

IPN

GD
CP

Roland Lauterbach · Walter Köhnlein
Kay Spreckelsen · Elard Klewitz (Hrsg.)

Wege des Ordnens

Vorträge des Arbeitstreffens zum
naturwissenschaftlich-technischen Sachunterricht
am 11. und 12. März 1991 in Berlin

Die Deutsche Bibliothek - CIP-Einheitsaufnahme

Wege des Ordens: Vorträge des Arbeitstreffens zum Naturwissenschaftlich-Technischen Sachunterricht am 11. und 12. März 1991 in Berlin / Roland Lauterbach... (Hrsg.). (Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften ; Arbeitskreis Sachunterricht in der GDGP).– Kiel: IPN, 1992.

(Probleme und Perspektiven des Sachunterrichts; Bd. 2) NE: Lauterbach, Roland (Hrsg.); Arbeitstreffen zum Naturwissenschaftlich-Technischen Sachunterricht <10, 1991, Berlin>; Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften <Kiel>; GT

© 1992

Alle Rechte beim
Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften (IPN),
Olshausenstraße 62, D-2300 Kiel 1,
und bei der
Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik (GDGP)

ISBN 3 - 89088 - 063 - 0

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
Einführung <i>Elard Klewitz</i>	7
Wege des Ordners: Zusammenhänge herstellen <i>Walter Köhnlein</i>	9
Ordnen und die Herstellung von Sinnzusammenhängen <i>Helmut Schreier</i>	29
Ordnungsstrukturen gewinnen: aus Fachsystematiken oder aus Erfahrungswelten <i>Maria-Anna Bäuml-Roßnagl</i>	51
Ordnen und Verstehen im physikalischen Bereich des Sachunterrichts <i>Kay Spreckelsen</i>	63
Ordnen von Sachen <i>Gerhard Löffler</i>	73
Zum elementaren technischen Handeln <i>Gerhard Wiesenfarth</i>	87
Unser blauer Planet - Exemplarisches zum Widerspruch zwischen Wissen und Verstehen <i>Wolfram Winnenburg</i>	125
Ordnung und Gesetzmäßigkeit im Verhalten der Natur als frühe Erfahrung <i>Roland Szostak</i>	137
Zum Energiebegriff in den Klassen 5 und 6 <i>Konrad Schmidt-Wolbrandt, Dietrich Engmann</i> <i>Hansjoachim Lechner, Manfred Kurze</i>	151
Teilnehmer der Tagung	171

EINFÜHRUNG

Elard KLEWITZ, Freie Universität Berlin

Befragt über Schwimmen und Sinken, meinen vorwiegend jüngere Kinder, die Dinge gingen unter, weil sie schwer, dick und rund seien und sie blieben oben, weil sie ebenfalls schwer, aber auch leicht, weil sie lang und schmal seien. Diejenigen, die so antworten, sind sich der Widersprüchlichkeit ihrer Argumentation nicht bewußt und zeigen sich deswegen Gegenargumenten gegenüber unempfindlich. Nur mit Hilfe von Ordnungskategorien kann es gelingen, eine Vielzahl von Einzelercheinungen zu subsumieren, um Sinn in die beobachteten Phänomene zu bringen. Ohne ein das Wissen strukturierendes Vorverständnis ist eine Erkenntnisbildung nicht möglich. Aus dieser anthropologischen Grundannahme folgt, daß es im Unterricht - besonders im Sachunterricht - nicht so sehr darum gehen kann, Informationen aufzunehmen und anzuhäufen, sondern daß die Aufgabe vor allem darin besteht, das Wissen zu organisieren, zu koordinieren und begriffsbildend zu strukturieren. Der Sachunterricht muß den Kindern dabei helfen, ihre Wirklichkeitserfahrungen zu ordnen und theoretisch zu klären, damit sie allmählich zu einer zielgerichteten Umwelterschließung kommen. Während über diese Zielsetzung Einigkeit besteht, gibt es keinen Konsens über die Frage, in welcher Weise durch den Sachunterricht Ordnung in die Vielfalt der Erscheinungen zu bringen sei.

Mit diesem kontroversen Thema beschäftigte sich die Berliner Tagung der Arbeitsgemeinschaft Sachunterricht der Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik (GDGP) am 11. und 12. März 1991 in Berlin. Die an den beiden Tagen gehaltenen Vorträge setzen sich mit den Wegen des Ordners auseinander und zeigen in Theorie und Praxis das vielfältige und prinzipiell un abgeschlossene pädagogisch-didaktische Bemühen, den Kindern Ordnungssysteme aufzuzeigen mit dem Ziel, Sinn in das Chaos der Welt zu bringen.

Auf dem Hintergrund der Kognitionspsychologie stellt Walter Köhnlein das Ordnen als fundamentale das menschliche Denken kennzeichnende Erkenntnisleistung heraus und diskutiert Ordnungsgesichtspunkte in Hinsicht auf ihre Leistungen in Schule und Sachunterricht.

Helmut Schreier problematisiert das Spannungsverhältnis zwischen dem Ordnen und dem Herstellen von Sinnzusammenhängen und warnt vor einer Verselbständigung von logisch stringenten Ordnungsschemata auf Kosten der

Lebenswelterfahrungen. Auf dem Hintergrund der ökologischen Krise gibt er einen Impuls zu einem Paradigmenwechsel der Ordnungskategorien in Hinsicht auf eine ökologische Orientierung des Sachunterrichts.

Maria-Anna Bäuml-Roßnagl greift die Frage auf, ob Ordnungsgesichtspunkte aus den Fachwissenschaften oder aus der Lebenswelt der Kinder gewonnen werden sollten. Ihr Beitrag ist ein Plädoyer für eine Rehabilitierung von Sinnlichkeit, Ganzheitlichkeit und lebensweltlicher Erfahrung. Fachspezifische Ansätze müssen zurückgebunden werden in lebensweltliche Bedeutsamkeit. Mit Martin Wagenschein argumentiert sie für den "Frieden zwischen zwei Weltauffassungen": der wissenschaftlichen Ordnung und der ganzheitlichen, sinnlichen, durch den messenden Verstand nicht eingeschränkten Naturauffassung.

"Wie erkennen Kinder" ist die Ausgangsfrage von Kay Spreckelsen, die er an Beispielen aus seiner eigenen schulpraktischen Forschung exemplarisch an einem von den Kindern vielgenutzten Weg des Ordners, dem der Analogiebildung, diskutiert.

Mit den Grundlagen des Ordners im Sachunterricht beschäftigt sich Gerhard Löffler. Diese Grundlagen lokalisiert er in Verständnishorizonten und Bewandtniszusammenhängen, die die Lebenswelt der Kinder ausmachen.

Der Aufbau von Beziehungen im Handeln ist ein Weg des Ordners im Technikunterricht. Gerhard Wiesenfarth zeigt, daß Widerstände bei der Lösung von Problemen Voraussetzung für den Bewußtwerdungsprozeß und damit für ein beziehungstiftendes Handeln und Verstehen sind, daß also das Finden technischer Lösungen niemals ein ausschließliches Ergebnis von Erfahrungsbildung darstellen kann.

An Beispielen aus der Astronomie veranschaulichen Wolfram Winnenburg und Roland Szostak Möglichkeiten, wie Kinder die wunderbare und verlässliche Ordnung in der Natur erkennen können. Das verfrühte Aufzwingen des kopernikanischen Weltbildes als Wissen aus zweiter Hand verhindert eher das Verstehen. Echtes Verständnis wurzelt in der direkten Beobachtung der Phänomene, wobei das geozentrische Weltbild für die Kinder in der Grundschule den Ordnungsrahmen für die Interpretation der eigenen Beobachtungen bilden sollte.

Ohne vorwegnehmende Verarbeitung durch den Lehrer muß das Kind mit eigenen geistigen Fähigkeiten Ordnungsgesichtspunkte rekonstruieren und wiederentdecken, um "Überschaubarkeit, Berechenbarkeit und Verlässlichkeit" (Köhnlein) in sein Weltbild zu bringen.

WEGE DES ORDNENS: ZUSAMMENHÄNGE HERSTELLEN

Walter KÖHNLEIN, Universität Hildesheim

To learn how things can be
related ...
(H. v. Hentig 1982, S. 113)

Vorbemerkung

Gegenstand des Sachunterrichts sind nicht schon wissenschaftlich präparierte, isolierte Objekte in einer vorgegebenen Ordnung, denen wir sofort in kritischer Distanz gegenüberreten könnten um sie objektiv als Sache zu erkennen, sondern es sind Sachverhalte und Probleme, die in den Gesichtskreis der Kinder kommen, mit denen sie "Umgang und Erfahrung" haben können und sollten, die man für den Zweck des Unterrichts thematisch erfassen und über die man sich umgangssprachlich verständigen kann. Im einführenden Gespräch über solche Sachverhalte geht es um die Erfahrungen und Vorstellungen der Beteiligten; es geht um unsere Vorstellungen über Ereignisse, Phänomene und Beziehungen in unserer Um- und Mitwelt. Diese Verhältnisse in der Welt, in der wir leben, sind Sache des Sachunterrichts.

Es sind die Sachen im Bereich des Menschlichen, die im Sachunterricht zu klären sind. Diese Sachen stellen sich nicht in einem System dar (so wenig wie unsere Erfahrung in der Lebenswelt eine systematische ist), sondern in einer Vielzahl möglicher Themen unterschiedlicher Ausprägung. In der Bearbeitung solcher Themen ist eine erste grundlegende Leistung des Sachunterrichts

gefordert, nämlich *die Welt des Umgangs und der Erfahrung als "Sache" umzudenken*, den Abstand zu gewinnen, durch den sie zum "Objekt" profiliert und das Selbst zum "Subjekt" sublimiert wird (Litt, o.J., S. 84 f.). Ein "Ding", ein Phänomen, ein Problem wird zur Sache, indem wir es thematisieren. Erst die abstandnehmende "Auseinandersetzung" mit einem Sachverhalt liefert Mosaiksteinchen für ein Weltbild. Die Tätigkeit des Ordners setzt immer eine gewisse Distanz voraus. *Sachlichkeit* wird erst mit der Fähigkeit möglich, sich als Subjekt der Sache als Objekt gegenüberzustellen.

1. Versuch der Annäherung an das Thema

1.1 Die Weg-Metapher

Zu unserem Rahmenthema "Wege des Ordners" fällt mir zuerst das Bild vom "Garten des Menschlichen" ein, das C.F. v. Weizsäcker für die Darstellung seiner geschichtlichen Anthropologie gebraucht hat:

"In einem Garten gibt es Wege, und ein verständig angelegter Garten zeigt von jedem Blickpunkt aus ein jeweils anderes, sinnvolles Bild. Nach welcher Gartenkunst sollen wir unseren Garten anlegen?" (v. Weizsäcker 1977, S. 154 f.)

Wenn ich den Sachunterricht mit der Erkundung und Ausgestaltung eines solchen Gartens vergleichen darf, dann sind mit den Wegen nicht schon wohlbekannte oder "bewährte" methodische Zugriffsweisen gemeint, sondern Möglichkeiten des curricularen Fortgangs im Aufbau unserer Beziehungen zur Welt und des erkennenden Konstruierens von Zusammenhängen; das Netz der Wege wäre ein Bild für das Netzwerk mentaler Verknüpfungen. Im Rückblick auf die jüngste Geschichte unseres Faches stellt sich die Frage, ob Sachunterricht z.B. den getrennten Wegen seiner Bezugsfächer folgen soll, die sofort in verschiedene Richtungen auseinanderlaufen, oder soll er etwa in der heimatlichen Kinderwelt kreisen? Wir haben diese Ansätze als Holzwege erfahren; sie gehören nicht zu einem verständig angelegten Garten, der in der Grundschule aktiv erkundet werden könnte und der das Ordnen von Entdeckungen am Wege, also den Aufbau von Zusammenhängen ermöglichen würde.

1.2 Die Tätigkeit des Ordens

Der zweite Teil des Rahmenthemas bezieht sich auf ein *Ziel*. Ordnen ist nicht allein und nicht einmal zuerst ein integrierender, sondern auch ein differenzierender Prozeß. Das Ordnen ist verknüpft mit den kognitiven Urakten des Identifizierens, Scheidens, Unterscheidens, des Vergleichens, aber auch des In-Beziehung-Setzens, des Zusammenfügens des Gleichen, das man als "Dasselbe" erkennt, und schließlich des Strukturierens und des Systematisierens. Ordnen geschieht nach Maßgabe einer Bedeutung, eines Sinnes oder Zweckes, der erkannt sein muß; "Muster", Symmetrien und "Gestalt" können dabei leitend sein.¹ Regeln, nach denen sich ordnungsstiftende Handlungen richten, sind ihrerseits abstrahierte Ergebnisse von Ordnungsbemühungen.

Ordnen ist also (1) ein transitiver Prozeß: Es führt weiter und zielt auf Neues; es ist (2) ein differenzierender Prozeß des Unterscheidens und es ist (3) ein verbindender Prozeß des Stiftens von Beziehungen und Strukturen. Der Zweck des Ordens besteht darin, ein Gefüge von Beziehungen sachlicher Gegebenheiten oder irgendwelcher anderer Aspekte der Wirklichkeit unter einem bestimmten Gesichtspunkt zusammenzufassen und zu objektivieren (Aebli 1980, S. 23). Ordnende Tätigkeiten haben ein weites Spektrum; wir finden sie in charakteristischen Ausprägungen im unbefangenen Spiel der Kinder ebenso wie in anstrengender, methodisch organisierter Arbeit; sie können ganz frei von äußeren Bedingungen unter spekulativen und ästhetischen Gesichtspunkten erfolgen ("Glasperlenspiel"), ebenso aber unter "Sachzwängen". Wo ein Mensch Ordnungen herstellt, tritt er in eine produktive Beziehung zur Welt.

Zusammenhänge herstellen heißt Bereiche des komplexen Geschehens in der natürlichen und sozialen Umwelt nach bestimmten Gesichtspunkten zu strukturieren. Diese Strukturierung geschieht in Wechselwirkung von Ideen, Erwartungen und Erfahrungen, d.h. die Erwartungen müssen sich im Handeln und in der Logik des Denkens bewähren; im Handeln und in der sozialen Bestätigung werden sie korrigiert oder gefestigt.

Verlässlichkeit und Anhalt gibt dabei die *Konstanz des wiederkehrenden Gleichen*, das in der phänomenalen Vielfalt des Geschehens erkannt wird.

¹ Solche, im weiteren Sinn ästhetischen Momente sind mitunter auch in der Mathematik und in den Naturwissenschaften, insbesondere in der Physik, erkenntnisleitend. - Vgl. das Seestern-Beispiel von H. Schreier in diesem Band

Dieses Erfassen des Immer-wieder-Gleichen ist eine basale Erkenntnisleistung des Menschen und fundamental für sein Weltbild.

