Bewertungsveränderungen oder radikalen Umwertungen naturwissenschaftlicher Forschungsschwerpunkte und Teildisziplinen führen, so verursachen diese entsprechende gravierende inhaltliche Veränderungen auf allen Ebenen der Bildungsinstitutionen, allerdings ohne daß sich an der Unterrichtsmethode und dem Unterrichtsziel prinzipiell etwas ändert. Dies sei an einem Beispiel verdeutlicht:

Zu Anfang des Jahrhunderts und dann vor allem in der Zeit des Nationalsozialismus wurde – in Übereinstimmung mit herrschenden Ideologien und unter Berufung auf Darwin und Mendel – die Rassenbiologie und mit ihr die Vererbungslehre und die Eugenik zur bevorzugten und mit hoher Priorität geförderten Teildisziplin der Biologie (äußere Zeichen dafür: Institutsgründungen, Einrichtung von Lehrstühlen, Publikation von Forschungsergebnissen in wissenschaftlichen Fachzeitschriften. ...). Dem wurde auf allen Ebenen des öffentlichen Lehr-/Lernsystems bis hinunter in die Schulen Rechnung getragen: Unterrichtsinhalte wurden neu ausgewählt und gewichtet, das Fach aufgewertet und Unterrichtsmedien dem angepaßt – ohne daß sich hinsichtlich des Ziels (Biologielernen) und der Methode (die naturwissenschaftliche Forschungs- und Arbeitsmethode vermitteln) etwas änderte.

Die genannten Schwerpunkte erfuhren nach 1945 eine Entwertung: Lehrpläne, Inhalte und Medien wurden „gesäubert“. In neuester Zeit werden sie – wieder in Übereinstimmung mit entsprechenden politischen, ökonomischen und ideologischen Einschätzungen und im Gefolge und unter Berufung auf die Forschungsgebiete Mikrobiologie, Molekularbiologie, Genchemie – wieder um- und aufgewertet (mit Instituts- und Lehrstuhlgründungen, hohem finanziellem Aufwand, ...). Der beschriebene Prozeß findet auf allen Ebenen erneut statt: Die Neuauflagen von Didaktik- und Methodikbüchern und Unterrichtswerken und die entsprechenden Reaktionen der Lehrmittelhersteller bezeugen den Mechanismus (vgl. STEAK 1982, S. 116ff.). Für Teilbereiche der Chemie (Kunststoffchemie) und der Physik (Energie) läßt sich der gleiche Mechanismus beschreiben. Gegenwärtig ist er im Hinblick auf Ökologie und Computerwissenschaft zu beobachten, die beide aufgrund gesellschaftlicher, ökonomischer und politischer Entwicklungen mit hoher Priorität gefördert werden.

Von seiten der für die Bildungsinstitutionen zuständigen Stellen und Personen und der Fachdidaktik wurde und wird die Bedeutung und Notwendigkeit des naturwissenschaftlichen Unterrichts außer mit den oben genannten innerwissenschaftlichen und ideologischen Legitimationsfiguren auch mit dem Argument unterstützt, er müsse modernen wissenschaftlichen Entwicklungen vor allem wegen ihres Stellenwertes für die Lösung zukünftiger gesellschaftlicher, ökonomischer und ökologischer Probleme verstärkt Rechnung tragen. Indem aber die genannten Inhalte in das geschlossene Lehr-/Lernsystem des Fachunterrichts eingebunden und deren

Ziel und Methode untergeordnet werden, indem also die Ursachen und Folgen von Umwertungen selbst kein Thema sind, werden die Inhalte zum beliebig austauschbaren Unterrichtsstoff und bleiben die Lernenden den mitgelieferten Bewertungen und Umwertungen kritiklos unterworfen.

Es kann hier nicht näher ausgeführt werden, daß Analoges auch für viele der sogenannten „alternativen“ Materialien gilt, die zwar inhaltlich durch kritische Gegeninformationen und Meinungen angereichert worden sind, die aber die Frage nach dem Ziel und der Methode des Unterrichts nicht mitbedenken (vgl. HEIDORN 1982 b). Auch die in 2.3 schon genannten Medien funktionieren nach der gleichen Art. Allen erwähnten Unterrichtsvorschlägen und Materialien liegt – trotz unterschiedlicher Interessen – neben dem Glauben an die Wirksamkeit der naturwissenschaftlichen Unterrichtsmethode die Auffassung zugrunde, daß die Vermittlung des „richtigen“ Wissens in Verbindung mit der „richtigen“ Bewertung der jeweiligen Thematik automatisch das „richtige“ Bewußtsein mit sich bringt; dabei wird nicht bedacht, daß es ein „richtiges“ Bewußtsein nicht geben kann, daß es vielmehr darauf ankommt, die Fähigkeit des autonomen Denkens und der ständigen Auseinandersetzung mit dem jeweils erreichten Bewußtseinsstand zu entwickeln und zu fördern.

3 Methodische Aspekte des Lernens im Lernbereich Natur

3.1 Der Stellenwert der Naturphänomene

Pestalozzi zitierend, sagt WAGENSCHNEIDER (1980, S.91) über den traditionellen naturwissenschaftlichen Fachunterricht: Er „bringt dem Menschen das Urteil in den Kopf, ehe er die Sache sieht und kennt [...]“. Wagenschein hat als erster die naturwissenschaftliche Erkenntnismethode und die Prozesse der Erkenntnisgewinnung selbst zum Gegenstand von Unterricht gemacht und damit Unterricht wissenschaftstheoretisch begründet. Er will von „den Erscheinungen der Natur, [...] den unmittelbaren Erfahrungen“ ausgehen, von den jedem Menschen zugänglichen Naturphänomenen, um verstehen zu lehren, daß die naturwissenschaftliche Methode Natur „spezifisch reduziert“ und jeweils nur „Aspekte der Natur“ untersucht (WAGENSCHNEIDER 1980, S.18 ff., S.90 ff.).

Jung, der mit seiner Arbeit für einen wissenschaftstheoretisch fundierten, anspruchsvollen Physikunterricht der Gymnasien spricht, hat Wagenscheins Ansatz aufgenommen und weitergeführt. Er nennt „die Ebene der Phänomene“ die „empirische Basis der Physik“ und „das beste Stimulans spekulativer, theoretischer Fantasie“ und Theoriebildung. Jung argumentiert, der Laie (und auch der erfolgreiche Abiturient bleibe ein Laie) habe „nur im Bereich der Phänomene“ eine Chance, „eine selbständige, kritische Einstellung gegenüber dem Spezialisten, also dem richtigen Physiker, zu behaupten“: „Ob es Neutronen, Fermionen oder Bosonen sind, ob es sich überhaupt um Teilchen handelt oder um irgend etwas anderes, ‚Theoretisches‘, ist ein Fragenfeld, das für praktisch-politische Auseinandersetzungen minderen Rang hat für den Bürger, der Entscheidungen mit tragen muß. Was ein Spezialist aber leicht zeigen kann und worüber sich der gebildete Laie ein Urteil selbst bilden kann, das ist z. B. die medizinisch-biologische Wirkung von Neutronenstrahlen samt ihrer Erzeugungsapparatur. Die Phänomene genau in dem hier verwendeten Sinn sind es, die die Auseinandersetzungen über den Bau von Kernkraftwerken entscheiden müssen, und auf diesem Feld haben Laien durchaus eine Chance gegen die Experten [...] Die These ist [...], daß er auf der Ebene der Phänomene eine ent-

schieden größere Chance für selbständiges kritisches Urteil hat als auf der Ebene der Theorie“ (JUNG 1979, S.43 f.).

Zu fragen ist nach der Bedeutung und der Grenze dieses Ansatzes für das Lernen im Lernbereich Natur: Unbestritten ist,

- daß die konkrete Wahrnehmbarkeit jener Phänomene, die der Physik zugrunde liegen, eine Grundlage für *eigenständiges Nachfragen*, für *Spekulationen* und *Theoriebildung* in der Wirklichkeit ist und die Entwicklung einer Wissenschaft vorstellbar macht;
- daß mit dem Ansatz exemplarisch das gezeigt werden kann, was im traditionellen Physik- und Chemieunterricht zwar erhellt werden soll, aber im allgemeinen im dunkeln bleibt, nämlich wie „Natur“ in den Naturwissenschaften erkannt werden kann;
- daß mit der Wahrnehmung der Phänomene und der Reflexion über Phänomene die Lernenden einen Eindruck von der naturwissenschaftlichen Methode erhalten, mit der *aus der komplexen Wirklichkeit einzelne Erscheinungen* herausgelöst werden, und als verallgemeinerbare, reproduzierbare Experimente im Labor untersucht werden können;
- daß die Naturphänomene auch in der künstlichen, der „denaturierten“, schmutzigen Natur der Städte wahrzunehmen sind - vielleicht sogar besonders offensichtlich sind (man denke an die Newtonschen Farbkreise auf öligen Pfützen!); solche Phänomenbetrachtungen können als „Aufhänger“ im traditionellen Physikunterricht mißbraucht werden, aber ebensogut zu philosophischen Reflexionen über Natur führen;
- daß das Prinzip, mit dem Unterrichtsgegenstand auch die Methode des Vorgehens und Arbeitens und auch die in den Medien steckenden Prämissen zum Thema des Lernens und Unterrichtens zu machen, Allgemeingültigkeit besitzt.

Aber auch die Grenzen des Ansatzes sind nicht zu bestreiten:

- Es ist zwar richtig, daß Laien auf der Ebene der Phänomene die Problematik von Kernkraftwerken erkennen können, aber richtig ist auch, daß es eben nicht die Phänomene sind, die in Auseinandersetzungen über Kernkraftwerke als entscheidendes Kriterium anerkannt sind; und wer bei den Schülern diesen Eindruck erweckt, verschweigt den wahren, den politischen und ökonomischen Charakter derartiger Entscheidungen und verhindert, daß die Schüler lernen, sich über die politische Funktion der Großtechnologien erzeugenden Naturwissenschaften ihr Urteil zu bilden.
- Der exemplarische Wert des Ansatzes ginge verloren, wollte man alle „Naturen“ mit ihren vielfältigen Aspekten und Dimensionen nun nach Naturphänomenen abklopfen und deren möglichst lückenlose Betrachtung im Unterricht anstreben. Damit würde das bewirkt, was aufgehoben werden sollte: die Aufsplitterung der Wirklichkeit in Einzelaspekte, die Beschränkung des Denkens auf Einzelaspekte, das heißt die Entfremdung des Lernens.
- Zu bedenken ist auch, daß mit dem Wort „Phänomen“ gerade im Lernbereich Natur noch ganz andere, sehr weit und tief reichende Bedeutungen verbunden sind. Genannt seien nur einige solcher Phänomene, die nicht „die empirische Basis“ einzelner Wissenschaften und nicht nur „spezifisch reduzierte Aspekte der Natur“ sind: Die in der Natur aller Lebewesen liegenden Phänomene Geburt und Tod, das in der Natur gegenwärtig sich abspielende Phänomen „Waldsterben“, aber auch Landflucht und Stadtflucht oder Technikfeindlichkeit und Fortschrittsgläubigkeit sind als Phänomene des Verhaltens gegenüber verschiedenen „Naturen“ der Gegenwart bedeutsam, denn sie sind konstitutiv für die Wirklichkeit der

„Naturen“. Sie wahrzunehmen und sich mit ihnen verstehend auseinanderzusetzen verlangt nach weiterreichenden anderen unterrichtlichen Prozessen in einem Lernbereich Natur.

3.2 Das Verständnis von „Grundlage“ und „Systematik“

„Je mehr Basiswissen [aus den naturwissenschaftlichen Disziplinen] man hat, um so mehr Bedingungsbeziehungen kann man erörtern und um so mehr Variationen in Betracht ziehen“ (STORK 1982, S.23). Diese in der traditionellen Fachdidaktik weitgehend akzeptierte Auffassung entspricht dem in 2.3 beschriebenen Grundlagenvverständnis und den daran geknüpften hohen Transfererwartungen. Sie übersieht, daß die „harten“ fachspezifischen Fakten, die Gesetze, Modelle, Formeln und Gleichungen der naturwissenschaftlichen Disziplinen, deren aus den Phänomenen gewonnenen theoretisierten und legitimierten Wissensbestand (in international verständlicher, kodifizierter Sprache) repräsentieren. Demgegenüber bestimmt sich für Schüler (und Laien allgemein) erst aus den in Frage stehenden Sachverhalten, welche der sie konstituierenden „harten“ und „weichen“ Fakten eine aufklärende Funktion haben. So enthalten zum Beispiel für einen Chemiker die Formeln von Trichlorphenol und Dioxin Informationen über deren Reaktionsfähigkeiten und -möglichkeiten und Eigenschaften, aus denen er Empfehlungen über Verwendung oder Verzicht ableiten kann. (Daß entsprechende Entscheidungen von ihm nicht getroffen werden, sondern von anderen Interessen abhängen, ist bekannt.) Für Schüler und Laien ist dieses professionelle Wissen in den Kontexten, in denen diese Stoffe eine Rolle spielen, irrelevant und daher nicht aufklärerisch. Für sie haben Informationen über Wirkungen, Verwendung, Vorkommen, Herkunft und Verbreitung dieser Stoffe eine aufklärerische Funktion, weil sie die Beurteilung beispielsweise des „Sachverhalts Seveso“ ermöglichen (vgl. FREISE 1983 a).

Die in diesem Beitrag entwickelte Formulierung der Begriffe „Natur“ und „Lernbereich Natur“ und die darauf bezogenen Vorentscheidungen für pädagogisches Handeln sind auf die Umwelt und Lebenswelt der Lernenden, also auf unterschiedliche Wirklichkeitsbereiche und auf die beispielhaft genannten Problemfelder und Sachverhalte bezogen. Die diese konstituierenden Grundlagen müssen in aktiven Lernprozessen erkannt, angeeignet und geordnet werden. Bezogen auf die oben genannten Problemfelder und Sachverhalte, heißt das konkret: Wenn Lernende von Veränderungen ihrer Lebens- und Umwelt betroffen werden (etwa durch Sanierung ihres Stadtteils, durch Verlegung einer Schule, durch Anlage eines Parks, durch Ansiedlung einer Industrieanlage), so fallen ihnen nicht einzelne, voneinander isolierte Tatsachen auf, sondern sie bekommen einen Eindruck, der von je unterschiedlichen Einstellungen, Interessen oder Erwartungen, aber auch von emotionalen Gefühlen (etwa Neugier, Trauer, Überraschung, Freude) abhängt und „etwas“ erzeugt: den Wunsch, zu verstehen, um sich mit neuen Tatsachen arrangieren, dagegen opponieren, sie jemandem plausibel machen zu können. Das bedeutet, daß die Veränderungen selbst zum Lerngegenstand, zum Untersuchungsgegenstand, zum Problemzusammenhang werden können, den die Betroffenen selbst aufschließen müssen. Sie selbst müssen ihn auf die ihn konstituierenden Elemente (und das sind die Grundlagen) hin *analysieren*, denn diese liegen nicht „richtig“ zusammengestellt vor, sie können auch nicht von irgendeiner Instanz bezogen werden (das ist ja gerade der Irrtum, auf den in 2.3 hingewiesen wurde). Vielmehr gehört es zum Lernprozeß, daß die Lernenden selbst durch die *Methode der Analyse* (die immer von irgendeiner Vorerfahrung und irgendeinem Vorwissen und einer Intention ausgeht)

die Grundlagen aufsuchen und auffinden und sie *systematisieren*, das heißt nach sinnstiftenden Gesichtspunkten, die dem Untersuchungsgegenstand adäquat sind, *ordnen, zusammenfassen* und *unterschiedliche Aspekte und Fakten miteinander vermitteln*, um so eine Meinung oder ein Urteil zu bilden.