Das Herstellen von Zusammenhängen ist ein kognitiver Akt, den kein Lehrgang erzwingen kann. Unterricht hat neben inhaltlichen Zielsetzungen immer auch ein formales Ziel, nämlich *Strukturen aufzubauen* und zu sichern. Kognition hat Strukturen und ihre Ordnung zum Gegenstand (Aebli 1980, S. 21). Das Ordnen verlangt es, von vielen möglichen Gesichtspunkten abzusehen, also die Abstraktion von Unwesentlichem und Zentrierung auf den jeweils leitenden Gesichtspunkt.

Schließlich nennen wir es ein Erfordernis der *grundlegenden Bildung* (Köhnlein 1990), daß es den Schülern gelingt, im Bereich ihrer Vorstellungen von den sozialen und physischen Verhältnissen in der Welt eine gewisse Ordnung herzustellen. Auszubilden ist die Fähigkeit der Schülerinnen und Schüler, selbständig Sinn zu stiften und kulturell bedeutsame Sinnzusammenhänge aufzunehmen. Sie sollen angeleitet und befähigt werden (1) Zusammenhänge zu suchen, in die das jeweils einzelne eingeordnet werden kann, (2) das einzelne als Teil von Zusammenhängen zu begreifen und (3) zu erkennen, daß solche Zusammenhänge nicht einfach vorgegeben sind, sondern als Bereiche eines Weltbildes aufgebaut werden müssen. Alles Verstehen beruht auf solchen Ordnungsleistungen.

1.3 Zur Ordnung durch Begriffe

Mit den Ordnungsvorstellungen versucht der Sachunterricht zugleich *Begriffe der Sachverhältnisse* aufzubauen und die eigenen Erfahrungen der Schüler mit den objektivierten Erfahrungen zu verbinden. Das erfordert eine Orientierung an den Wissenschaften, ebenso an der Literatur und eben den Einrichtungen unserer Kultur, mit deren Hilfe wir uns die Welt erschließen.

Begriffsbildung ist ganz wesentlich ein Prozeß des Ordners. Begriffe verknüpfen Erfahrungen und Vorstellungen. Sie entsprechen einer bestimmten Behandlung einer Sachlage (Wittgenstein), sie bezeichnen ein Ordnungsgefüge von Sachverhältnissen, und sie machen ein Stück Wirklichkeit faßbar. Begriffe ermöglichen es uns, mit Gedächtnisinhalten zu experimentieren; sie setzen ein einzelnes mit Zusammenhängen in Beziehung: der besondere Fall wird zu einem Element in einer Struktur. Das bedeutet

aber auch, daß wir mit dem Begriff schließlich eine Ordnungsstruktur aus dem Kontext herauslösen können, an dem wir sie gewonnen haben, daß wir sie auf neue Gegebenheiten übertragen und mit diesen verknüpfen können.

2. Ordnen als Welterkundung

2.1 Wege ordnen die Sachwelt

Das Bild eines in weiten Bereichen schon kultivierten Geländes², in dem wir Wege suchen und auch selbst anlegen können, erscheint mir sinnvoll als Korrektiv zu dem anderen, mit dem Wort Curriculum verbundenen Bild der Rennbahn. Das Gehen im Garten geschieht in Muße. *Schule als Ort der Muße* ist keine absurde Utopie, sondern eine klassische Vorstellung.

Das Gelände des Sachunterrichts ist die vielfältige und im ganzen nicht überschaubare *Sachwelt*. In einer undifferenzierten Einheit, in einem chaotischen Strom von Eindrücken gibt es keine Erkenntnis. Indem wir Wege suchen, nehmen wir einen Teil dessen wahr, was an unserem Wege liegt; "Blickpunkte" geben Ausblicke auf Ferneres, noch zu Erkundendes; sie weiten den Horizont und eröffnen Perspektiven. Wege, die man immer wieder gehen kann, schaffen vertraute Verbindungen, lassen Beziehungen erkennen und ermöglichen auf diese Weise das Ordnen in Zusammenhängen³.

Indem wir Wege gehen, ordnen wir unsere Beobachtungen und Erfahrungen nach Maßgabe angegebener Wege; dadurch werden sie rekonstruierbar und mitteilbar. Wo man Wege mit anderen Menschen geht, kann man etwas erfahren über deren Beobachtungen und Deutungen. Das erweitert die eigene beschränkte Sicht, gibt Sicherheit, vermindert die blinden Flecke und kann Täuschungen korrigieren. Von anderen kann man sogar etwas erfahren über Wege, die man nicht selbst gegangen ist. *Méthodos* ist der Weg, auf dem wir

² Eine Vor-Ordnung der Welt erfahren wir z.B. durch genetisch und kulturell vorgegebene Verhaltensweisen (Leib-Apriori, Mutter-Kind-Beziehung) und durch die Sprache, in die wir hineinwachsen.

³ Damit ist nicht gemeint, daß sich der Sachunterricht auf vorgegebene ("ausgetretene") Wege beschränken sollte oder daß statt des "Gartens" ein Wegeplan in den Mittelpunkt unseres Bemühens tritt. Eigene Wege zu gehen, muß den Kindern in zunehmendem Maße nicht nur gestattet, sondern - nach ihren Kräften - auch aufgegeben werden. Das erscheint mir als wesentliches Merkmal einer sinnvollen Offenheit des Unterrichts (vgl. dazu das Bild von Wagensein, 1975, S. 16 ff.). In die Abwegigkeit gerät ein Schüler erst, wo er in Gefahr ist, sich zu verirren, wo er hilflos steckenbleibt oder in die Sümpfe unlösbarer Probleme kommt.

gemeinsam nach Maßgabe bestimmter Regeln einer Sache nachgehen, um Kenntnisse oder praktische Ergebnisse zu erlangen.

Es gibt viele Wege, die Wirklichkeit zu erschließen und es können immer neue gefunden und alte vergessen werden. Das Netz der bekannten Wege zeigt nicht, was es im nicht erkundeten Dunkel läßt. Die bevorzugten Wege sind charakteristisch für eine Kultur. Bei uns sind die *Wissenschaften* solche Wege. Wissenschaften sind Wege des Erkundens und Ordens von Wirklichkeit; als Wege in der Sachwelt sind sie selbst Teil und gestaltendes Moment in dieser Wirklichkeit.

2.2 Kognitive Ästhetik

Wenn wir den Blick von dem curricularen Feld auf das Individuum lenken, so folge ich dem Gedanken, daß das *Wissens-, Vorstellungs- und Überzeugungssystem* eines Menschen - auch schon des Kindes - ein dynamisches Ganzes mit unzählbaren inneren Verknüpfungen und gegenseitigen Abhängigkeiten seiner Teile und Elemente ist.

Offenbar gibt es ein natürliches Bestreben des Menschen, Lücken oder gar Widersprüche in der inneren Repräsentation der wahrgenommenen Wirklichkeit zu überwinden (Aebli 1980, S. 45), Erfahrungen zu deuten und übergreifende *Interpretationsmuster* zu finden, d.h. Netzwerke gedanklicher Beziehungen zu konstruieren und zu erweitern, um schließlich ein stimmiges, differenziert einheitliches, emotional und kognitiv befriedigendes Weltbild aufzubauen. Das erfordert wahrzunehmen, zu identifizieren, Informationen zu bündeln, Äquivalenzen zu bilden, kurz: Zusammenhänge herzustellen. Ziel dieses Bemühens ist es, möglichst stringente, widerspruchsfreie Erklärungsmuster für alle Felder menschlicher Existenz zu finden. Unsere Kultur unterstützt offenbar diese Tendenz in vielfältiger Weise, weil sie einem Grundmerkmal *kognitiver Ästhetik* entspricht, nämlich einer Ästhetik der Überschaubarkeit, Berechenbarkeit und Verlässlichkeit.⁴

⁴ Kant macht auf diesen anthropologisch bedeutsamen Sachverhalt ausdrücklich aufmerksam: "Uns würde eine Vorstellung der Natur durchaus mißfallen, durch welche man uns vorhersagte, daß bei der mindesten Nachforschung über die gemeinste Erfahrung hinaus wir auf eine Heterogenität ihrer Gesetze stoßen würden, welche die Vereinigung ihrer besonderen Gesetze unter allgemeinen empirischen für unseren Verstand unmöglich machte." Und der Psychologe Leon Festinger sah in dem Bemühen, kognitive Widersprüche zu überwinden, einen "triebhaften" Zwang und verglich dieses Bemühen mit der Notwendigkeit zu essen, wenn man hungert.

Das Bedürfnis nach kognitiver Ästhetik und Stimmigkeit des Weltbildes finden wir in auffälliger Weise schon bei Kindern im Vorschul-Alter. Soweit es sich auf die physische Welt bezieht, kommt es einem wissenschaftlich-experimentellen Erfahrungstypus entgegen, der für die naturwissenschaftlichen Fächer charakteristisch ist (Wagenschein 1973, bes. S. 10 f., Köhnlein 1986, 1988a).

Ich verkenne nicht, daß in der Erkenntnistheorie, in der Kulturkritik und auch in der Pädagogik das durch die neuzeitlichen Wissenschaften geprägte Bewußtsein durch die Versuchungen des postmodernen Denkens (Ulrich 1989) in eine tiefgreifende Krise gekommen ist. Wir haben die Unübersichtlichkeit der Welt und die Beschränktheit der Dimension des wissenschaftlichen Zugriffs neu entdeckt. Programmpunkte der Postmoderne wie Historisierung, Totalisierung und Synkretismus schlagen nachweisbar auf die Lehrpläne durch. Gerade deshalb erfordert die mit der kulturellen Entwicklung verknüpfte Veränderung der Kindheit eine permanente Erforschung der Art und Weise "wie Kinder denken" (Donaldson 1982, Wagenschein 1973, Spreckelsen 1988 ff.) und wie sie die Wirklichkeit wahrnehmen.

Der Wunsch, Wege des Ordens zu finden, bleibt auch insofern in der Spannung, als keine subjektive Erkenntnisleistung der objektiven Wißbarkeit bezüglich eines Sachverhaltes vollkommen entsprechen kann. Jedes Wissen bleibt hinter der Wißbarkeit zurück. Der Unterricht sollte darüber keine falschen Vorstellungen aufkommen lassen. Widersprüche im Wissen scheinen nie gänzlich aufhebbar zu sein, und sie entstehen immer wieder an neuen, kaum vorhersehbaren Stellen. Das gilt für Alltagsvorstellungen wie auch in der Wissenschaft. Nicht zuletzt in der (post-)modernen Physik ist die Frage aufgekommen, ob menschliches Erkenntnisvermögen der Komplexität der Natur genügen kann (Capra 1988).

Das Wissen um die nicht-rationalen Quellen der menschlichen Existenz kann aber in der Didaktik nicht Rückkehr zum Mythos bedeuten. Ein zeitgemäßes Bildungsverständnis wird die Kernideen der Aufklärung, wie sie vor allem Kant vertreten hat, sowie die Idee einer am Prinzip Verantwortung orientierten Vernunft weiterverfolgen müssen (vgl. dazu Klafki 1990).

2.3 Ordnungskonzepte und Leitideen

Eine einfache Art des Herstellens von Zusammenhängen ist das *Zuordnen* unter bestimmten Gesichtspunkten der Zusammengehörigkeit. Wir ordnen z.B. schon im ersten Schuljahr Blätter und Früchte des jeweils gleichen Baumes einander zu. Im neuen Mathematikunterricht der frühen siebziger Jahre nahmen Ordnungsübungen mit strukturiertem Material (z.B. die "Logischen Blöcke" von Dienes⁵) einen breiten Raum ein, das reichte von einfachen "Blättchenschlangen" bis hin zu Darstellungen in einer Matrix. Die Kinder sollten dabei Ordnungsmöglichkeiten erfahren, Ordnungsgesichtspunkte erwerben und Ordnungsrelationen erkennen.

Andere Ordnungsgesichtspunkte sehen wir in bestimmten *Mustern*, z.B. der Anordnung im Kreis, im Rechteck, im Stellmuster der Kegel u.a.⁶ Solche Grundmuster können sich in größeren Anordnungen wiederholen, wie wir das z.B. in der Gartenkunst kennen. Das muß sich nicht auf klassische Formen beschränken, sondern kann auf *selbstähnliche Strukturen* ausgeweitet werden: Ein Ast ähnelt in gewisser Weise dem Baum, ein Zweig dem Ast, die Adern in einem Blatt dem Zweig; Berge haben Ähnlichkeit mit Felsen, Felsen mit Steinen, Steine mit Sandkörnern; in Eisblumen entsprechen sich oft große und kleine Strukturen. Es wäre sicherlich eine interessante Frage, ob und vielleicht in welcher Weise unsere mentalen Wege des Identifizierens und Ordens solchen Selbstähnlichkeiten folgen und welche Rolle dabei fraktale Strukturen spielen.

Die Schule führt Konzepte des Ordens als Grundvorstellungen ein, die es erlauben, bestimmte Elemente der Wirklichkeit in Zusammenhängen zu interpretieren.

Ein geläufiges Beispiel sind die bei vielen Stoffen in beiden Richtungen möglichen *Phasenübergänge* zwischen fest, flüssig und gasförmig. Der Übergang von einem Zustand in den anderen ist ein Weg, der experimentell und auch unterrichtsmethodisch immer wieder gegangen werden kann und deshalb geeignet ist, eine feste Beziehung zwischen Phänomenen zu schaffen, eine *Leitvorstellung* aufzubauen, die dann auch begrifflich gefaßt werden kann.

⁵ 48 Holzblöcke mit den Eigenschaften Form (rund, dreieckig, rechteckig, quadratisch), Farbe (rot, blau, gelb), Größe (groß, klein) und Dicke (dick, dünn)

⁶ Vgl. dazu insgesamt J. Wittmann 1967

Eine andere Leitvorstellung ist die *Ausdehnung* der Körper bei Erwärmung (mit der wichtigen Anomalie des Wassers). Stets geht es darum, die phänomenale Vielfalt des natürlichen Geschehens nach einem übergreifenden Konzept zu ordnen.