Die Systematik, das heißt die sinnstiftende Ordnung der Sachverhalte oder Problemzusammenhänge liegt in ihnen selbst und wird durch den aktiven Lernprozeß erkennbar (vgl. FREISE 1980). Das aber bedeutet, daß solche Lernprozesse nicht zu Systematiken führen können, die es schon gibt (also der Physik, Biologie oder Chemie), sondern zu solchem zusammenhängenden, geordneten und einsehbareren Wissen, das den Sachverhalten und Problemzusammenhängen adäquat ist. Die jeweils darin liegenden und dem Verstehen dienenden disziplinspezifischen Fakten, Gesetzmäßigkeiten und Zusammenhänge müssen aus ihrem fachsystematischen Zusammenhang herausgebrochen und verfügbar gemacht werden (vgl. FREISE 1981a, S. 23 f.).

Grundlegend ist hier die didaktisch begründete Art des Vorgehens, die Methode, die mit derartigen Lernprozessen angeeignet wird: die analytische Ermittlung der „Grundlagen“ und die synthetisierende (reorganisierende) Herstellung einer Ordnung, die das anfänglich fragliche „in Ordnung“ in eine verstandene und beurteilbare Wirklichkeit bringt.

Das hier beschriebene Verfahren ist als *genetische Methode des Lernens* zu verstehen. In diesem Zusammenhang muß darauf hingewiesen werden, daß Wagenschein von der Methode des genetischen und exemplarischen *Lehrens* spricht. Doch seine Texte zeigen, daß auch er die Vorstellung vom aktiven Charakter des genetischen Prinzips hat, von „der Entdeckung des Systems (besser: Systematisierbarkeit eines Gegenstandsbereichs)“ – gemeint sind Mathematik, Physik oder Biologie. Wenn er den Prozeß des Lehrens als einen aktiven Vorgang beschreibt – „Nicht ‚bringen‘, sondern entdecken lassen“, von Fragen ausgehen, Gefundenes einordnen lassen, es zu einer bestimmten, erlebten „Wirklichkeit werden“ lassen, dann beschreibt er ja damit die Lernprozesse, die durch Lehre in Gang gebracht werden sollen (WAGENSCHHEIN 1970, S. 68 ff.).

Dabei stellt sich die von Wagenschein selbst aufgeworfene Frage, die auch für den Lernbereich Natur im Hinblick auf die Wahl der Inhalte wichtig ist: Gibt es „exemplarische Inhalte“, lassen sich im Lernbereich Natur „exemplarische Inhalte“ nachweisen? WAGENSCHHEIN (1970, S. 93) sagt: „Man kann [...] den Begriff ‚exemplarisch‘ auch enger fassen, ihn nämlich auf die ‚stoffliche‘ Auswahl und Ausstrahlung beschränken und entsprechend ‚genetisch‘ auf die stoffliche Reihenfolge.“ – Aber die Frage muß verneint werden: Wagenschein legt keine exemplarischen Inhalte fest, sondern „Methode“, „Verfahren“, „Prinzip“. Benannte Inhalte bleiben Beispiele, um zu erläutern, was mit Methode, Verfahren oder Prinzip gemeint ist.

4 Methodische Aspekte des Lehrens im Lernbereich Natur

4.1 Das Prinzip der Offenheit

Die Feststellung, daß sich für den Lernbereich Natur keine exemplarischen Inhalte benennen lassen, ist eine Folge des Verständnisses von Unterricht als Methode. Eine dieses Verständnis realisierende Unterrichtskonzeption, die Lernen auf das Erziehungsziel richtet, die Lernenden zu selbständigem Denken und Handeln, zu kritischer Reflexion und Kommunikation zu befähigen, kann weder exemplarische Inhalte noch einen Kanon von Inhalten benennen und diese unterrichtlich durch-

setzen wollen, noch kann sie unterstellen (wie es der traditionelle naturwissenschaftliche Fachunterricht tut), daß alle Schüler jeweils zur gleichen Zeit das gleich ausgeprägte Interesse an den Inhalten und die gleiche Betroffenheit diesen gegenüber haben.

Die Konsequenz ist, daß für den Lernbereich Natur ein breites Angebot formuliert und gehofft werden muß, daß dieses von den Lernenden angenommen wird. Das Angebot muß einigen Bedingungen und Kriterien genügen:

- Es muß die Wirklichkeitsbereiche, den Erfahrungshorizont und die Verstehensmöglichkeiten der Lernenden berücksichtigen, seine Reichweite muß ihnen vorstellbar sein oder gemacht werden können;
- es muß die genannten Dimensionen und Aspekte des Begriffs „Natur“ repräsentieren;
- es muß offen sein;
- das Prinzip der Offenheit muß sowohl für das Angebot wie für die Lernprozesse gelten;
- das Prinzip der Offenheit anerkennen bedeutet, „Ungesicherheit“ der Lernprozesse und Lernergebnisse zu akzeptieren.

Das Prinzip der Offenheit des Angebots wirft eine alte und immer wieder besprochene Frage auf: die nach der Art und Weise, wie Interesse und Betroffenheit der Lernenden geweckt und zugleich die berechtigten und legitimierten Intentionen der Unterricht verantwortenden Lehrer durchgesetzt und den Lernenden als akzeptabel angeboten werden können, ohne Unterricht inkompetenten oder kurzatmigen Zufallsinteressen unterzuordnen oder der Versuchung zu unterliegen, Motivationen künstlich zu erzeugen, ohne auch vorhandene Interessen der Lernenden zu unterdrücken.

Die Frage muß unbeantwortet bleiben. Sich ihrer Beantwortung zu nähern bleibt eine fortwährende Aufgabe aller Beteiligten. Außerdem besteht die berechtigte Erwartung, daß im Zusammenhang mit begründeten methodischen Entscheidungen etwa über Sozialformen des Unterrichts, die im Einvernehmen mit den Lernenden getroffen werden (vgl. 4.2), und mit Medienentscheidungen zum einen unterschiedlichen Interessen Rechnung getragen und zum anderen mit Motivationsverschiebungen und -erweiterungen gerechnet werden kann.

Die Offenheit der Lernprozesse betrifft deren Organisation: Planung, Durchführung und Beendigung. Dabei bedeutet „Beendigung“ eines Lernprozesses, daß er zu einer verabredeten Zeit abgebrochen wird und daß dann die Arbeitsergebnisse einen vorläufigen Charakter haben. Ungesichert sind dann beispielsweise Fakten und Daten, bis dahin gebildete Urteile, Meinungen und Deutungen, die offen sind für neue Tatsachen, neue Sichten (vgl. HAHNE u. a. 1981).