Kürzlich hat H.J. Schlichting darauf hingewiesen, daß sich eine Fülle des Geschehens in der natürlichen Umwelt mit Hilfe von *Kreisläufen* strukturieren läßt:

"Durch den Kreislaufgedanken werden wir gewissermaßen veranlaßt, uns nicht bei den zahlreichen auffälligen, für das Verständnis des globalen Zusammenhangs aber unwichtigen Ereignissen aufzuhalten, sondern die Stoffe und Energien, deren Veränderungen diesen Ereignissen zugrundeliegen, - gleichgültig, worum es sich dabei handeln mag - auf ihrem Weg durch die verschiedenen Phänomene hindurch zu verfolgen, bis sie wieder an ihrem Ausgangspunkt angekommen sind." (Schlichting 1989, S. 48)

In einem historischen Durchgang macht Schlichting auf die Entdeckung des Blutkreislaufs, auf die Wirkungsgeschichte der Idee der Zirkulation in der Naturwissenschaft aufmerksam. Die Vorstellung von der Zirkulation der Materie impliziert in gewisser Weise das Postulat der Unmöglichkeit der Erschaffung oder Vernichtung von Materie; ähnliches gilt für die Energie, die immer nur umgewandelt werden kann. Der Gedanke läßt sich auf ökologische und wirtschaftliche Kreisläufe übertragen, in denen Stoffe und Energien verschiedene Erscheinungsformen annehmen (z.B. Abwasser als Trinkwasser von morgen; Sonnenenergie - Erdöl - (Benzin - mechanische Energie) - Wärme und der damit verknüpfte Kohlenstoffkreislauf). Indem die Schüler angeleitet werden, Kreisläufe in natürlichen und in von Menschen betriebenen Vorgängen auszumachen, lernen sie "Zusammenhänge zwischen verschiedensten Phänomenen" (Schlichting, ebd.) und sie gewinnen Vorstellungen, aus denen u.U. auch Verhaltensimperative abgeleitet werden können.

Der Kreislaufgedanke ist dem Sachunterricht vertraut, insbesondere in der Art des Jahreskreislaufes, der schon dem Heimatkundeunterricht eine gewisse thematische Struktur gegeben hat. Die periodische Wiederkehr von Erscheinungen in der Natur, von (zum Teil damit verbundenen) Festen im Jahreslauf und ihre Fixierung im Kalender, überhaupt die Konstanz und Zwangsläufigkeit natürlicher Phänomene (bei allem wechselhaften Geschehen im einzelnen) vermitteln dem heranwachsenden Kind eine gewisse Erfahrung der Sicherheit in der physischen Welt.

Die Aufgabe des *Sachunterrichts* bezieht sich dabei zuerst auf das Kennenlernen typischer *Phänomene*. Von großer Bedeutung ist etwa das Schmelzen und Erstarren, Verdunsten bzw. Verdampfen und Kondensieren. Wenn dabei eine generellere, schließlich übertragbare Vorstellung entstehen soll, darf man sich sicherlich nicht auf das Beispiel Wasser beschränken. Erfahrungen mit Kerzenwachs und Silvesterblei liegen nahe; daß auch Eisen und Glas geschmolzen werden können, läßt sich dann mit Hilfe von Medien zeigen. Die Wiederholbarkeit und Beherrschbarkeit der Vorgänge im Versuch gibt im Grundschulunterricht Klarheit über Zuverlässigkeit und Endgültigkeit der Ergebnisse. Erst eine hinreichende Basis bei den Phänomenen macht die Frage plausibel: Ist das immer so?, und sie fördert die Verdichtung zu einer Leitvorstellung. Ich halte es für ein wichtiges Anliegen, Möglichkeiten des Aufbaus solcher Leitvorstellungen (z.B. "Kreislauf") und zugehöriger Begriffe für die Grundschule (und darüber hinaus) auszuarbeiten.⁷

Fachlich-systematische Zusammenhänge (z.B. chemische, historische) lassen sich in der Grundschule schon wegen ihrer inhaltlichen Voraussetzungen und generellen Abstraktheit nur ausnahmsweise und nur für wenige konkrete Fälle zu Leitvorstellungen verdichten. Von primärer Bedeutung sind auf dieser Stufe *phänomenale, zeitliche, räumliche* und auch *funktionale Beziehungen*, die zugleich eine gewisse lebensweltliche Signifikanz haben und von den Kindern auch selbst entdeckt werden können.

Ein Beispiel ist das Phänomen des Regenbogens. Er findet leicht das spontane Interesse und wird auch gerne in Bild-Darstellungen verwendet. Eine physikalische Erklärung aber bleibt noch lange unzulänglich. Phänomene jedoch können wir in Zusammenhang bringen: die gleichen leuchtenden Farben im sonnenbeschienenen Tautropfen, der "Regenbogen" im Sprühstrahl des Wasserschlauches. Und immer, wenn wir diese Erscheinungen sehen, steht die Sonne hinter uns.

Funktionale Beziehungen sind in ihrer Eindeutigkeit in einfacher Technik gut erkennbar: Wenn ich bei meinem Fahrrad einen höheren Gang wähle, dann kann ich schneller fahren. *Je* kleiner das gewählte Zahnrad ist, *desto* schneller geht die Fahrt. Aber am Berg: je größer das Zahnrad ist, desto leichter geht es.

⁷ Von ähnlicher Bedeutung wie der Gedanke einer zyklischen Struktur ist das Prinzip der *Wechselwirkung*, das ebenfalls nicht nur natürliche, sondern auch gesellschaftliche Zusammenhänge beschreibt.

Die Aufgabe des Unterrichts, Leitvorstellungen aufzubauen, war in der Didaktik und Praxis vor zwanzig Jahren deutlicher präsent als heute. Ich verweise hier nur auf die fruchtbaren Anregungen von Bruner und auf die frühen Arbeiten von Sprechelsen (1974, 1971, 1984). Die genannte Aufgabe weist deutlich über die Grundschule hinaus, aber auch dieser Blick auf den Gesamtzusammenhang des Curriculums scheint gegenwärtig durch andere Probleme etwas verstellt zu sein. Die Tatsache, daß frühere Erkenntnisse in neueren Unterrichtskonzepten nicht "aufgehoben", sondern eher verdeckt werden, spricht nicht für einen guten Zustand der Didaktik.

3. Konzeptionelle und methodische Bedingungen

3.1 Verstehen lehren

Ähnlich wie Wagenschein (1970 S. 175 ff. und 1983, S. 98) bezeichnet es H. v. Hentig als die wichtigste lebensvorbereitende Aufgabe der Schule, 'Verstehen' zu lehren, wozu Wissen, Denken und (so füge ich hinzu) die Fähigkeit, Zusammenhänge herzustellen, gehören.

"'Verstehen' ist eine besondere Art von Erkenntnis, eine sokratische, die nämlich die Gründe für das Erkannte weiß. Zur Wissenschaft wird dies, wenn man gemeinverständliche, nachvollziehbare und also überprüfbare Rechenschaft davon ablegt, wie diese Erkenntnis zustande gekommen ist."

(v. Hentig 1985, S. 115)

Das "Verstehen Lehren" ist der Kernpunkt einer *genetisch-exemplarischen Unterrichtskonzeption*. Verstehen ist an den persönlichen Vollzug einer Enthüllung oder Entdeckung geknüpft. Es erfordert die Nachkonstruktion eines Sachverhaltes in der eigenen Vorstellung. Verstehendes Lernen heißt, neues Wissen mit Bekanntem verbinden.

Den Impuls, der Kinder Wege des Ordners gehen läßt, führt Wagenschein auf die *Beunruhigung* zurück, die durch die Wahrnehmung von Überraschendem, Widersprüchlichem ausgelöst ist.

"... es muß ihn in Unruhe versetzen, wenn die Ordnungen, die Regelmäßigkeiten, deren wir uns in den ersten Lebensjahren im Umgang mit den Dingen versichern durften und aus denen wir das lebensnotwendige Vertrauen zur

natürlichen Welt gewinnen konnten (daß alles 'mit rechten Dingen zugehe') - wenn diese Ordnungen plötzlich und irgendwo eine Fehlstelle zu verraten, eine Blöße sich zu geben scheinen. ... Dabei ist Tun und Denken getrieben von der *Hoffnung*, daß man 'dahinterkomme'; das heißt: daß es wieder noch einmal gutgehe, indem das Seltsame 'verstanden' werden könne. Und zwar in dem Sinne, daß es bei näherem Zusehen sich als ein etwas verkleideter 'alter Bekannter' erweist oder doch mit einem solchen 'zusammenhängt', zum mindesten vergleichbar ist. Gelingt dieses Verstehen (com-prendre), so ist das Absonderliche wieder 'eingeholt' durch Reduktion auf Gewohntes." (Wagenschein 1973, S. 11)

Kognitive Konflikte sind es also, Fehlstellen oder Brüche in der Ordnung der individuellen Vorstellungen von den Dingen der Welt, welche die sachlich bedingte Motivation auslösen, Wege des ordnenden Verstehens zu suchen⁸.

3.2 Verständigung im Gespräch

Verstehen lehren geschieht *im Gespräch*. Das genetisch-exemplarische Lehren und Lernen entspricht dem sokratischen Prinzip, daß eine generelle Einsicht an der Wirklichkeit konkreter Fälle gewonnen werden muß und daß diese Einsicht sich an solchen Fällen bewährt.

Das offene Gespräch im Unterricht - nur gebunden an das gemeinsame Erkenntnisinteresse - ist auf *Verständigung* über einen Sachverhalt angelegt; es dient mit der Verdeutlichung der anstehenden Fragen und Probleme zugleich der Überwindung hemmender Vorverständnisse; es schafft Nachdenklichkeit; es fordert Einfälle heraus, vermittelt Ideen; in Konfrontation mit den fraglichen Phänomenen gibt es Gelegenheit, die eigenen Gedanken zu ordnen, spontane oder langgehegte Überlegungen an der Sache und am "Sachverstand" der anderen zu testen. Wissen und Argumente werden im Austausch von Meinungen und Erfahrungen gleichsam hin- und hergewendet. So findet ein gemeinsamer Auf- und Ausbau von Vorstellungen und Wissensbeständen statt. Das kann nur geschehen, wo verschiedene Ansichten vorgebracht und Zweifel geäußert werden können. Ohne die Offenheit und Ausführlichkeit des Gesprächs nehmen wir den Kindern die Chance, jene Kreativität des Gedankenspiels zu entwickeln, die für den Aufbau eigener Konzepte erforderlich ist.

⁸ Vgl. dazu Einsiedler 1985, bes. S. 130

Genetisches Lehren ist auf das Suchen nach Erkenntnis im gemeinsamen Vollzug und auf die Erweckung der inneren *Eigentätigkeit der Lernenden* gerichtet. Es ist zugleich ein Weg, um Sinn und Bedeutung des zu Lernenden durch produktives Suchen zu entdecken⁹. Allerdings ist der auf Eigentätigkeit und forschend-selbständiges Aneignen angelegte genetische Weg nie gewiß, und unsicher bleibt in der je gegebenen Situation auch, was ein hilfreicher Umweg oder ein Irrweg ist. Denn die Lernenden sollen auch erkennen, wie wenig weit die mitunter rasch verfügbaren Erst- und Schnellerklärungen oft nur tragen. Der Weg ist verbunden mit der notwendigen nachbohrenden Hartnäckigkeit der Lehrenden oder mit ihrer abwartenden Geduld und mit dem Beharren auf den noch nicht gehobenen Sachgehalt.

Die wünschenswerte Qualität der Auseinandersetzung mit der Welt der Dinge und Sachverhalte unterliegt in der Praxis mancherlei Beeinträchtigungen. Allzuleicht zerstört der organisatorische Zeittakt der Schule die kommunikative Struktur des Unterrichts. Offenbar fördert der heimliche Lehrplan gewisser Schulpraktika schon bei Studierenden das Denken in "Stunden"; dann geht es weniger um Sache und Lernprozesse als um die 45-Minuten-Runde mit der Klasse. Inhalte und Ziele werden dann schon in der Unterrichtsplanung in vorgegebene Stundenraster abgefüllt und hinterher in einer selbstbestätigenden "Nachbereitung" abgehakt. Die "*Stundenschule*" (U. Warm) ist ganz gewiß kein Beitrag zur Verbesserung des Unterrichts.

Ähnliches gilt für die verbreitete "*Wochenplantechnologie*" (Wallrabenstein), jene Pervertierung eines konstruktiven Ansatzes, die Unterricht durch den Einsatz von Medien steuert und die Lernaktivität der Kinder mehr oder weniger auf das Abarbeiten vorgegebener Informations- und Aufgabenpakete reduziert.¹⁰

Die Defizite eines nach starren Vorgaben (sei es eine unflexible Planung in Zeittakten oder die Auslieferung an stumme Medien) geleiteten Unterrichts bestehen vor allem darin, daß er einerseits zu wenig auf die Denkansätze, Erfahrungen, Fragen und Probleme der Kinder Rücksicht nimmt, ihre Ideen nicht genügend honoriert, und andererseits die für das Verstehen erforderliche

⁹ Vgl. dazu insgesamt als gelungene Beispiele die Unterrichtsprotokolle von S. Thiel (1973, 1984), in denen auch die selbstreflexiven Prozesse der Auseinandersetzung mit einer Sache und die Rückwirkungen auf die Motivation deutlich erkennbar werden.

¹⁰ Besonders ärgerlich ist diese Praxis, wo sie mit "Individualisierung" begründet wird. Die Schule ist kein Warenhaus und die Schüler können nicht auf Selbstbedienung verwiesen werden (für die man dann am Ausgang der Woche seinen Stempel bekommt).

geistige Arbeit nicht zumutet. Den Kindern bleibt dann nur die Möglichkeit einer verbalen Anpassung. Wo das Nachkonstruieren eines Sachverhaltes im Bereich der eigenen Vorstellungen nicht stattfindet, liegt der Fluchtweg in unverstandene Merksätze nahe; als "unbeabsichtigte Nebenwirkung" wird das ursprüngliche Bemühen um ein angemessenes Verständnis korrumpiert.

Konzentrierte Unterrichtsarbeit an interessanten Sachverhalten, die nicht schon vorweg in "Stundenhäppchen" zerteilt sind, braucht längere zusammenhängende Lernzeiten, die bei der gewöhnlichen Fächervielfalt des Stundenplans nicht gegeben sind. Durch *Epochenunterricht* lassen sich angemessene Lernzeiten gewinnen. Manchmal stehen dem aber in der Praxis nicht sofort zu überwindende Schwierigkeiten der Unterrichtsorganisation entgegen.

Eine Vorform zum Epochenunterricht ist die *Epochenarbeit*, die sich zumindest dann verwirklichen läßt, wenn mehrere Fächer in einer Hand liegen. Gemeint ist die Akzentuierung einer herausgehobenen Thematik eines Faches während einer bestimmten Zeitspanne (z.B. einer Woche) gegenüber den anderen Fächern. Diese Akzentuierung wird zwischen den Fächern wechseln. Sie dient der Konzentration der Aufmerksamkeit von Lehrenden und Lernenden und wirkt der Zersplitterung des Unterrichts nach den gewöhnlichen Stundenplänen wenigstens etwas entgegen.

3.3 Das Ordnen der Vorstellungen

Das konzentrierte Gespräch, die intensive Beschäftigung mit Sachverhalten und das Nachdenken sind es vor allem, die nicht bloß zu einem recht äußerlich bleibenden An-Lernen führen, sondern dauerhafter und verändernd in die Struktur und inhaltliche Substanz der Vorstellungen des Individuums eingreifen. Deshalb sind für das exemplarische Eindringen in einen Sachzusammenhang *Projekte* oder projektähnliche Vorhaben so gut geeignet, weil sie - bei richtiger Anlage - das Handeln mit dem Durchdenken, mit dem Durchspielen des verfügbaren Wissens, der Vermutungen und Ideen und schließlich mit der objektivierten Darstellung der Ergebnisse sachbezogen verbinden. Die diskursive Auseinandersetzung mit einem Sachverhalt in der Lerngruppe läßt eine produktive Mischung aus Gespräch und Handeln zu, in der Ideen geboren, Vermutungen überprüft und Einsichten so verarbeitet werden können, daß Wissen über Verstehensprozesse entstehen kann und die

inhaltsbezogenen Komponenten des Lernens mit den kommunikativen zusammenwirken. In der Projektarbeit greifen die enaktiven, ikonischen und symbolischen Repräsentationsformen, getragen von einer sachlichen Motivation, unmittelbar ineinander (vgl. Köhnlein 1984, bes. S. 205 ff.).

Zusammenhänge können durch das Individuum auf allen drei Repräsentationsebenen¹¹ hergestellt werden: Im *Handeln*, durch die organisierende Kraft der *Vorstellungen* und mit Hilfe der *Sprache*.

Im Bereich des unmittelbaren *Handelns* geschieht das Ordnen im Herstellen einer Sache, im Umgang mit Werkzeugen und Geräten, in der spielerischen Gestaltung einer Szene usw., d.h. es geschieht im praktischen Verhalten. Handlungen setzen Gegenstände aller Art und auch Personen, also Elemente einer Handlungsstruktur, in Beziehung. Ergebnisse solcher Ordnungsbemühungen schlagen sich im *Handlungswissen*, in einem Können nieder. Effektive Handlungen sind die Basis von Handlungsvorstellungen und daraus folgenden Begriffsbildungen. Aus der Tätigkeit und ihrer anfänglichen Beschreibung kann schließlich eine präzise sprachliche Darstellung erwachsen (vgl. Köhnlein 1984, S. 209 ff.).

Unsere visuellen und überhaupt sinnlichen Wahrnehmungen organisieren wir in zusammenfassenden *inneren Bildern*. Diese "Bilder" dienen nicht nur dem ikonischen Gedächtnis (Bruner), sondern unterliegen auch einer schon von der Gestaltpsychologie beschriebenen Dynamik; sie haben die Tendenz, sich kontinuierlich zu ergänzen und sinnvolle Zusammenhänge zu bilden. Unsere Auseinandersetzung mit Sachverhalten geschieht in Wechselwirkung mit solchen Vorstellungsbildern und -schemata, d.h. sie leiten unsere Wahrnehmung und unsere Einfälle, und sie werden durch die Verarbeitung unserer Erfahrung selbst verändert. Im intentionalen Lernen geschieht das ganz bewußt: Wir arbeiten an unseren Vorstellungen.

Vorstellungen sind "das ikonische Medium, in dem sich die Strukturen des Denkens realisieren" (Aebli 1980, S. 9). Sie erlauben nicht nur ein innerliches abstraktes und symbolisches Probehandeln ("Operieren")¹² z.B. bei der

¹¹ Mit Repräsentation bezeichnen wir im Anschluß an Bruner (1974) die Fähigkeit des Menschen, eine Erfahrung oder Erkenntnis in ein "Modell" zu fassen, in dem sie aufbewahrt werden kann und dann als Beispiel oder Vorbild für ähnliche Fälle bereitsteht, d.h. in einem gewissen Bereich übertragbar ist.

¹² Für J.F. Herbart war das Seelenleben ein Spiel von Vorstellungen, die er als elementare Einheiten der geistigen Aktivität verstand (vgl. Aebli 1980, S. 186).

Planung einer Handlung, sondern enthalten auch das Material und sind ein Reservoir, aus dem sich Haltungen der Individuen ableiten, aus dem heraus ihre Fragen und Probleme sowie die Erwartungen im sozialen wie im physischen Bereich immer wieder konstruiert werden. Deshalb ist es so wichtig, daß der Unterricht die Vorstellungen der Schüler nicht nur tatsächlich erreicht, sondern sie zur Sprache bringt und gezielt an ihnen arbeitet¹³.

Eine dritte Modalität des Ordners eröffnen uns die *Sprache* und die mit ihr verbundenen Zeichensysteme. Mit dem Erlernen der Alltagssprache erwerben die Kinder zugleich bestimmte Strukturierungen ihrer Erfahrungsmöglichkeiten. Im Medium der Sprache erschließen wir uns *Begriffe* als bewegliche Denkmuster. Ein Begriff enthält stets einen Ordnungsgesichtspunkt, unter dem wir Dinge oder Sachverhalte zusammenführen und typisieren können (etwas "auf den Begriff bringen"). Dabei ist zu beachten, daß junge Kinder oft andere Subsumtionsstrukturen haben als Erwachsene (ein Wau-Wau kann auch eine Katze oder ein Hase sein); die Begriffsbildung ist ein fortdauerndes "Sprachspiel" des Ordners.

Im Unterschied zum Vorstellungsakt kann der innerliche Sprachakt in der gesprochenen Sprache externalisiert und in Schriftzeichen dauerhaft fixiert werden. Auf die Ordnungsfunktion von Zeichensystemen (Schrift, Mathematik, Symbolik) kann ich hier nur noch hinweisen.

4. Leitlinien für den Unterricht

Zum Abschluß möchte ich versuchen, einige Leitlinien zu formulieren, die im Sachunterricht als themenübergreifende Denkweisen und Bedingungen den Duktus des Unterrichtens - auf der Suche nach Wegen des Ordners - durchgehend bestimmen sollten. Es sind Leitlinien des "Lernen Lernens", die allen Lehrenden ständig im Bewußtsein bleiben und ihre Vorstellungen von Unterricht wesentlich beeinflussen sollten.

¹³ Aus Literatur (Wagenschein 1970 I, S. 385 ff; Spreckelsen 1988) und Erfahrung wissen wir, daß Menschen verschiedenen Alters und unterschiedlicher Schulbildung (z.B. Grundschüler und Abiturienten bzw. Studienanfänger) angesichts befremdlicher Phänomene (z.B. "Kerzenschaukel") auf recht ähnliche (unzutreffende) Erklärungsmuster zurückgreifen. Ich vermute, daß dieser Sachverhalt auf einen über die Schulzeit hinweg recht stabilen, d.h. von Unterricht zu wenig berührten Grundbestand von Vorstellungen zurückzuführen ist, aus dem die geforderte Erklärung dann jeweils ad hoc konstruiert wird.

Ich nenne neun durchgängige Aufgaben des Sachunterrichts:

1. *Die naive Sachlichkeit und ursprüngliche Interessiertheit der Kinder aufgreifen und zu einer produktiven Auseinandersetzung mit den Sachen weiterführen.*
"Naive Sachlichkeit" (Hengstenberg, vgl. Soostmeyer 1988, S. 314) meint nicht "sinnblindes Aufsammeln", sondern erlebnishafte Zuwendung.
2. *Das Suchen der Kinder nach Bedeutungen und Zusammenhängen stärken.*
Kinder suchen von sich aus nicht so sehr nach scharfen Unterscheidungen, sondern nach pragmatisch-empiristisch verstandenen Beziehungen und Verknüpfungen ("Wo kommt das her?", "Was kann man damit anfangen?").
3. *Das Suchen nach Bestätigungen und Begründungen unterstützen.*
Kinder wollen ihre Einfälle und Vermutungen überprüfen, sie sammeln dafür Beispiele, führen spielerisch Versuche durch und stellen Erkundungen an.
4. *Das Bedürfnis anregen, die eigenen Vorstellungen, Ideen, Vermutungen, Fragen und Probleme zur Sprache zu bringen und im Gespräch zu ordnen.*
Kinder müssen die positive Erfahrung machen, daß ihre Gedanken Interesse finden und zu weiteren Nachforschungen Anlaß geben.
5. *Die unterschiedlichen Ideen der Kinder aufgreifen und koordinieren.*
Erklärungsversuche der Kinder scheitern immer wieder daran, daß sie widersprüchliche Ideen und Wissensfragmente verfolgen, z.B. bezüglich des Schwimmens: die schweren Gegenstände sinken, aber ein schwerer Balken schwimmt doch!
6. *Gemeinsame Regeln des Handelns suchen.*
Für das Zusammenleben und -arbeiten in der Klassen- und Schulgemeinschaft müssen wir Ordnungen auffinden, die Erleichterung, Verlässlichkeit und Schutz schaffen (v. Hentig 1985, S. 114).

7. *In verlässliche Formen des Erkennens einführen.*

Zum Verstehen gehört nicht allein das Wissen um einen Sachverhalt, sondern ebenso die Gründe für das Erkannte und die Wege, auf denen man es finden kann. Formale Handlungsstrukturen wie Probleme erkennen - Zusammenhänge suchen - Vermutungen ausbilden - Lösungen ausarbeiten und überprüfen, sind dabei hilfreich.

8. *Das Bilden von Begriffen fördern.*

Begriffe entstehen nicht nur durch Abstraktion; von besonderer Bedeutung im Sachunterricht ist die Begriffsbildung durch Verknüpfungen, die sich im beziehungsstiftenden Ordnen ergibt.

9. *Die Tendenz der Kinder unterstützen, das eigene Weltbild zu erweitern und durchzustrukturieren.*

Damit wird versucht, eine dauerhafte Lernmotivation aufzubauen und zu erhalten.

Sicherlich lassen sich solche Leitlinien ergänzen und anders strukturieren und akzentuieren. Daran kann man arbeiten. Die Summe der Leitlinien fasse ich in dem Satz zusammen: *Den forschenden Geist der Kinder stärken und weiterentwickeln.*

Literatur

- Aebli, H.: Denken: Das Ordnen des Tuns. Bd I und II. Stuttgart 1980/1981
- Bauer, H.F.; Köhnlein, W. (Hg.): Problemfeld Natur und Technik. Bad Heilbrunn 1984
- Bruner, J.S.: Der Prozeß der Erziehung. Berlin und Düsseldorf 1970
- Bruner, J.S.: Entwurf einer Unterrichtstheorie. Berlin und Düsseldorf 1974
- Capra, F.: Das Tao der Physik. Bern, München, Wien ¹⁰1988
- Donaldson, M.: Wie Kinder denken. Bern, Stuttgart, Wien 1982
- Einsiedler, W.: Problemlösen als Ziel und Methode des Sachunterrichts. In: Einsiedler; Rabenstein (Hg.): Grundlegendes Lernen im Sachunterricht. Bad Heilbrunn 1985, S. 126 - 146
- Furth, H. G.: Wissen als Leidenschaft. Eine Untersuchung über Freud und Piaget. Frankfurt/M. 1990
- Hagstedt, H.; Spreckelsen, K.: Wie Kinder physischen Phänomenen begegnen. In: Sachunterricht und Mathematik in der Primarstufe, 14(1986)9, S. 318 - 323

- Hentig v., H.: Erkennen durch Handeln. Stuttgart 1982
- Hentig v., H.: Die Menschen stärken, die Sachen klären. Ein Plädoyer für die Wiederherstellung der Aufklärung. Stuttgart 1985
- Klafki, W.: Abschied von der Aufklärung? Grundzüge eines bildungstheoretischen Gegenentwurfs. In: H.-H. Krüger (Hg.): Abschied von der Aufklärung? Perspektiven der Erziehungswissenschaft. Opladen 1990, S. 91 - 104
- Köhnlein, W.: Zur Konzipierung eines genetischen, naturwissenschaftlich bezogenen Sachunterrichts s. In: Bauer, H.F.: Köhnlein, W. (Hg.): Problemfeld Natur und Technik. Bad Heilbrunn 1984, S. 193 - 215
- Köhnlein, W.: Kinder auf dem Wege zu den Fächern. In: Spreckelsen, K. (Hg.): Schülervorstellungen im Sachunterricht der Grundschule. Kassel 1985, S. 7 - 19
- Köhnlein, W.: Kindliches Denken und physikbezogener Sachunterricht. In: Sachunterricht und Mathematik in der Primarstufe, 13(1985)2, S. 73 - 78
- Köhnlein, W.: Kinder auf dem Wege zum Verstehen. In: Neue Sammlung, 26(1986)4, S. 465 - 479
- Köhnlein, W.: Kinderfragen an die Natur - Ansatzpunkte des Weltverstehens. In: *physica didactica*, 14(1987)1, S. 69 - 86
- Köhnlein, W.: Sachbegegnung, Erfahrung und Curriculum. In: M. Soostmeyer: Erfahrungserschließung in Sachbegegnungen. Vorträge auf der Tagung der Arbeitsgruppe Sachunterricht in der GDCP 1988. Essen 1988, S. 134 - 144
- Köhnlein, W.: Sachunterrichts-Didaktik und die Aufgabe grundlegenden Lernens. Vorüberlegungen zur Konzipierung des Curriculums. In: Sachunterricht und Mathematik in der Primarstufe, 16(1988)12, S. 524 - 531
- Köhnlein, W.: Grundlegende Bildung und Curriculum des Sachunterrichts. In: W. Wittenbruch; P. Sorger (Hg.): Grundschule und Allgemeinbildung. Münster 1990, S. 107 - 125
- Köhnlein, W.: Annäherung und Verstehen. In: Lauterbach; Köhnlein; Spreckelsen; Bauer (Hg.): Wie Kinder erkennen (Probleme und Perspektiven des Sachunterrichts, Bd. 1). Kiel 1991, S. 7 - 20
- Litt, Th.: Das Bildungssignal der deutschen Klassik und die moderne Arbeitswelt. Bochum o.J. (1961)
- Schlichting, H.J.: Zum Antrieb natürlicher Stoffkreisläufe. In: *physica didactica*, 16(1989)4, S. 47 - 58
- Schreier, H.: Die Sache des Sachunterrichts. Entwurf einer Didaktik auf der Grundlage der Erfahrungspädagogik. Paderborn u.a. 1982
- Soostmeyer, K.: Zur Sache Sachunterricht. Begründung eines situations-, handlungs- und sachorientierten Unterrichts in der Grundschule. Frankfurt/M. u.a. 1988
- Spreckelsen, K.: Beziehungsvolles Lernen im Sachunterricht. In: *Die Grundschule*, 6(1974)11, S. 578 - 584
- Spreckelsen, K.: Strukturorientierung in der Didaktik des physikalischen Lernbereichs. In: Westermanns Pädagogische Beiträge, 23(1971)3, S. 124 - 126, erweiterte Fassung in Bauer; Köhnlein (Hg.): Problemfeld Natur und Technik. Bad Heilbrunn 1984, S. 100 - 104
- Spreckelsen, K.: Über Analogien zwischen Grundschulern und Erwachsenen bei der Erfahrungserschließung in Sachbegegnungen. In: M. Soostmeyer (Hg.): Erfahrungserschließung in Sachbegegnungen. Universität Essen 1988, S. 125 - 133