Der Verzicht auf „Offenheit“ und „Ungesicherheit“ bedeutet Verzicht auf das Erziehungsziel und Auslieferung an vorgegebene Bewertungen und Umwertungen (vgl. 2.3). Der Verzicht auf diese beiden Kriterien führt außerdem dazu, daß jede gewählte Sozialform des Unterrichts für jedes beliebige Ziel benutzt werden kann und daß die Reflexion der Lernenden über ihre eigenen Lernprozesse unmöglich oder zur Farce gemacht wird.

So ist ein „Projekt“ genanntes Curriculum über das Thema „Von der Baggergrube zum See“ im Gegensatz zu dem in der Literatur beschriebenen Projekt „Veränderung der Umwelt durch den Menschen“ nicht offen: Es ist ein auf Reproduzierbarkeit angelegtes, durch die Lehrmittelindustrie vertriebenes Arbeitsmittel mit einem Verlaufsplan, Arbeitsanweisungen, Arbeitsblättern, Erfolgskontrolle, Arbeitsmaterialien sowie mit „Lösungen der Aufgaben“, die „Lehrer kostenlos vom Ver-

lag“ bestellen können (BAYRISCHER SCHULBUCHVERLAG 1983). Demgegenüber konnte das ursprünglich durchgeführte Baggerseeprojekt nur im nachhinein beschrieben, interpretiert und mit den ursprünglichen Zielvorstellungen konfrontiert werden (vgl. FREISE 1973 a, 1974). Die Beschreibungen offener Projekte in der erziehungswissenschaftlichen Literatur dienen als Beispiele; wer versucht, sie zu kopieren, zeigt, daß er die Methode nicht begriffen hat.

Auch die Methode des Spiels im naturwissenschaftlichen Unterricht, wie sie von Sebastian Hellweger entworfen wurde (vgl. 4.2.3), verkommt mit dem Verzicht auf „Ungesicherheit“ und „Offenheit“ zur methodischen Masche einer sogenannten Stoffdidaktik. So repräsentieren die neuerdings zusammengestellten „Lernspiele im Chemieunterricht“ („Chemie-Memory“; „Chemie-Domino“; „Rallye durch das Periodensystem“; „Spaß mit chemischen Elementen“) nicht „Spiel als Methode“. Vielmehr sollen sie „Abneigung und Unlust abbauen helfen“, sollen, vergleichbar anderen „methodischen ‚Tricks‘, [...] die Schüler für Chemie motivieren“ und als „Übungshilfe“ sowie der Festigung von Lernstoff und der Überprüfung von Lernergebnissen dienen (SCHEIBLE 1983, S. 369 ff.). Diese „Lernspiele“ stehen daher gleichwertig neben anderen Weisen des Übens, Memorierens und Überprüfens. Sie stellen einen weiteren Versuch dar, die Motivation der Schüler zu verbessern, ohne nach den Ursachen der Motivationslosigkeit zu fragen.

4.2 Methoden des Unterrichts

In diesem Abschnitt soll an den Methoden *Projekt*, *Fallstudie* und *Spiel* beispielhaft erläutert werden, daß die Entscheidung für eine bestimmte Methode des Unterrichts nur im Zusammenhang mit einer Entscheidung über die Zielsetzungen und Inhalte des Unterrichts getroffen werden kann. Unterrichtsmethoden verkommen zur Methodik, wenn die Beliebigkeit von Zielen und Inhalten unterstellt wird und sie (wie FREY nahezulegen scheint - vgl. 1982) unabhängig von diesen lediglich als formale Gerüste verstanden werden.

In den vergangenen Jahren wurden - vielfach angeregt durch die Empfehlungen der Bildungskommission des DEUTSCHEN BILDUNGRATES „Zur Förderung praxisnaher Curriculum-Entwicklung“ (1974) - in der erziehungswissenschaftlichen und fachdidaktischen Literatur Beschreibungen über Unterricht veröffentlicht, der den Prinzipien der Offenheit und Ungesicherheit von Lernprozessen verpflichtet war, relativ viele davon zu Inhalten aus dem Lernbereich Natur. Es sei vorausgeschickt, daß die drei Sozialformen meist nicht „rein“ realisiert werden, sondern sich in der Feinstruktur hinsichtlich methodischer Entscheidungen in manchem ähnlich sind.

4.2.1 Projekte

Die Entscheidung für die Organisation eines Projektes ist angemessen, wenn zum Beispiel die Bearbeitung eines Sachverhalts aus der konkreten Lebenswelt und Umwelt der Lernenden beabsichtigt ist. Nach allen Erfahrungen ist die Entscheidung für die Projektmethode erstens dann geeignet, wenn Kommunizieren und Handeln in der Lebensrealität oder auf diese abzielend intendiert wird, wenn es sich also um ein „lebensnahes und offenes Lernangebot [handelt], das in seiner Konkretisierung weitgehend von den Aktivitäten und Wünschen der Schülerarbeitsgruppen abhängt“ (CUNA-AUTORENGRUPPE 1981, S. 61 ff.). Die für die Planung und Durchführung von Projekten geltenden Kriterien, also das Kriterium „Beteiligung der Lernenden an der Planung und an allen im Verlauf des Projekts zu treffenden Ent-

scheidungen“, werden hier nicht eigens erörtert (vgl. OTTO 1974). Sie sind auch angezeigt, wenn im Verlauf des Projekts vielfältige und unterschiedliche Aktivitäten und Handlungen, das heißt methodische Entscheidungen auf der unteren und mittleren Ebene (vgl. WITTERN 1985) erforderlich sind – also zum Beispiel bestimmte Arbeitstechniken zur Anwendung kommen und Vorgehensweisen abgesprochen und Lernorte ausgewählt werden müssen. In Veröffentlichungen über durchgeführte Projekte zu Themen aus dem Lernbereich Natur (vgl. CUNA-AUTOREN-GRUPPE 1981) wird darauf hingewiesen, daß die Projektkriterien als Orientierungspunkte verstanden werden müssen, deren Gewichte oder Ausdifferenzierung der jeweiligen Interpretation bedürfen. So weisen die Autoren darauf hin, daß die geplante Organisation der Aktivitäten, der Arbeits- und Lernprozesse immer unplanbare Momente einschließt, das heißt mit *spontanen Eigeninitiativen* der Schüler zu rechnen ist und deren Wahrnehmung gestattet sein muß.

In den geplanten Phasen der Projekte ist *Gruppenarbeit* ebenso vorgesehen wie *Einzel- oder Partnerarbeit*, damit ein fachwissenschaftliches Detail, das zum Verständnis notwendig ist, gezielt erarbeitet oder eine Arbeitstechnik in der Werkstatt oder im Labor eingeübt wird, damit etwas ausprobiert, hergestellt oder eine Information nachgeprüft werden kann. (Es sei angemerkt, daß Gruppenarbeit nicht nur in der Feinstruktur eines Projektes vorkommt, sondern als eigenständige methodisch begründete Unterrichtsform eine Rolle spielt.) Wenn in einem Projekt die Wirklichkeit bestimmter Lebenswelten aus erster Hand in den Erfahrungshorizont der Schüler gerückt werden soll, können Entscheidungen über verschiedene Lernorte gefällt und *Exkursionen* und *Erkundungen* vorgesehen werden (vgl. BIELEFELDER LEHRERGRUPPE 1979, FREISE 1973 b). In den unplanbaren Momenten eines Projektes zeigt sich, daß „Ungesicherheit“ sich auch auf die Lernprozesse beziehen kann, wenn etwa zunächst vorhandene Intentionen aus dem Blick geraten, wenn Motivationen sich verändern oder in Faszination umschlagen oder wenn Interessen auseinanderdriften (vgl. HAHNE 1983, S.52). Hahne lenkt in seiner Arbeit die Aufmerksamkeit auf zwei wichtige Handlungsphänomene: auf *entdeckendes* und *forschendes Lernen* (vgl. HAHNE 1983, S.89 ff.). Beide gelten in der traditionellen Fachdidaktik insbesondere des naturwissenschaftlichen Unterrichts fälschlich als eigenständige, motivationsfördernde und von Lehrern vorgeplante Methoden, obwohl sich „entdecken“ und „forschen“ dabei auf bereits Entdecktes und Erforschtes bezieht, die Lernenden also nur Bekanntes und Kodifiziertes zutage fördern können; das heißt, von diesen Autoren werden diese „Methoden“ allein für den fachwissenschaftlichen Unterricht funktionalisiert.