- Spreckelsen, K.: Zum Verhältnis von Sachstruktur und Umweltorientierung. In: S. Thiel (Hg.): Uminterpretation von Sachunterrichtsthemen. Pädagogische Hochschule Freiburg 1989, S. 30 - 40
- Spreckelsen, K.: Physikdidaktik - eine Wissenschaft im Werden. In: Gesamthochschule Kassel: Gießhausgespräche, 11/1989
- Thiel, S.: Kinder sprechen über Naturphänomene. "Kann Wasser auch den Berg hinauffließen?" In: Bauer; Köhnlein (Hg.): Problemfeld Natur und Technik. Bad Heilbrunn 1984, S. 88 - 99
- Thiel, S.: Grundschulkind zwischen Umgangserfahrung und Naturwissenschaft. In: Wagenschein; Banholzer; Thiel: Kinder auf dem Wege zur Physik. Stuttgart 1973 (Neuausgabe Weinheim und Basel 1990)
- Ullrich, H.: Pädagogik als Mythos und Ritual. In: Die Deutsche Schule, 81(1989)4, S. 453 - 474
- Wagenschein, M.: Ursprüngliches Verstehen und exaktes Denken. Bde. I und II. Stuttgart 1965 und 1970
- Wagenschein, M.: Natur physikalisch gesehen. Braunschweig 1975
- Wagenschein, M.: Erinnerungen für morgen. Eine pädagogische Autobiographie. Weinheim u. Basel 1983 (2. erg. Aufl. 1989)
- Wagenschein, M.; Banholzer, A.; Thiel, S.: Kinder auf dem Wege zur Physik. Stuttgart 1973, Neuausgabe Weinheim und Basel 1990
- Weizsäcker v., C.F.: Der Garten des Menschlichen. Beiträge zur geschichtlichen Anthropologie. München 1977
- Wittmann, J.: Theorie und Praxis eines ganzheitlichen Unterrichts. (4. Aufl. bearb. u. hrsg. von W. Müller) Dortmund 4¹⁹⁶⁷

ORDNEN UND DIE HERSTELLUNG VON SINNZUSAMMENHÄNGEN

Helmut SCHREIER, Universität Hamburg

1. Das Tellurium oder die Himmelsordnung

Vor einiger Zeit führte mir ein Kollege das neue Tellurium vor, das er für die Lehrerausbildung im Bereich "Didaktik der Geographie" angeschafft hatte. Elektrisch betrieben, fuhr ein blauer Ball - die Erde - an einem Drahtarm um eine Lampe - die Sonne - herum, während eine kleine silberfarbene Kugel rasch den blauen Ball umkreiste. Wir beide nahmen die ästhetische Faszination wahr, die von dem eleganten und präzisen Instrument ausstrahlte wie von einer schönen Uhr oder einem beweglichen Kunstwerk. Einige Studenten, die hinzugetreten waren, mochten ähnliches empfinden. Sie probierten an dem Apparat herum, fragten nach der Funktionsweise und erinnerten einander an die mechanisch betriebenen Tellurien, die sie als Schüler im Unterricht kennengelernt hatten. Die Situation hatte etwas vom "fruchtbaren Moment im Bildungsprozeß", so schien es mir, - denn war hier nicht in Gestalt des Telluriums endlich einmal auf ganz unmittelbare und greifbare Weise jene flüchtige und vermittelte Sache in Erscheinung getreten, der wir unser Studium widmen und die wir "Didaktik" nennen? So ließ ich es zu, daß in der folgenden Seminarsitzung zur "Einführung in die Didaktik des Sachunterrichts" sich das Gespräch am Anfang um diesen Gegenstand drehte.

Dabei kam es bald - wie könnte es unter Studierenden auch anders sein! - zu kritischen Bemerkungen. Ein ehemaliger Fachphysiker, der auf das Lehramtsstudium umgewechselt war, bemängelte die unrichtigen Größenverhältnisse. Die Distanz zwischen Erde und Sonne sei bei Kugeln der gegebenen Größe auf groteske Weise geschrumpft, und die ungeheuren Dimensionen des tatsächlichen Raums seien gradezu verniedlicht worden. Ein anderer junger Mann gab zu bedenken, daß ja auch die Sonne selbst keineswegs am Himmel fixiert sei, wie es bei dem Tellurium unterstellt werde. Er habe gelesen, daß

vielmehr die Sonne innerhalb der Milchstraße auf einer spiralförmigen Bahn sich mit enormer Geschwindigkeit fortbewege. Hinzu komme, daß auch die Galaxie namens Milchstraße selbst auf der Reise sei. All diese Bewegungen würden von Tellurium sozusagen verschwiegen.

Hierzu fiel mir ein, daß Paul Brandwein (1966) an einer Stelle in den Büchern zu "Concepts in Science" vorschlägt, den Kindern einen Besenstiel als winzigen Ausschnitt der Sonnenbahn vorzustellen, und diesen dann spiralförmig mit einem Draht zu umwickeln, der seinerseits mit einem Faden umwickelt ist: Die Drahtspirale ist die Bahn der Erde, und die doppelt spiralförmige Figur des Fadens stellt die Bahn des Mondes um die der Erde dar.¹ Damit wäre der Bewegung der Galaxie zwar immer noch nicht Rechnung getragen, doch vielleicht kommen wir dem modernen Weltbild mit Hilfe dieses Modells tatsächlich ein Stück weiter entgegen?, frage ich die Runde.

Aber die spontane Zustimmung zu Brandweins Vorschlag blieb in diesem Kreise aus. Das Zögern, das ich wahrnahm, wollte ich darauf zurückführen, daß wahrscheinlich einige den Sachverhalt noch nicht völlig begriffen hatten, um den es ging. Ich bat den ehemaligen Physikstudenten, die Bewegungsabläufe mit Kreide an der Tafel darzustellen, und er erklärte sehr schön, daß wir es mit vier (statt mit zwei) Bewegungen zu tun hätten, daß es deshalb anstelle der elliptischen zu spiralförmigen Bewegungsformen komme, und daß ein fixer Bezugspunkt des gesamten Ablaufs nicht auszumachen sei. Jetzt meldete sich eine Studentin zu Wort und gab zu bedenken, ob derlei Vorstellungen nicht eine Überforderung für Kinder im Grundschulalter darstellten, deren Auffassungsvermögen doch kaum dazu in der Lage sei, die angesprochenen Zusammenhänge zu erfassen. Es folgte eine Diskussion darüber, was man Kindern an Erkenntnisvermögen wohl zutrauen dürfte.

Ich gestehe, daß ich bei den anscheinend unausweichlich zu diesem Thema auftauchenden Diskussionen zunehmend zur Ungeduld neige. Es liegt zum einen an dem durchaus spekulativen Charakter des Austausches von persönlichen "Erfahrungswerten" und kognitionspsychologischen Vorstellungen, die ja trotz aller Untersuchungen von Jean Piaget und anderen keineswegs auch für

¹ Einen immer noch aktuellen, auf die Vermittlung von sechs Basiskonzepten der modernen Naturwissenschaft abzielenden didaktischen Entwurf entwickelt Paul Brandwein (1965) in der Schrift: *Substance, Structure and Style in the Teaching of Science*

den Einzelfall verlässliche Leitvorstellungen erbracht haben.² Zum anderen, und dies ist noch wichtiger, scheint es manchmal doch weniger um methodisch-didaktische als um sachbezogene Motive zu gehen: In unserem Fall könnte beispielsweise die ungeheuerliche Weit des Alls und die Relativität aller Verhältnisse als eine bedrohlich trostlose "Botschaft" aufgefaßt werden. Die Frage, die sich daraus ergibt, hieße dann nicht mehr "Überfordern wir nicht die Kinder mit dem Abstraktionsgrad des Sachverhalts?" sondern "Muten wir den Kindern nicht eine allzu gottferne, in der Tendenz negative Weltsicht zu?"

Diese Frage ist dazu geeignet, eine wichtige Seite des Themas zu erhellen, das mit dem Titel meines Vortrags angesprochen ist. Die Ordnung der Dinge, die wir vorstellen, scheint doch selbst dann eine sinnbezogene Aussage zu transportieren, wenn diese ganz unausgesprochen bleibt. Es ist diese "Botschaft", diese Idee, dieser Erklärungszusammenhang, dies Deutungsmuster, dieser innere Sinnzusammenhang, den wir als Didaktiker sogar an den Stellen zu vermitteln scheinen, an denen wir uns darüber keine Rechenschaft ablegen mögen. Was das Beispiel unserer Darstellung der Ordnung der Himmelskörper betraf, so sahen wir uns plötzlich der Notwendigkeit gegenüber, gewissermaßen Farbe bekennen zu müssen: Sollte unser Bild vom Sonnensystem eher die Seite des Gesetzmäßigen und Verlässlichen oder eher die des Abgründigen und der menschlichen Bedeutungslosigkeit betonen? Damals, im Seminar, war die Meinung geteilt, und die Nachdenklichsten gaben zu, daß sie sich selbst nicht sicher seien, ob es im Sachunterricht darum gehen dürfe oder gar darum gehen müsse, den Kindern ausgerechnet die Konzepte der Wissenschaft zu vermitteln, die wir Erwachsene selber als Destruktion von vorfindlichen Sinnzusammenhängen erfahren.³ Aber was wäre die Alternative? Einfach trotzdem beim Tellurium zu bleiben, erschien manchen wie ein Handeln wider besseren Wissens. "Wie sollen die Kinder etwas über Wissenschaft lernen, wenn ich ihnen etwas beibringe, von dem ich selber weiß, daß es verkehrt ist?", fragt einer.

² Eine interessante Kritik an Piaget unter den Prämissen des "Philosophierens mit Kindern" legt beispielsweise Gareth B. Matthews (1991) vor: *Denkproben. Philosophische Ideen jüngerer Kinder*.

³ Zu den pädagogischen Bedenken gegenüber den pessimistischen Ansichten, die der modernen Naturwissenschaft innezuwohnen scheinen, vgl. E. F. Schumacher: *Der größte Aktivposten - Bildung*, in seiner Schrift: *Small is beautiful. Rückkehr zum menschlichen Maß*. (1982)

2. Die Orientierung am Verfahren oder die Übung des reinen Klassifizierens

Das Dilemma ist ein Beispiel für jenes dialektische Verhältnis zwischen den Aktivitäten "Etwas Ordnen" und "Sinnzusammenhänge entwickeln", das ich im folgenden anhand einer Reihe von Beispielen aus dem Sachunterricht weiter beschreiben möchte. Dabei interessieren mich vor allem die didaktischen Folgen dieses Verhältnisses, nicht so sehr seine Prämissen in Philosophie und Naturwissenschaft. (Dabei müssen diese theoretischen Bezüge in der Erörterung gelegentlich doch gestreift werden, etwa die philosophische Frage, ob es überhaupt möglich ist, erfahrbare Gegebenheiten zu ordnen, ohne gleichzeitig Sinnzusammenhänge herzustellen; oder die wissenschaftstheoretische Frage nach der Funktion bestimmter Leitvorstellungen und dem Prozeß des Wechsels von Paradigmen.)

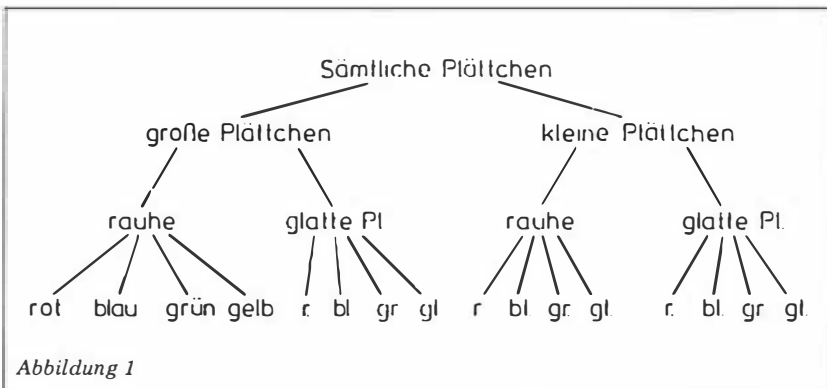
Vielleicht erinnern sich einige unter Ihnen noch an die großangelegten Curriculum-Projekte der frühen siebziger Jahre, etwa das von der einflußreichen "American Association for the Advancement of Science" geförderte Unternehmen "Science - a Process Approach", das von der Göttinger Arbeitsgruppe für Unterrichtsforschung (1971) zu einem Teil auf deutsche Verhältnisse übertragen oder, wie man das damals nannte, "adaptiert" worden ist. Dem lag bekanntlich die Auffassung zugrunde, daß es im naturwissenschaftlichen Unterricht allein darauf ankommen, die Verfahrensweise naturwissenschaftlichen Arbeiten einzuführen und zu üben. Heute, zwanzig Jahre später, mutet die Radikalität vielleicht ein wenig befremdlich an, mit der dieser Gedanke umgesetzt wurde: Die Gegenstände der Erfahrung das, was wir unsere Wirklichkeit nennen, wurde damals ganz und gar als eine Art Vorlage für Verfahrensübungen aufgefaßt, in seine einfachsten Teile zerlegt und in einer streng hierarchisch geordneten Lernsequenz vermittelt.

Ich erinnere an diesen Ansatz, weil er in vollkommen extremer Gestalt eine Idee vom Ordnen enthielt, welche von der Herstellung von Sinnzusammenhängen abzusehen suchte. Es ging hierbei beispielsweise einzig darum, das logisch reine Substrat der Verhaltensform "Klassifizieren" zu vermitteln; das Material solcher Klassifikations-Übungen, seine Charakteristika und Eigenheiten, durften dabei nur insofern eine Rolle spielen, als sie der Herstellung des angestrebten mathematischen Schemas dienten. Worum es im Prozeß des Klassifizierens geht, wurde in der Übersetzung der amerikanischen Vorlage mit folgenden Worten bestimmt:

"Klassifizieren heißt eine Menge von Objekten oder Vorgängen aufgrund ihrer beobachtbaren oder "erschlossenen" Merkmale in eindeutig definierte Teilmengen oder Klassen zu zerlegen. Es handelt sich dabei um eine grundlegende Fähigkeit, die auch außerhalb des naturwissenschaftlichen Bereichs für eine systematische Organisation aller Erfahrungen eine notwendige Voraussetzung ist." (Arbeitsgruppe für Unterrichtsforschung 1971, S. 81)

In der Tat gab es im entsprechenden Sachunterricht Parallelen zur Mengenlehre. In meinem Fachseminar zur Referendarausbildung etwa entstand im Jahre 1973 aus eben solchen bunten Plättchen ein Modell für den Sachunterricht, wie sie für den Mengenlehre-Unterricht damals in den meisten Schulen zur Verfügung standen:⁴

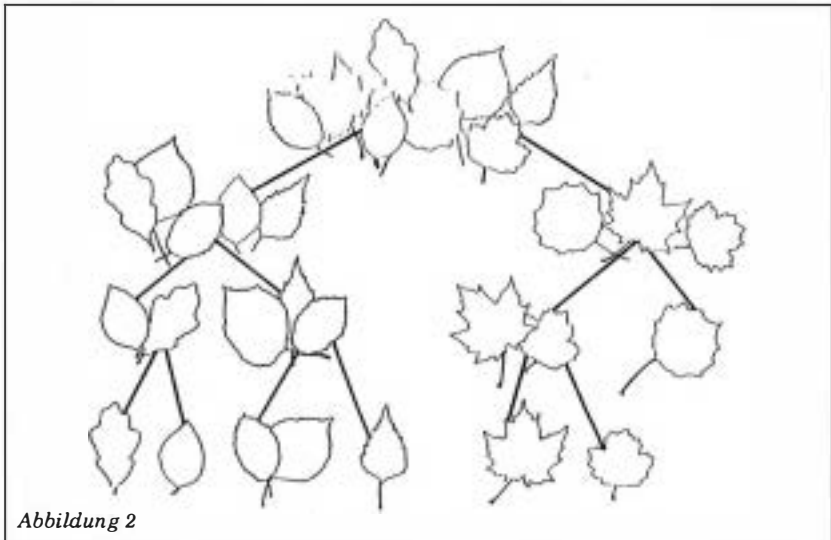
Es ist bezeichnend für den abstrakten und unbedingten Anspruch des verfahrensorientierten Ansatzes, daß die Kinder im ersten Schuljahr das Klassifizieren an drei vollkommen unterschiedlichen Sammlungen von Gegenständen - den Blättern von Bäumen, geometrischen Figuren und Perlen - lernen und üben sollten (Abb. 1).



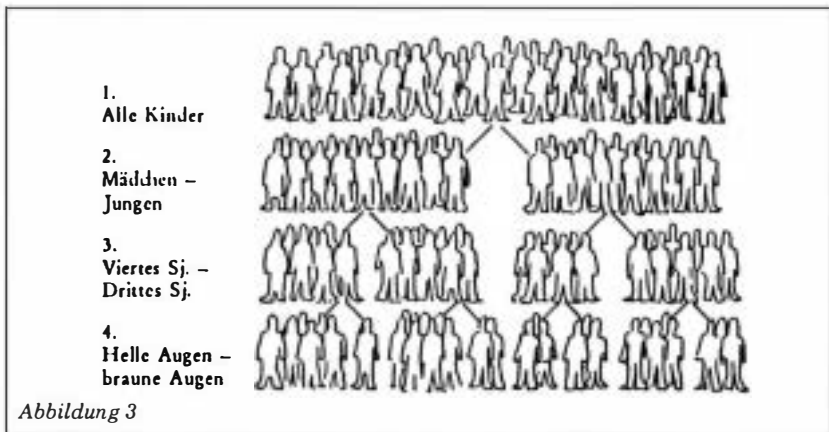
Wir fragten uns angesichts des Unterrichtsentwurfes, ob die dort vorgeschlagene Ordnung von Blättern nach der Größe oder nach der Farbe

⁴ Diese und die folgende Abbildung sind meinem Aufsatz aus dem Jahre 1974 entnommen: *Wir klassifizieren Blätter. Versuch der projektorientierten Arbeit mit einem didaktischen Seminar.*

sachangemessen sei. Denn wir hatten zumal bei der Roßkastanie sehr große und sehr kleine Blätter nebeneinander gefunden, und an den Birken sahen wir im September gelbe neben grünen Blättern. Würde der Blick für das Charakteristische durch derlei Übungen nicht geradezu verstellt werden? Wenn es möglich ist, eine Gruppe "beschädigte Blätter" zu bilden, fragte eine Teilnehmerin, was hindert denn die Schüler daran, kurzerhand ein Blatt zu zerreißen, das sie anders nicht einordnen können? Wir versuchten deshalb, eine Kompromißlösung einzuführen, - einerseits wollten wir auf die Wissenschaftsorientierung in dem vorgeschlagenen Sinne nicht verzichten, andererseits wollten wir aber auch nicht auf die Kenntnis der Arten und ihrer Namen verzichten. So kam ein Ordnungs-Entwurf zustande, bei dem Blätter von Birke, Kirsche, Linde, Buche, Spitzahorn und Zitterpappel auf vier Ebenen arrangiert wurden, zuerst alle zusammen, zweitens nach der Form - die länglichen wurden von den rundlichen Blättern unterschieden -, drittens nach der Grobstruktur des Blattrandes - den "glatten" wurden "gezackte", den "gezifelten" wurden "gewellte" Blattränder gegenübergestellt -, und viertens nach der Feinstruktur des Blattrandes - bei genauerer Betrachtung zeigte sich, daß "gebuchtete" den "glattrandigen", "regelmäßig gesägte" den "schrotsägeförmig gesägten", und "geteilte" "gelappten" Blättern gegenübergestellt werden konnten (Abb. 2).



Um die Grenzen eines solchen Ansatzes genauer bezeichnen zu können, ist es hilfreich, zunächst noch ein weiteres Beispiel zu betrachten. Es geht hier um die Klassifikation der Kinder selbst, die in einer Schulklasse sind. Die Aufgabe wurde von den Schülern der wenig gegliederten Landschule von Hertinghausen bei Kassel, in der ich 1972 unterrichtete, vorgeschlagen, nachdem sie im Sachunterricht Tierbilder geordnet hatten, und mit einigem Enthusiasmus in Angriff genommen. Das Alter, das Geschlecht, die Haarfarbe, die Körpergröße, die unterschiedlichen Augenfarbe wurden als mögliche Ordnungsmerkmale genannt und auf dem Schulhof durch Gruppenbildung ausprobiert. Schließlich einigten sie sich auf die Reihenfolge "Mädchen-Jungen", "Viertes Schuljahr - Drittes Schuljahr" und "Helle Augen - Dunkle Augen". Die Kinder zeichneten die Körperumrisse jedes einzelnen auf eine vierfache Lage von Packpapier, schnitten die Konturen aus und fertigten ein riesengroßes Bild an, das ich hier in verkleinerter Form wiedergebe (Abb. 3).⁵



Eine Kollegin, die das Bild sah, urteilte kritisch: Menschen zu klassifizieren, sagte sie in einer damals öfters gebrauchten Wendung, habe etwas

⁵ Entnommen meinem Aufsatz (1973): *Wissenschaftliches Arbeiten in der Grundschule?* (Wiedergabe in: Helgard Moll-Strobel (Hrsg.), *Grundschule - Kinderschule oder wissenschaftsorientierte Leistungsschule?* Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft 1982, 257-271)

"Faschistoides". Während ich mich seinerzeit mißverstanden fühlte, sehe ich heute eher, was der sinnvolle Kern jenes Einwandes sein könnte: Auch wenn in unserer Alltagsumwelt Menschen dauernd gruppiert, eingeteilt, Klassen und Schichten zugeordnet werden - "Damen" und "Herren", "Raucher" und "Nichtraucher", "Erwachsene", "Kinder" und "Senioren", "Lehrer" und "Schüler", "Anfänger" und "Fortgeschrittene", "Ausländer" und "Deutsche", "Besserverdienende" und "Normalverbraucher" -, so hat diese Ordnung doch eine Grenze, die nicht überschritten werden darf: Die Würde der einzelnen Menschen - ihre Persönlichkeit, ihre Individualität, ihre je besondere Eigentart. Die Kinder, die im Jahre 1972 ihre eigene Gruppe aufteilten, nahmen es als ein Spiel, dessen einzige Konsequenz die Herstellung eines großen Bildes war. Vielleicht empfanden sie die Übung als eine Art der Selbstdarstellung. Jedenfalls schauten sie einander genau an, registrierten und verglichen das, was ihnen sonst selbstverständlich erschien, Augenfarbe, Körpergröße, Gewicht. Ob dabei auch ihr Respekt voreinander gewachsen ist? Die Kinder, die eine Sammlung von Blättern zu ordnen unternahmen, waren zum genauen Hinsehen, zum Fühlen und Vergleichen gezwungen. Sie nahmen wahr, was sie sonst vielleicht übersehen hätten, die Härchen am Buchenblatt, die unterschiedliche Textur verschiedener Blätter, ihren verschiedenartigen Geruch. Ob sie dabei auch die Schönheit dieser Gestalten begriffen haben?

Bei einem Kurs zur Ausbreitung ("Dissemination") des Curriculum "Science-A Process Approach" im Jahre 1970 in München hatte eine Angehörige des Leitungsteams erklärt, daß es auf den inhaltlichen Gehalt von Themen nicht ankomme: "Wir benutzen die Themen nur, um das Interesse der Schüler zu gewinnen. Es geht einzig um den Prozeß wissenschaftlichen Arbeitens. Sie glauben, sie lernen Inhalte, aber in Wirklichkeit lernen sie Prozesse." Prozesse, so habe ich es seinerzeit verstanden, bilden den Ursprung aller menschlichen Erkenntnis. Auf lange Sicht, tragen sie die Inhalte und Konzepte als etwas, das aus ihnen selber hervorgegangen ist, wie der Fluß die Eisschollen trägt, die in seinem Wasser treiben. Demnach ginge die Tätigkeit des Ordners der Herstellung von Sinnzusammenhängen voraus. Je besser wir das eigentliche logische Substrat des Ordnungs-Prozesses beherrschen lernen, umso genauer werden unsere Erkenntnisse das Wesen der Dinge und Sachverhalte treffen. Die Vorstellung von der Auflösung fixierter Erkenntnisstrukturen in Prozesse hat auch heute noch viel Einleuchtendes für sich. Die Welt zu verstehen, - das bedeutet doch vor allem, genau zu beobachten, die Bedeutung von Zeichen zu

ermitteln und, das Wichtige vom Unwichtigen unterscheiden zu lernen.

Dennoch haben die geschilderten Versuche der "Wissenschaftsorientierung" des Sachunterrichts aus den frühen siebziger Jahren ihre modellartige Bedeutung nicht völlig unverdient verloren. Der Versuch, wissenschaftliche Verfahren gewissermaßen ohne jeden Bedeutungsgehalt zu übertragen, müßte im besten Fall eine Art Virtuosität erzeugen. Der menschliche Anspruch auf "Verstehen" scheint demgegenüber eher auf die dauernde Konstruktion und Rekonstruktion von übergreifenden Sinnzusammenhängen, von Weltbildern und Erklärungsmustern gerichtet. Gemessen an diesem Verlangen müssen unsere prozeßorientierten Klassifikations-Übungen trivial bleiben. Denn welche übergreifenden Strukturen, Sinnzusammenhänge und Erklärungsmuster können in diesem Netz schon aus dem Strom des Geschehens herausgefischt werden? Nicht die Unangemessenheit ihrer erkenntnistheoretischen Prämisse ist es, was ihren Wert im Sachunterricht mindert, sondern die geringe Reichweite ihrer welterschließenden, wirklichkeitserklärenden Wirkung.

3. Der ökologische Impuls oder der Zusammenhang von Paradigma und Ordnungsmuster

Wenn die Ordnung der Erfahrung für den Aufbau des Weltbildes von Kindern tatsächlich zentral bedeutsam sein sollte, - wie ist es dann zu erklären, daß der Prozeß der Herstellung von Ordnung vergleichsweise selten selber zum Gegenstand didaktischer Betrachtung oder gar zum Thema des Sachunterrichts gemacht wird? Wahrscheinlich ist die Ordnung der Dinge in unseren Erörterungen als gegeben vorausgesetzt, und vermutlich wird sie den Kindern mit all dem zusammen vermittelt, was wir ihnen an Themen und Inhalten anbieten. Wir übergeben den Kindern eine wohlgeordnete Weltsicht. Wenn die innewohnenden Muster auch nicht offen zutage treten, so bilden sie doch so etwas wie das heimliche Rückgrat, das stützende Gerüst dessen, was der Sachunterricht vermittelt, ein Instrument zur Orientierung der Wahrnehmung, ein Maßstab zur Auswahl von Themen und Fragen. Beispielsweise bietet der Wechsel der Jahreszeiten ein solches Gerüst zur Verankerung im flußartigen Prozeß der Erfahrung. Ich möchte diese nur angedeutete Spur hier nicht weiter verfolgen, obwohl es sicherlich interessant wäre, die im Sachunterricht in der Tat praktizierten, mehr oder weniger heimliche Muster einmal ans Licht zu

heben, um sie beispielsweise mit dem zu vergleichen, was Jean Piaget und andere als "Das Weltbild des Kindes" beschrieben haben.

Mir geht es hier lediglich um den Hinweis darauf, daß es sich um kaum reflektierte Ordnungsmuster handelt. Erst im Angesicht einer neuen Ausrichtung unserer Arbeit kommt uns die Bedeutung dieser unsere Vorstellung tragenden Strukturen zu Bewußtsein. Dann wird auch deutlich, welch ein mächtiges Instrument die Darstellung der Ordnung der Dinge für den Prozeß der Erkenntnis sein könnte, wenn sie bewußt und planvoll vorangetrieben würde. Der Gedanke soll am Beispiel der ökologischen Orientierung des Sachunterrichts kurz und konkret ausgeführt werden.

Es ist vielleicht übertrieben, eine Art bevorstehenden Paradigmenwechsel in der Didaktik des Sachunterrichts anzukündigen, wenn auch die Ausbreitung ökologischer Vorstellungen weltweit zu beobachten ist. Verglichen mit der Phase der Wissenschaftsorientierung in den siebziger Jahren erscheint dieser neue Schub nachhaltiger wirksam und "Vielfältiger" vorgetragen (von verschiedenen Kräften der Gesellschaft vorangetrieben) zu werden. Jedenfalls gilt die Forderung als unumstritten, daß Elemente der "Umwelterziehung", der "Ökologischen Bildung" o. ä. in den Sachunterricht integriert werden sollten. Der neue Impuls zielt auf ein didaktisch umfassendes Gebilde, erhebt einen erzieherischen Anspruch, mit dem über die Vermittlung von Kenntnissen hinaus auch die Gefühle der Kinder angesprochen und ihr persönliches Verhalten verändert werden soll. Gerade in der deutschen Diskussion um Umwelterziehung wird dieser umfassende Anspruch nicht allein von den sog. Ökopädagogen verfochten, sondern durchgängig auf allen Seiten betont.⁶ Es liegt auf der Hand, daß damit nichts gegen die kognitive Komponente gesagt ist, denn auf eine selbstverständliche Weise hängen Gefühle, Handlungen und Erkenntnisprozesse miteinander zusammen. Ich möchte im Kontext meiner Überlegungen hier einige typische Muster des Erkenntnisbezuges herausgreifen, um den Zusammenhang zwischen der Ordnung der Wirklichkeit und der neuen ökologischen Betrachtungsweise zu beleuchten.