Demgegenüber beschreibt Hahne entdeckendes und forschendes Lernen als Handlungsphänomene, die zu Handlungskompetenzen führen. Es findet in den beschriebenen Projekten dann statt, wenn Lernende unvorhergesehene Probleme – deren Lösung auch für die Lehrer ungewiß ist – als wichtig erachten und sie selbständig zu lösen versuchen (vgl. HAHNE 1983, S.126 ff.).

4.2.2 Fallstudien

Die Entscheidung für die Methode der Fallstudie ist angemessen, wenn für einen Sachverhalt ein inhaltlicher, örtlicher und zeitlicher Rahmen relativ deutlich benannt werden kann und in einer mehr systematischen Studie untersucht werden soll. Da für den Lernbereich Natur kaum Beispiele bekannt sind, können Anregungen aus anderen Bereichen wertvoll sein. Schüler haben zum Beispiel Untersuchungen über Alltagsprobleme des Lebens im Nationalsozialismus vorgelegt, die me-

thodisch beispielhaft sind. So geht die Untersuchung über das Schicksal der Hamburger Familie Leipelt von einer konkreten historischen Situation aus. Die Schüler erforschen, analysieren und interpretieren die Ursachen, die Genese und den Verlauf des Geschehens und beziehen alles auf die Gegenwart und die Zukunft (vgl. STUDIENGRUPPE LEIPELT 1983). Vorstellbar ist das analoge Vorgehen im Fall von konkreten, in der Umwelt und Lebenswelt der Lernenden feststellbaren Vorkommnissen und Prozessen, so, wenn der Zustand einer Mülldeponie zum Skandal geworden ist, wenn ein Landschaftsschutzgebiet in Bauland umgewandelt, wenn ein traditionelles Verkehrskonzept durch ein „modernes“ ersetzt werden soll und dergleichen mehr. Immer geht es um die Feststellung und Analyse des Anfangs und der Ursachen eines Prozesses, um seinen Verlauf bis zur Gegenwart und um die Zukunftsperspektiven. Im Rahmen derartiger Studien spielt die *Entwicklung der Fragestellung* und die darauf bezogenen *Recherchen* (wie die *Beschaffung* und *Verarbeitung von Informationen*, die Durchführung von *Befragungen*) eine vorrangige Rolle (daß diese Handlungsformen auch in der Feinstruktur von Projekten vorkommen und wichtig sein können, sei nur angemerkt). Die Methode der Fallstudie scheint *Lernen in einem kontinuierlichen Handlungszusammenhang* zu begünstigen. In ihrer Feinstruktur ist der *Methodenwechsel* wichtig, da es darauf ankommt, unterschiedliche disziplinspezifische Fakten und Zusammenhänge zu ermitteln und dabei deren Unterordnung unter die Zielrichtung und Thematik der Studie, die einen „Ernstfall“ der Lebenswirklichkeit betrifft, nicht aus dem Auge zu verlieren. Große Ähnlichkeit mit der Methode der Fallstudie hat die von PUKIES (vgl. 1979) theoretisch begründete, in der Praxis durchgeführte und ausgewertete *historisch-genetische Methode*. An ausgewählten historischen Beispielen („Die philosophischen Ursprünge der Naturwissenschaften“ – am Beispiel der Genese des Trägheitsprinzips – und „Die Entstehung der Thermodynamik“ – philosophische und ökonomische Implikationen der Naturwissenschaften –) wird der „Abstraktionsprozeß der Naturwissenschaften von der Natur“ zum Thema gemacht, indem eine historische Situation hinsichtlich ihrer philosophischen, gesellschaftlichen, ökonomischen und wissenschaftlichen Bedingungen, Wechselwirkungen und Wandlungen untersucht wird. Dabei müssen zeitgeschichtliche Dokumente gesucht, ausgewählt, analysiert und interpretiert, müssen historische Experimente nachvollzogen und müssen die Untersuchungsergebnisse auf die Gegenwart projiziert werden. Pukies' historisch-genetische Methode ist aber auch der genetischen Methode Wagenscheins ähnlich, wenngleich sie durch Einbeziehen gesellschaftlicher, politischer und ökonomischer Bedingungen andere Ziele verfolgt; aber wie Wagenschein, so geht auch Pukies nicht von der „fertigen, kristallisierten Physik“ aus, sondern initiiert einen Prozeß, der von den Handlungsphänomenen *Planen*, *Beobachten*, *Denken* und *Vergleichen* und *Sprechen* in Gang gehalten wird.

4.2.3 Kommunikative Simulationsspiele

Rollenspiele, Planspiele, darstellendes Spiel und Entscheidungsspiele waren lange Zeit insbesondere für die sozialwissenschaftlichen Fächer bedeutsam. Für den Bereich der naturwissenschaftlichen Unterrichtsfächer wurde dieser methodische Zugriff vor allem von HELLWEGER (vgl. 1981) sowohl theoretisch begründet wie durch die Entwicklung und Durchführung von Spielen nachgewiesen. Die von ihm aufgegriffenen Themen sind alle auf Dimensionen und Aspekte des beschriebenen didaktischen Begriffs von Natur bezogen, sie sind interdisziplinär, offen und in ihrem Verlauf und Ergebnis ungesichert.