Eine der folgenreichsten Einsichten, die eine ökologische Betrachtungsweise

⁶ Hier sei nur an die immer wieder vorgetragene Position von Reinhold Lob von der "Zentralstelle für Umwelterziehung" an der Universität Essen erinnert. Die Zahl der didaktischen Handreichungen für eine nicht-naturwissenschaftliche Umwelterziehung nimmt zu, vgl. etwa: v. Criegern u.a. (1991)

gewährt, besteht in der Erkenntnis, daß Erscheinungen miteinander verbunden sind und voneinander abhängen, die der naive Blick zunächst als isolierte Größen wahrnimmt. Es ist das Grundmuster dieser Einsicht, das erst die unmittelbar gar nicht erfahrbaren, oft genug unsichtbaren Ursachen der Umweltkrise begreifbar und damit bearbeitbar werden läßt. Seit etwa fünfzehn Jahren können wir im Sachunterricht oder den entsprechenden Lernbereichen im Schulwesen des Auslandes zunehmend didaktische Bemühungen zur Vermittlung solcher Zusammenhänge verfolgen. Ich gebe eine Reihe von Beispielen zum Thema "Nahrungskette". (Abb. 4-7)

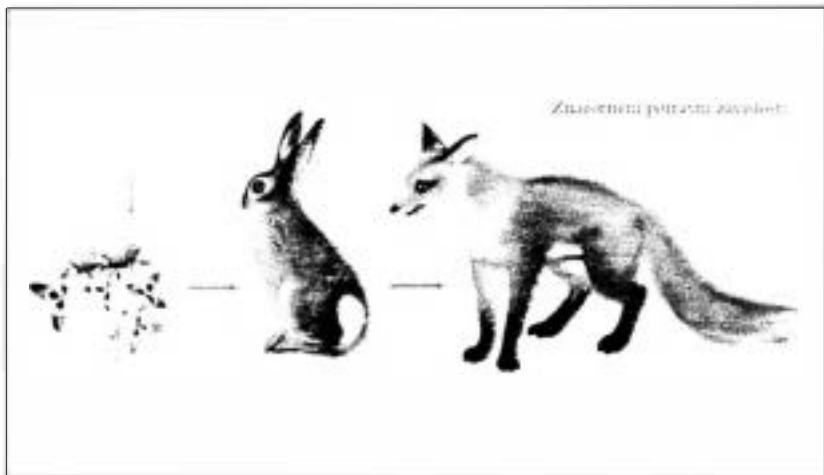


Abb. 4: Darstellung einer Nahrungskette in einem Schulbuch aus der CSSR für die dritte Klasse (Statni Pedagogicke 1979).

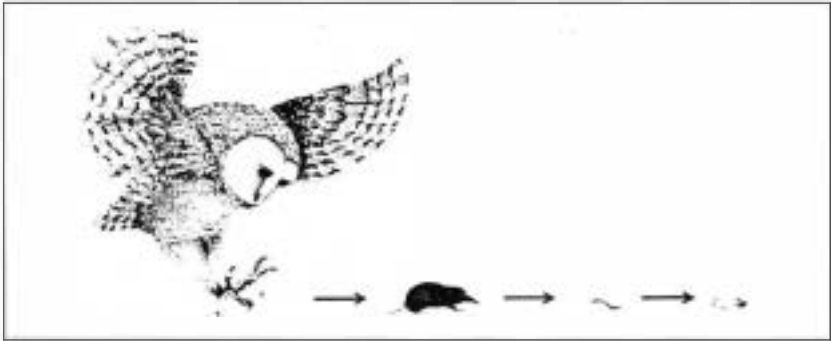


Abb. 5: Darstellung einer Nahrungskette in einem Schulbuch aus der Bundesrepublik Deutschland für die dritte Klasse (Schreier u.a. 1980).



Abb. 6: Darstellung einer Nahrungskette in einem Schulbuch aus Schweden für die dritte Klasse (Ragner / Sundberg 1980)

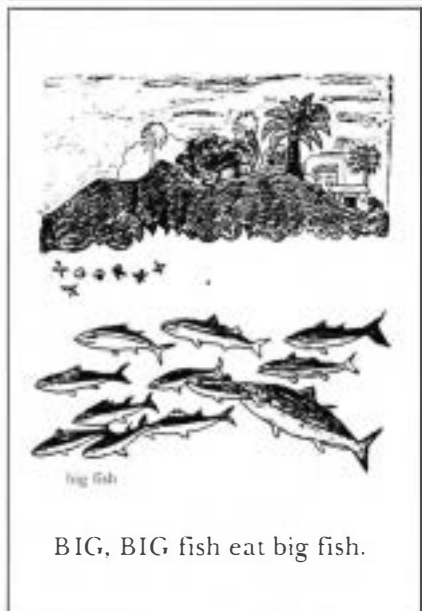
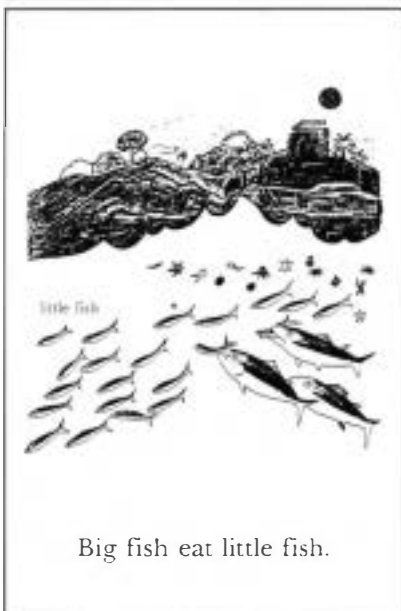
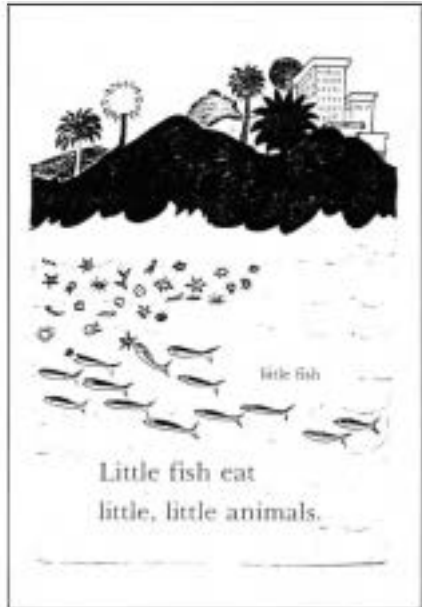




Abb. 7 (a-f): Darstellung einer Nahrungskette in dem amerikanischen Buch "Tunafish Sandwiches" für Schüler in Kindergarten und erste Klasse (Walcott 1975)

Es ist nicht allzu schwierig, bei ein wenig didaktischer Phantasie und Sachkenntnis auf der Grundlage der Vorstellung von Nahrungsketten, die hier vermittelt worden ist, die nächsten Schritte einer Lernsequenz zu entwickeln. Um die Möglichkeit einer solchen Fortführung wenigstens kurz anzudeuten, sei auf die ökologische Regel verwiesen, daß die Masse innerhalb einer Nahrungskette von Glied zu Glied im Verhältnis von jeweils 1:10 abnimmt, so daß etwa die Fischbrut das Zehnfache des Eigengewichts an Plankton verbraucht, die kleineren Raubfische wiederum das Zehnfache an Fischbrut fressen müssen usw.⁷ Damit bietet sich die Darstellung einer sog. Nahrungspyramide als nächster Schritt an. Es ist gut vorstellbar, daß Kinder der Grundschule etwa

⁷ Vgl. Paul Colinvaux: *Why Big Fierce Animals Are Rare*. (1980) C. gibt eine für den Laien verständliche Darstellung des Kalorien-Umsatzes von Lebewesen; er erläutert auch das Zustandekommen von Ausnahmen innerhalb der Nahrungsketten, wie etwa im Falle der Meerestiere den Bartenwal.

mit Hilfe von Stempeln als Gemeinschaftsarbeit für die ganze Klasse diese Verhältnisse sinnlich annähernd erfahrbar abbilden können. Eine weitere Facette dieses Zusammenhangs ist bekanntlich die Anhäufung von Schwermetallen und anderen Giften in der Nahrungskette, wie sie für DDT zuerst von Rachel Carson in dem bekannten Buch "Der stumme Frühling" 1962 beschrieben worden ist. Derartige Akkumulationsprozesse hängen ursächlich mit zahlreichen Erscheinungen der Umweltzerstörung zusammen, vom Aussterben bestimmter Vogelarten bis zum Robbensterben in der Nordsee, und sie bedrohen die menschliche Gesundheit unmittelbar, man denke nur etwa an die Diskussion um Giftstoffe in der Muttermilch. Das Verständnis dieser Zusammenhänge enthält also eine Art Schlüssel für Erscheinungen, die allenthalben hervortreten und wahrscheinlich auch in der Zukunft als heute kaum absehbare Konsequenzen der Umweltkrise vorkommen werden. Innerhalb der Lernsequenz, die ich hier skizziere, wäre die Darstellung der Ablagerung und Anhäufung bestimmter Gifte angesichts der Nahrungspyramide ein nächster erreichbarer Lernschritt; Kinder könnten beispielsweise mit Hilfe von Punkten den Vorgang annähernd verdeutlichen, bei dem die Konzentration etwa der im Wasser enthaltenen Schwermetalle bis zum Thunfisch potenziert wird.

Belassen wir es bei diesen Andeutungen. Im Kontext unserer Thematik mag das Beispiel folgende Überlegung illustrieren: Die Herausforderung der ökologischen Krise bedeutet für uns Didaktiker möglicherweise ein Ausblenden von Ordnungsmustern, die dem Lehrplan des hergebrachten Sachunterrichts innewohnen (und nicht unbedingt offen zutage liegen), zugunsten der planvoll vorangetriebenen Entwicklung von Ordnungsmustern, die den Sinnzusammenhängen des ökologischen Paradigmas entsprechen.

4. Taxonomie zwischen Darwinismus und Kladismus oder die Ambiguität der Wissenschaft

Ein Interferenz-Gebiet zwischen Naturwissenschaft und Didaktik tut sich regelmäßig an der Stelle auf, an der die Prämissen der Wissenschaft, die ihr unausgesprochen zugrundeliegenden Annahmen, thematisiert und verhandelt werden. Die Fähigkeit, Unabgeschlossenheit und Unsicherheiten anstelle eines festgefügtten Erklärungszusammenhangs akzeptieren zu können, ist nicht unbedingt eine Voraussetzung wissenschaftlicher Arbeit. Die Ambiguitäten

des Weltsinnes sind für viele Menschen - Wissenschaftler und Nichtwissenschaftler - schwer zu ertragen. Die Ordnung der Dinge soll, so erwarten es die meisten, ein Bild von der Welt geben, wenigstens die eine alte Frage beantworten helfen, wie alles miteinander zusammenhängt.

Wie viele unbewiesene und unbeweisbare Annahmen ich selbst stillschweigend als wissenschaftlich erwiesen übernommen hatte, ist mir beispielsweise im September 1983 zu Bewußtsein gekommen, als ich Dr. Dacey in Yorkshire besuchte. Man hatte mir Henry Dacey als einen der weltweit führenden Experten auf dem Gebiet der zweiflügligen Insekten (Diptera) vorgestellt, und obwohl ich an kaum etwas weniger Interesse hätte finden können als an Mücken und Moskitos - ich war unterwegs, um die britischen Field Studies Centres erkunden -, brachte ich ihm das Fossil einer Mücke aus dem Tuff von Willershausen bei Göttingen mit. Ich dachte, das Fundstück werde vielleicht als ein verbindendes Glied unserer Interessen dienen können - seine Insektenforschung und meine leidenschaftlich, wenn auch dilettantisch betriebene Fossilensuche, die mich immer wieder zu Spekulationen über die Genese des Lebens, ja über die Funktion des Menschen in der Welt angeregt hatte. Zu meiner Überraschung zeigte sich Dacey nicht im geringsten interessiert an Spekulationen über das mögliche Alter des Fossils oder über eine Verknüpfung rezenter Insekten mit dem Ahn von Willershausen. Er führte mich zu seinen Schranktüren, in denen er Zehntausende von Diptera-Spezies verwahrte, bestimmte die fossile Form mit Hilfe einer Lupe und zeigte mir, an welcher Stelle seines ingenios ausgedachten Systems der Stein "wahrscheinlich" einen Platz finden würde. Leider, so sagte er bedauernd, könne man von einem Fossil kaum je genügend Informationen für eine exakte Bestimmung erhalten. Er mußte bemerkt haben, daß mich seine offensichtliche Geringschätzung des Fossils merkwürdig berührte, denn er fragte mich rasch, ob ich vom Phylogenetischen Kladismus gehörte habe ich die Werke meines Landsmannes Willi Hennig, des größten Biologen des Jahrhunderts, kenne, ob ich wüßte, daß Charles Darwin einmal hier, in diesem Hause in Malham Tarn, gewohnt habe? Als ich verneinte, schlug er mir einen Spaziergang vor, und in den nächsten drei Stunden, während wir auf die Kalk-Klippen, die an dem kleinen See aufragten, hinaufkletterten und die Bretterwege durch das angrenzende Sumpfgelände wanderten, hielt er mir einen langen, fesselnden Vortrag über die Evolutionslehre und deren Unhaltbarkeit. Ausführlich erzählte er von den Lehrern Darwins, von der tiefen Frömmigkeit, die diese

Männer geprägt hatte und von der sich Darwin unter Schmerzen in dem aufkommenden materialistischen Klima gelöst habe. Willi Hennigs Leistung sei es gewesen, die Kritik der verfügbaren Instrumente zu leisten und zu zeigen, daß Wissenschaft strenggenommen auf das beschränkt werden müsse, was überhaupt gewußt werden könne.