Hier soll vor allem betont werden, daß die methodische Entscheidung für die Planung und Durchführung von kommunikativen Simulationsspielen für bestimmte Bereiche des Lernbereichs Natur durch andere Methoden nicht ersetzt werden kann - sofern nicht auf das Erziehungsziel und auf Offenheit und Ungesicherheit verzichtet werden soll: Der eingangs umrissene Begriff „Natur“ weist nämlich in allen drei Dimensionen auf Bereiche, die zwar eminente Bedeutung für das Leben und die Zukunft der Menschen haben, die aber der „Originalrealität nicht zugänglich“ (HELLWEGER 1981, S.46ff.), nicht in konkreten Wirklichkeitsbereichen erfahrbar sind und auch nicht durch bloße Informationen in den Horizont der Vorstellungen geholt werden können (Großtechnologien, Gentechnologie und dergleichen mehr), die einfach zu weit weg sind (wie die Probleme der Dritten Welt oder die irreversible Zerstörung der brasilianischen Regenwälder). Aber auch in der alltäglichen Wirklichkeit der Umwelt und Lebenswelt „kommt der Einzelne immer seltener in direkten Kontakt mit der Originalrealität“. Sein Weltbild setzt sich vorwiegend aus Informationen zusammen, die den Medien entnommen, also von anderen ausgewählt wurden. Das heißt, jeder übernimmt in zunehmendem Maße immer schon fertige soziale Konstrukte, die ihm andere, Medienproduzenten, vorsetzen (HELLWEGER 1981, S.48). Diese Tatsachen die Lernenden erkennen zu lassen ist im Hinblick auf das Erziehungsziel notwendig, aber die Art und Weise, wie dies geschieht, entscheidet darüber, ob das Ziel erreicht werden kann oder nicht. „Durch die bewußte Annahme einer simulierten Umgebung als ‚eingebildeter‘, konstruierter Wirklichkeit und die Übernahme einer fremden, neuen Rolle [...] kann er [der Lernende] bewußt und vielleicht - wieder - aktiv an der sozialen Konstruktion des Weltbildes mitwirken“ (HELLWEGER 1981, S.49). Charakteristische Aspekte der Lernprozesse sind dabei die *Verfremdung* (die gewohnte Wirklichkeit mit anderen Augen, sozusagen „von außen“ sehen), die *Verunsicherung* (kognitive Konflikte ertragen) und „Denken in Alternativen“ (gewohnte Erklärungsmuster revidieren), *Handeln* (nach neuen Informationen suchen, sie weitergeben, abwägen, austauschen), *Entscheiden* (schon Entschiedenenes und noch Unentschiedenes als solches erkennen, sich für eine von mehreren Alternativen entscheiden, den eigenen Standpunkt oder das Ergebnis einer Entscheidung erläutern und vertreten), *Identität finden* (auf seine Weise bewußt und selbstbestimmt reagieren). In solcher auf die Ausbildung kommunikativer Kompetenz gerichteten Methode spielen *didaktische Handlungsphänomene* (*unterscheiden, vergleichen, zeigen, fragen, nachfragen*) (vgl. WITTERN 1985) ebenso wie das Prinzip des *Lernens an Widersprüchen* eine Rolle (vgl. CUNA-AUTORENGRUPPE 1981).

Die Methode des kommunikativen Simulationsspiels hat eine besondere Nähe zu den Massenmedien Rundfunk und Fernsehen, die beide viele Sendungen zu Sachverhalten aus dem Lernbereich Natur produzieren und ausstrahlen. In vielen Fällen haben diese Ähnlichkeit mit Rollen- oder Entscheidungsspielen oder auch darstellenden Spielen. Wenn Lernende solche in den öffentlichen Medien verhandelten Themen zum Unterrichtsgegenstand machen, sie analysieren, offene Fragen und Informationslücken oder Widersprüche zu anderen Informationen und Meinungen aufspüren oder einer Sendung eine eigene „Spielproduktion“ gegenüberstellen, so erfahren sie nicht nur, was mit „Manipulation“ und „Manipulationstechniken“ gemeint ist, sie nehmen auch die tiefe Kluft wahr zwischen schulischen und öffentlichen Lern- und Informationsangeboten.

Insgesamt gesehen spricht für die Methode, daß sie die geeignetste zu sein scheint, die „Naturen der Zukunft“ zu thematisieren, und daß sie am ausgeprägtesten auf Kommunizieren und Handeln in der Zukunft gerichtet ist; *dagegen* läßt sich ein-

wenden, daß Spiel nicht in die Realität führt und die Gefahr birgt, bloß Theater zu bleiben.

Dem kann entgegengehalten werden, die Spielmethode ermögliche „Probearbeiten“, sei als Vorübung für Handeln in der Wirklichkeit unentbehrlich (was für die Projektmethode gleichermaßen zutrifft). Vor allem für jüngere Schüler sei die Spielrealität außerdem tatsächliche Wirklichkeit, in der sie frei von unverstandenen Zwängen sprechen und handeln und auf Wirklichkeit bezogene Erkenntnisse gewinnen können. Auf einer anderen Argumentationsebene wird darauf hingewiesen, daß Spiel als Methode eine wichtige Funktion in der Kombination mit der Projektmethode bereits nachgewiesen hat, als kommunikative Zusammenfassung von Arbeits- und Lernprozessen, als Einführung in eine Problematik oder als Projektprodukt, an dem die offen und ungelöst gebliebenen Fragen und Probleme von unterschiedlichen Positionen aus noch einmal dargestellt werden können (vgl. HEIDORN 1983, S. 62 ff.).

4.3 Experiment und Experimentieren

In der fachdidaktischen Literatur wird von der „Methode des Experiments“ gesprochen und werden die induktive und deduktive Methode als eigenständige, der naturwissenschaftlichen Erkenntnis dienende Methoden angesehen, ohne dabei die grundsätzliche Andersartigkeit von Forschungs- und Unterrichtsexperimenten zu berücksichtigen (vgl. 2.1). Demgegenüber muß für den Lernbereich Natur ein anderer Experimentierbegriff gelten: „Experiment“ und „Experimentieren“ müssen auf der Ebene der Handlungsphänomene (etwa des entdeckenden und forschenden Lernens) im Sinne von „experimentellem Handeln“ eingeordnet werden. Experimentelles Handeln ist ziel- und zweckgerichtet, aber es kann unterschiedliche, emotionale oder intellektuelle Qualität haben; es hat in allen Sozialformen des Unterrichts seinen Platz. Schüler handeln experimentell, wenn sie Flugkörper planen, konstruieren, ausprobieren, verbessern und wieder ausprobieren – und dabei Flugkörper herstellen, die es „gar nicht gibt“, die nur für die Schüler selbst einen Erfahrungs- und Unterhaltungswert haben (vgl. HAHNE/SCHNEIDER 1980). Sie handeln auch experimentell, wenn sie sich aus dem eigentlichen Projektgeschehen ausklinken und beispielsweise aus Mopedteilen einen Go-Kart bauen, sich dabei sehr schwierige und komplizierte handwerkliche Arbeitsweisen zeigen lassen und aneignen, im Verlauf ihres „Experiments“ zwischen Euphorie und Frustration schwanken und schließlich das Werk fertigbringen, das nur für sie selbst einen hohen Gebrauchswert hat und ihnen „befreiende Erfahrungen“ ermöglicht. In solchen Fällen ist experimentelles Handeln zugleich auch „spielerisch“ (vgl. GUST u.a. 1979, HEIDORN 1982a). Sie handeln experimentell, wenn sie bei der Bearbeitung von Ökologie- oder Umweltproblemen („Schutz vor Lärm“, „Angepaßte Technologie“, „Rauchen“, „Wald“, „Wattenmeer“, „Die Elbe“), bei denen naturwissenschaftliche und naturwissenschaftlich-technische Sachfragen eine Rolle spielen, entsprechende theoretische und apparative Kenntnisse und Fertigkeiten für ihre Zwecke funktionalisieren, etwa um Daten zu gewinnen, zu überprüfen, ihr Zustandekommen zu verstehen, Widersprüchlichkeiten zu interpretieren und alternative Perspektiven zu entwerfen.

Wenn „die Natur“ oder „die Natürlichkeit des Menschen“ Thema des Unterrichts ist, kann experimentelles Handeln je nach Akzentuierung emotionale oder politische Qualität haben. Das heißt: Schüler handeln immer dann experimentell, wenn sie nach Antworten auf ernsthafte, offene, nicht schon beantwortete Fragen oder

nach Lösungen für offene, nicht schon gelöste Probleme suchen. Experimentelles Handeln schließt alle Tätigkeiten ein, die dabei als sinnvoll erachtet werden, Tätigkeiten, die (als Handlungsphänomene bezeichnet) auf der Mikroebene der schon besprochenen Methoden ihren Platz haben (vgl. FREISE 1983b).

5 Mediale Aspekte des Handelns im Lernbereich Natur

Den methodischen Aspekten des Lernens müssen Medienentscheidungen im Sinne des Interdependenzmodells entsprechen, das heißt, Methoden und Medien müssen auf Ziele und Inhalte bezogen bleiben. Daher müssen Medien hinsichtlich ihrer Beschaffenheit beschrieben und Medienentscheidungen hinsichtlich ihrer didaktischen Funktion begründet werden. Da Lernen im Lernbereich Natur auf die Wirklichkeit unterschiedlicher Naturen, ihrer Dimensionen und Aspekte gerichtet ist, kann es keinen Katalog von Medien geben, denn die „Naturen“ können nicht didaktisch reduziert und zu Lehrmitteln gemacht werden (wie dies im Konzept des traditionellen Unterrichts mit Physik, Chemie und Biologie geschieht). Lernprozesse, die in Projekten, Fallstudien, kommunikativen Simulationsspielen stattfinden, sind nicht auf didaktisiertes Material angewiesen, das mit bestimmten Intentionen zum Zwecke der Belehrung auf bestimmte Aspekte reduziert worden ist, sondern auf Informationsmaterialien wie Artikel, Abhandlungen, Nachrichten der Massenmedien und wissenschaftliche Texte, die sich auf die in Frage stehenden Sachverhalte beziehen und zu deren Aufklärung beitragen können.

Dabei muß bedacht werden, daß Informationsmaterialien nur dann zu Kommunikation und Handlung stiftenden Medien werden, wenn bei ihrer Auswahl Widersprüche und Kontroversen nicht geglättet werden. In diesem Sinn hat Hellweger für die Rollen seiner Spiele Materialien (Expertenaussagen, Teile aus wissenschaftlichen Abhandlungen, aus Streitschriften, unterschiedliches Datenmaterial) zusammengestellt, die ein breites, für Ergänzungen offenes Spektrum von Sachinformationen, Meinungen und Widersprüchen zum jeweiligen Thema enthalten. Im ausgearbeiteten Zustand sind diese Spiele Medien, die unterrichtlich eingesetzt werden können. Bei der Durchführung werden sie, wegen der in ihnen steckenden Eigendynamik, methodisch: Sie legen Handeln (Probearbeiten) nahe, und im Handeln erweist sich ihre Offenheit.

Wie oben schon ausgeführt, spielt das Prinzip des „Lernens an Widersprüchen“ nicht nur in der Methode des Spiels, sondern in allen offenen Lernprozessen eine wichtige Rolle. Es ist immer mit methodischen und medialen Entscheidungen verbunden.

So beschreibt Hahne am aufgetretenen Widerspruch zwischen den Aussagen von Elektrizitätslobby und deren Kritikern die Notwendigkeit und die methodischen und medialen Konsequenzen des Wechsels von Lern- und Handlungsebenen im Verlauf eines Lernprozesses: Die Schüler handelten mit je charakteristischen Medien auf der experimentellen Ebene (arbeiten mit Geräten, messen und berechnen), der hauswirtschaftlichen Ebene (arbeiten mit Zählern, Uhren und Abrechnungen) und der ökologischen Ebene (arbeiten mit Informations- und Anschauungsmaterialien). Sie erkannten, daß sie in der aufgetretenen „gesellschaftlichen ‚Streitfrage‘“ von den beiden ersten Ebenen aus zu keinem Urteil kommen können (vgl. HAHNE 1983, S. 265 ff.).

An dieser Stelle muß auf die Funktion hingewiesen werden, die die in Schulen vorhandenen *Lehrmittel* und *Arbeitsgeräte* in den offenen, übergreifenden und komplexen Lernprozessen des Lernbereichs Natur haben:

- Diese Lehrmittel und Arbeitsgeräte können als Informationsmedien benutzt werden, wenn fachspezifische Fragen auftreten und geklärt werden müssen, wenn ein Phänomen dargestellt und untersucht werden soll, wenn Gesetzmäßigkeiten oder Funktionsabläufe demonstriert oder Aussage und Aussagekraft eines Modells beurteilt werden sollen. Bücher und Lernprogramme können benutzt werden, wenn ein fachspezifischer Sachverhalt schnell und möglichst effizient angeeignet werden soll. Textstellen aus Schulbüchern können aber auch in Spielen eingesetzt werden.
- Viele der in Lehrmittelsammlungen enthaltenen Arbeitsgeräte sind auch außerhalb der für sie vorgesehenen Bestimmung verwendbar (etwa Brenner, Glasgeräte, Meßgeräte, Mikroskope, Bestecke und Kameras).
- In den Sammlungen vorhandene Medien können für die Zwecke eines Projekts verfremdet werden (als Beispiel sei das Skelett genannt, das in einem Unterrichtsprojekt „Rauchen“ als „Rauchermaxe“ zu Demonstrationszwecken von Schülern umfunktioniert wurde. um einige Wirkungen des Rauches drastisch vorführen zu können - vgl. HAHNE u.a. 1981).
- Medien können selbst zum Gegenstand von Unterricht werden, indem deren Darstellungen und Wertungen über bestimmte Sachverhalte den Darstellungen und Wertungen anderer Medien gegenübergestellt und kritisch gewürdigt werden. Dies gilt auch für Schulfunksendungen und für die in 2.2 genannten alternativen Materialien, ebenso wie für die vielfach kostenlos oder doch sehr kostengünstig und zum Teil attraktiv aufgemachten Industriemedien.

Es handelt sich zum einen um curricular angelegte Unterrichtseinheiten aus dem Lernbereich Natur (Ökologie, Energie, Chemie), zum anderen um reine Informationsmaterialien. Es gilt, diese als „Hilfe“ und „Ergänzung“ bezeichneten Medien nicht zu ignorieren, sondern sie in einem anderen als dem vorgesehenen Sinn zum Thema zu machen.

Ein besonderer Stellenwert kommt den *öffentlichen Medien* (Rundfunk, Fernsehen, Zeitungen) zu, die eine Fülle von Informationsangeboten zu Themen und Fragestellungen aus dem Lernbereich Natur machen. Diese Medien trennen das in ihren Beiträgen enthaltene Wissen über „Naturen“ und Naturwissenschaften nicht von den komplexen Wirkungsgefügen von Politik, Wirtschaft, Technologie, Medizin oder Rechtswesen ab. Sie informieren vielmehr unter bestimmten Fragestellungen und mit bestimmten Intentionen und Wertungen. Sehr viele Beiträge handeln außerdem von Wirklichkeitsbereichen, die konkreten Erfahrungen der Adressaten nicht zugänglich sind. Um die Lernenden den mitgelieferten, nicht überprüfbaren und nicht so ohne weiteres zu durchschauenden Intentionen und Wertungen nicht orientierungslos zu überlassen, müssen die Beiträge der Massenmedien selbst zum Gegenstand von Unterricht gemacht und muß darüber methodisch entschieden werden. Wenn im Sinne des eingangs genannten Unterrichtszieles in den offenen Lernprozessen des Lernbereichs Natur diese Beiträge unter bestimmten Fragestellungen (welches Bild von „Naturen“ und Naturwissenschaften, welches Rollenverständnis von Männern und Frauen, welches begriffliche Niveau, welche Wertvorstellungen und Manipulationstechniken kommen zum Ausdruck?) analysiert und interpretiert werden, kann die Haltung der die Medien nur konsumierenden Schüler überwunden und können sie ihren Inhalten gegenüber sensibilisiert werden und kritische kommunikative Kompetenz erlangen.

Methodisch-mediales Handeln im Lernbereich Natur

AUFRUF DER MATHEMATISCHEN UND NATURWISSENSCHAFTLICHEN FACHVERBÄNDE: „Rettet die mathematisch-naturwissenschaftliche Bildung“ Beilage zu: D. math. u. natw. U. 35 (1982), 1. BAYRISCHER SCHULBUCHVERLAG: Von der Baggergrube zum See. Arbeitshefte zum Projektunterricht, München 1983. BIELEFELDER LEHRERGRUPPE: Schule kann anders sein, Reinbek 1979. BÖHME, G.: Die Entfremdung der Wissenschaft und ihre gesellschaftliche Aneignung. In: Wechselwirkung 1 (1979), 3, S. 38 ff. BORN, G./EULER, M.: Physik in der Schule. In: bild d. w. 15 (1978), 2, S. 74 ff. CUNA-AUTORENGRUPPE: Unterrichtsbeispiele zu Natur und Technik in der Sekundarstufe I, Köln 1981. DEUTSCHER BILDUNGSRAT: Zur Förderung praxisnaher Curriculum-Entwicklung. Empfehlungen der Bildungskommission, Stuttgart 1974. FREIRE, P.: Pädagogik der Unterdrückten - Bildung als Praxis der Freiheit, Reinbek 1973. FREISE, G.: Problemorientierte Unterrichtseinheiten. In: Westerm. P. Beitr. 25 (1973), S. 610 ff. (1973 a) FREISE, G.: Problemorientierte Integration der Naturwissenschaften im Curriculum. In: FREY, K./HÄUSLER, P. (Hg.): Integriertes Curriculum Naturwissenschaft: Theoretische Grundlagen und Ansätze, Weinheim 1973, S. 207 ff. (1973 b). FREISE, G.: Schülerzentrierter Aufbau einer Unterrichtseinheit. In: FREY, K./BLÄNSDORF, K.: Integriertes Curriculum Naturwissenschaft der Sekundarstufe I: Projekte und Innovationsstrategien, Weinheim 1974, S. 306 ff. FREISE, G.: Das Leben - die Naturwissenschaften - die Schüler. In: HÄRTEL, H. (Hg.): Zur Didaktik der Physik und Chemie, Alsbach 1980, S. 38 ff. FREISE, G.: Persönliche Anmerkungen über einen Arbeits- und Lernprozeß. In: CUNA-AUTORENGRUPPE: Unterrichtsbeispiele ..., Köln 1981, S. 23 f. (1981 a). FREISE, G.: Kritische Anmerkungen über Naturwissenschaft und Technik im Medienangebot. In: HÄRTEL, H. (Hg.): Zur Didaktik der Physik und Chemie, Alsbach 1981, S. 38 ff. (1981 b). FREISE, G.: Warum es wichtig ist, die Diskussion über die „Wissenschaftsorientierung von Unterricht“ wieder aufzunehmen und weiterzuführen. In: D. Dt. S. 75 (1983), S. 1 ff. (1983 a). FREISE, G.: Überlegungen zum Begriff und zur Funktion des Experiments im naturwissenschaftlichen Unterricht. In: chimica didactica 9 (1983), S. 33 ff. (1983 b). FREY, K.: Die Projektmethode, Weinheim/Basel 1982. GUST, B. u. a.: Das Projekt „Mofa/Moped“ an der IGS Garbsen. In: BECK, J./BOEHNKE, H. (Hg.): Jahrbuch für Lehrer 4, Reinbek 1979, S. 266 ff. HAHNE, K.: Fruchtbare Lernprozesse - Erfahrungen mit schülerzentriertem Unterricht im ‚Projekt integrierte Naturwissenschaft‘ an der IGS Garbsen, Diss., Marburg 1983. HAHNE, K./HEIDORN, F.: Die Schüler hatten andere Lernziele als wir Lehrer. In: päd. extra (1982), 5, S. 25 ff. HAHNE, K./SCHEITERLE, A.: Projekt: Fliegen. In: BECK, J./BOEHNKE, H. (Hg.): Jahrbuch für Lehrer 5, Reinbek 1980, S. 479 ff. HAHNE, K. u. a.: Thema: Rauchen - Projektunterricht in der Schulpraxis, Frankfurt/M. 1981. HEIDORN, F.: Bau eines Go-carts. In: Westerm. P. Beitr. 34 (1982), S. 266. (1982 a). HEIDORN, F.: Verseucht, aber informiert - Zur Problematik des Grundlagenwissens in der ökologischen Bildung. In: öko. päd. (1982), 2, S. 40 ff. (1982 b). HEIDORN, F.: Strom hilft Öl sparen? In: Natw. im U. - Phys./Chem. 31 (1983), S. 62 ff. HELLWEGER, S.: Chemieunterricht 5-10, München/Wien/Baltimore 1981. JUNG, W.: Das Nuffield Junior Science Project. In: Die Grundschule. Beiheft zu Westerm. P. Beitr., Heft 3, Braunschweig 1968, S. 45 ff. JUNG, W.: Aufsätze zur Didaktik der Physik und Wissenschaftstheorie, Frankfurt/M. 1979. KLEWITZ, E./MITZKAT, H. (Hg.): Praxis des naturwissenschaftlichen Unterrichts, Stuttgart 1979. OTTO, G.: Das Projekt - Merkmale und Realisierungsschwierigkeiten einer Lehr-Lern-Form. In: FREY, K./BLÄNSDORF, K.: Integriertes Curriculum Naturwissenschaft der Sekundarstufe I, Weinheim 1974, S. 568 ff. PAULING, L.: Chemie - eine Einführung, Weinheim 1956. PUKIS, J.: Die Unattraktivität und Wirkungslosigkeit des Physikunterrichts - Realität ohne Ausweg? In: EWERS, M. (Hg.): Wissenschaftsgeschichte und naturwissenschaftlicher Unterricht, Bad Salzdetfurth 1978, S. 165 ff. PUKIS, J.: Das Verstehen der Naturwissenschaften, Braunschweig 1979. SCHEIBLE, H.: Chemiespiele. In: Natw. im U. - Phys./Chem. 31 (1983), S. 369 ff. SCHLICHTING, H.J./BACKHAUS, U.: Exemplarisches Lernen am Beispiel des Fahrrads. In: HÄRTEL, H. (Hg.): Zur Didaktik der Physik und Chemie, Alsbach 1980, S. 153 ff. SCHREIER, H.: Sachunterricht. Paderborn 1979. SCHREIER, H.: Sachunterricht Natur 1-4, München 1981. STEAK, L.: Zeitgemäßer Biologieunterricht, Stuttgart 1982. STORK, H.: Statement zur Podiumsdiskussion über das Thema ‚Der naturwissenschaftliche Unterricht und die Technologien der achtziger Jahre‘. In: HÄRTEL, H. (Hg.): Zur Didaktik der Physik und Chemie, Alsbach 1982, S. 21 ff. STUDIENGRUPPE LEIPELT: Gymnasium Göhlbachtal, Mimeo, Hamburg 1983. TÖPFER, E./BRUHN, J.: Methodik des Physikunterrichts, Heidelberg 1979. WAGEN-

Gerda Freise

SCHEIN, M.: Ursprüngliches Verstehen und exaktes Denken, Bd.1, Stuttgart 1965. WAGENSCHHEIN, M.: Ursprüngliches Verstehen und exaktes Denken, Bd.2, Stuttgart 1970. WAGENSCHHEIN, M.: Rettet die Phänomene. In: WAGENSCHHEIN, M.: Naturphänomene sehen und verstehen, Stuttgart 1980, S.90 ff. WITTERN, J.: Methodische und mediale Aspekte des Handlungszusammenhangs pädagogischer Felder. In: Enzyklopädie Erziehungswissenschaft, Bd.4, Stuttgart 1985, S.25 ff.