Erst viel später, nachdem ich einige Schriften zur Kontroverse zwischen Kladisten und Darwinisten gelesen hatte, ist mir deutlich geworden, daß ich damals nicht einem eigenwillig denkenden, aber im Prozeß der Wissenschaft abgesonderten Forscher zuhören durfte, sondern eine erste Einführung in den Kladismus (von gr. *klades* = Zweig) erhielt, jene gleichsam agnostische Strömung der Wissenschaft vom Leben, deren Einfluß innerhalb der Biologie zuzunehmen scheint.⁸ Kladisten wenden sich vor allem gegen zentrale Grundannahmen des Darwinismus, deren hypothetischen, ja unhaltbaren Charakter sie entlarven. Kladisten betreiben eine rigoros genaue Bestimmungsarbeit der jetzt lebenden Formen; sie verzichten auf spekulative Aussagen über die Herkunft von Lebewesen. Man hat über die dem Kladismus zugrundeliegenden Einstellung gesagt: "Kladisten leben mit dem Zweifel" (Bethell 1986, S. 71). Dies schließt auch den Zweifel an dem Grundaxiom der Darwinschen Evolutionslehre ein, nämlich die Konstruktion hypothetischer Ableitungen innerhalb eines materialistischen Kontextes. Es paßt in dies Bild, daß mir Henry Dacey als ein Mensch begegnet ist, der ein ungeheuer reiches Wissen mit einer tiefen, religiösen Weisheit verband. Ich frage mich, ob er, wäre er Darwinist gewesen, ebenfalls Gedichte hätte schreiben können.⁹

Einer der Kritikpunkte an der Darwinistischen Ordnung des Tierreichs erscheint mir trotz seiner barbarisch graecisierten Bezeichnung durch Hennig

⁸ Die Technik kladistischer Taxonomie beschreibt H.H.L. Dacey (1983): *A Synopsis of the Taxonomist's Task, with particular Attention to Phylogenetic Cladism*. Einer der Hauptvertreter des Kladismus gibt eine kurze Darstellung der Methode und der Kontroverse mit dem Darwinismus: Colin Patterson: *Cladistics*. (1980); eine Entgegnung findet sich bei: Alan Charig (1981): *Cladistics: a different point of view*. Eine Zusammenfassung der Kontroverse unternimmt Steven D. Schafersman (1985): *Anatomy of a Controversy: Halstead vs. the British Museum (Natural History)*. Eine anspruchsvolle populärwissenschaftliche Darstellung bietet Tom Bethell (1986): *Creation and Evolution*.

⁹ Ibn dem o. a. Kapitel *Die größte Ressource-Bildung* seines Buches *Small is beautiful* zitiert Schumacher die Tagebuch-Aufzeichnungen des alten Darwin als Beleg für seine These, daß eine materialistisch fundierte Naturwissenschaft zur geistigen Verarmung von Menschen führen müsse.

besonders klar und deutlich: Es ist der Vorwurf der Paraphylie. Damit ist die Klassifizierung von Tieren anhand des Fehlens eines bestimmten Merkmals gemeint. Das beste Beispiel ist wohl die große Gruppe der Wirbellosen, aus denen sich bekanntlich die Wirbeltiere entwickelt haben sollen. Die Wirbellosen umfassen Protozoen und Insekten, Muscheln, Würmer und Krebse, - eine verblüffend vielfältige Gruppe, die allein durch den Anspruch der Evolutionslehre zusammengehalten wird. Im Sinne der Aristotelischen Logik könne man auch Erdbeeren und Sitzmöbel als "wirbellos" klassifizieren, sagen die Kladisten, wohl nicht ohne Polemik.

Was hat dies alles nun mit Didaktik zu tun? Als interessierter Laie finde ich es bemerkenswert, daß ich über die Auseinandersetzung zwischen den Vertretern des wissenschaftlichen Darwinismus mit dem sog. Kreationismus der christlichen Fundamentalisten immer wieder etwas zu lesen und zu hören bekomme. Die Wirkung solcher Berichte sehe ich vor allem als Affirmation der Darwinschen Position; wie viele andere fühle ich mich motiviert, mit meiner didaktischen Arbeit dafür einzutreten, daß Wissenschaft und Religion als voneinander getrennte Sphären gelten. Aber ich finde es irritierend, daß die innerwissenschaftlichen Kontroversen um die Darwinismus nahezu unter Ausschluß der Öffentlichkeit verhandelt werden, denn insofern, als es dabei um Prämissen und Kontexte geht, die den Rahmen der Taxonomie überschreiten, sollte ein solcher Wissenschaftsstreit die Öffentlichkeit doch etwas angehen. Wie aber läßt sich - vorausgesetzt, diese Prämisse meiner eigenen Arbeit ist akzeptabel -, eine solche Kontroverse ins Bewußtsein von Schülern heben? Ich habe versucht, eine Geschichte zu schreiben, die im Unterricht ähnlich wie die anderen "Geschichten zum Nachdenken" eingesetzt werden kann, mit denen ich seit einige Zeit in Grundschulklassen experimentiere. Derartige "Geschichten" begnügen sich mit der Exposition von Problemen, die tatsächlich ungelöst sind. Beim Vorlesen in "Nachdenkstunden" hat sich gezeigt, daß viele Kinder gern über ungelöste Probleme und Dilemmata spekulieren. Manchmal scheint mir das Bedürfnis, eine schwierige Frage endgültig zu entscheiden und damit dem Spekulieren ein Ende zu bereiten, auf Seiten der Erwachsenen, zumal der Lehrerinnen, eher verbreitet als bei Kindern, die wahrscheinlich daran gewöhnt sind, mit vielerlei Unsicherheiten und unbekanntem Einflüssen zu leben. Hier also mein Spekulationsangebot zum Problem der Ordnung von Lebewesen:

Der Seestern

Bernd und Ludwig sammeln am Strand Muschelschalen und andere interessante Dinge. Sie breiten ihre Schätze auf einer Decke aus. Ludwig legt die Muscheln ordentlich in Reihen nebeneinander: "Das hier sind lauter Herzmuscheln", sagte er. "Und hier die langen sind Sandklaffmuscheln. Hier ist eine ganz hellbeige, die anderen sind dunkelbraun und haben weiße Flecken, wo die Farbe abgeblättert ist. Die sind sicher älter. Die beige ist die jüngste und muß ganz vorn in die Reihe."

"Ich finde die Engelsflügel am schönsten", sagt Bernd. "sie haben so viele verschiedene Farben. Die hier sieht aus wie Rauch."

- "Und wohin sollen wir die anderen Sachen legen?"

- "Also die Steine und die drei Glasscherben kommen extra", schlägt Bernd vor, und sie legen die flachen Kieselstein, die plumpen Feuersteinbrocken und die abgeschliffenen Flaschenscherben in eine zweite Reihe.

"Und jetzt die Krebse", sagt Ludwig. Er legt eine Handvoll Scheren und Schalen auf die Decke. "Der hier ist noch ganz, er kommt als erster in die Reihe", meint Ludwig. "Oder als letzter", sagt Bernd, "dann sieht es aus wie ein Ergebnis." "Na gut", stimmt Ludwig zu und betrachtet die Sammlung. "Die Steine und Scherben liegen jetzt alle hier. Das sind die toten Dinge. Und die Muscheln und Krebse liegen alle hier. Das sind die Dinge von Lebendigem. Und wir haben von jedem zwei: Steine und Scherben, und Muscheln und Krebse."

"Aber wohin mit dem Seestern?", fragt Bernd und zeigt Ludwig den kleinen Seestern, den er die ganze Zeit über in der Hand versteckt hatte.

Ludwig betrachtet den Seestern und zeigt auf die Reihe der Krebse: "Leg ihn dahin! Dann haben wir hier lauter Muscheln mit verschiedenen Sorten und da lauter Dinge von Lebendigem, die keine Muscheln sind. Auch mit verschiedenen Sorten."

"Du meinst 'Muscheln' und 'Nicht-Muscheln'?", fragt Bernd. "Genau, - 'Nicht-Muscheln' - das ist es!", ruft Ludwig.

"Aber irgendwie stimmt das doch nicht", meint Bernd. "Nämlich die andern Tiere sind ja dann alle einfach 'Nicht-Muscheln'. Da zum Beispiel die Möwe ist eine 'Nicht-Muscheln', und die Wolken am Himmel sind auch lauter 'Nicht-Muscheln'!"

- "Das mit den Wolken stimmt erstmal nicht", antwortet Ludwig. "Die gehören ja zu den toten Dingen."

- "Aber die Möwen und die Fische und was es sonst noch alles gibt - alle die wären dann 'Nicht-Muscheln'", lacht Bernd. Er legt den Seestern extra auf einen besonderen Platz: "Da finde ich die alten Namen genauer."

Ludwig zieht seine Augenbrauen hoch. Auf seiner Stirn bilden sich dabei lauter Querfalten. Nach einer Weile sagt er: "Ich hab's. Es ist nämlich so gewesen: Ganz am Anfang, als es noch keine Menschen gegeben hat, da hatten alle Tiere um sich herum dicke Schalen, so wie die Muscheln. Später dann haben manche Tiere dünnere Schalen bekommen, damit sie sich besser bewegen konnten. Das waren die Krebse. Und noch später ist die Haut noch dünner geworden, wie bei den Seesternen." Er nimmt den Seestern und legt ihn unter die Reihe von Krebsteiern. "So ist die Geschichte gewesen: Zuerst die Muscheln, dann die Krebse, dann die Seesterne."

Bernd staunt. "Woher weißt du denn das alles?" fragt er. "Ich habe nachgedacht", sagt Ludwig. "Du hast es dir so ausgedacht!, ruft Bernd. "Aber wie willst du denn sonst", fragt Ludwig zurück, "Ordnung in unsere Sammlung kriegen?"

5. Nachbemerkung oder eine Bemerkung zum Anspruch der Pädagogik im Zeitalter der Postmoderne

Ich habe versucht, das Verhältnis zwischen den Prozessen des Ordnen und des Herstellens von Sinnzusammenhängen unter didaktischer Perspektive zu fassen. Es ist zur Darstellung von vier völlig unterschiedlichen Aspekten geraten, die keinerlei Anspruch darauf erheben können, aus einer Systematik abgeleitet zu sein. Sicherlich gibt es noch ganz andere Facetten, die anderen aus ihrer je besonderen Perspektive wichtig sind. Schlimmer noch als dieser Eklektizismus ist die Heterogenität der Beispiele selbst, was die einfache Reihung der Themen zeigt: Die Abgründigkeit, die sich hinter dem Tellurium auftut; die Sackgasse der Ratlosigkeit, in die das reine Üben von Klassifikationsverfahren zu führen scheint; der Anspruch neuer Leitvorstellungen, im Unterricht neue Ordnungsmuster zu vermitteln; und das Problem eines Wissenschaftsstreites um die Ordnung der lebendigen Welt. Das sind doch vier Themen, die vollkommen unverbunden nebeneinander zu stehen scheinen. Angesichts dieser Sammlung von Bruchstücken, - wie könnte man hoffen, den zugrundeliegenden Nenner, das passende Ordnungsmuster, den treffenden Sinnzusammenhang zu finden?

Die Aufgabe vor der ich hier stehe, nämlich eine Ordnung in die Verschiedenartigkeit meiner Vorstellungen und Überlegungen zu bringen, entspricht in

mancher Hinsicht der geistigen Situation der sog. Postmoderne. Während aber unter den Prämissen postmodernen Denkens die Montage von Versatzstücken legitimiert wäre, möchte ich mich doch bemühen - wer kann schon über den Schatten seiner Vergangenheit springen? - das gemeinsame Band zu ermitteln, das allen gleichermaßen innewohnen könnte. Meinen Beispielen scheint nämlich trotz allem ein pädagogischer Sinn inhärent, den ich auf den Sachunterricht beziehen und als "Qualität der Auseinandersetzung mit der Welt der Dinge und Sachverhalte" bezeichnen möchte. Was dieser Qualitätsbegriff bedeutet, kann vielleicht mit dem folgenden Zitat aus einem Artikel von John Dewey angesprochen werden. Dewey redet hier über die politische Verantwortung der Lehrerschaft:

"Wenn ein Lehrer konservativ ist und seine Stimme Kräften leihen möchte, die mir reaktionär erscheinen und die am Ende, von meinem Standpunkt aus betrachtet, das gegenwärtige Chaos nur vermehren, dann laßt ihn dies auf jeden Fall auf intelligente Weise tun, nachdem er die Situation studiert und auf der Grundlage rationaler Beschäftigung mit den Dingen eine bewußte Wahl getroffen hat. Ein Gleiches gilt für den Liberalen und den Radikalen."¹⁰ Es handelt sich also um eine einigermaßen subtile Vorstellung von Qualität, - eine Vorstellung, die das Ergebnis, zu dem jemand kommt, der sich mit einer Sache befaßt, für weniger wichtig hält als die Klarheit seiner Gedanken, den umfassenden und umsichtigen, alle Möglichkeiten in Erwägung ziehenden Charakter seiner Studien, die Tiefe und Schärfe seiner Überlegungen, die Nachhaltigkeit seiner Mühen. Mit einem Wort, die Aufmerksamkeit ist völlig auf den Prozeß der Herstellung von Ordnungen und Sinnzusammenhängen konzentriert.

Es scheint mir darüber hinaus auch ein konkreter Anhaltspunkt für die Beurteilung der gesuchten Qualität gegeben, der aus der prinzipiellen Unabschließbarkeit des in Frage stehenden Prozesses folgt. Die unverrückbar festgefügte Ordnung der Dinge, wenn sie irgendwo festgestellt wird oder festgeschrieben in der Form einer fixen Vorstellung erscheint, sollte uns Pädagogen mißtrauisch stimmen. Vielleicht ist es logisch möglich, die Auseinandersetzung mit der Wirklichkeit im Sinne der Suche nach Ordnungen und Sinnzusammenhängen als bloße Übung einer spezifischen Fähigkeit des men-

¹⁰ Das Zitat entstammt einer Rede Deweys aus dem Jahre 1935, *The Teacher and His World*, dt. *Lehrer und ihre Welt*, in: Helmut Schreier (Einleitung, Auswahl, Kommentar): John Dewey: Erziehung durch und für Erfahrung. (1986, S. 257)

schlichen Geistes aufzufassen, während die Welt objektiv längst geordnet ist. Pädagogisch bedeutsam wird unsere Arbeit jedoch erst mit der Voraussetzung, daß die Welt selbst immer wieder aufs neue der Ordnungs- und Sinnsuche von Menschen bedarf.

Literatur

- Arbeitsgruppe für Unterrichtsforschung in Göttingen: Weg in die Naturwissenschaft. Ein verfahrensorientiertes Curriculum im 1. Schuljahr. Stuttgart: Klett 1971
- Bethell, T.: Creation and Evolution. In: "Dialogue" 1/1986, 66-71
- Brandwein, P.: Concepts in Science. New York: Harcourt, Brace & World 1966
- Brandwein, P.: Substance, Structure and Style in the Teaching of Science. New York: Harcourt, Brace & World 1965
- Carson, R.: Der stumme Frühling. München: Biederstein 1962
- Charig, A.: Cladistics: a different point of view. In: "Biologist" Vol 28, 1981, 19-20
- Colinvaux, P.: Why Big Fierce Animals Are Rare. Harmondsworth: Penguin 1980.
- Disey, H.H.L.: A Synopsis of the Taxonomist's Task, with particular Attention to Phylogenetic Cladism. In: "Field Studies", (1983) 5, 841-865
- Matthews, G.: Denkproben. Philosophische Ideen jüngerer Kinder. Berlin: E.G. Freese Verlag 1991
- Patterson, C.: Cladistics. In: "Biologist" Vol. 27, 1980, 234-240
- Ragner, B. / Sundberg, M.: Via ser os omkring. Hembygdskunskap ak 3 vt. Elevbok. Stockholm: Natur och Kultur 1980
- Schafersman, S.D.: Anatomy of a Controversy: Halstead vs. the British Museum (Natural History). In: L. R. Godfrey (ed.), What Darwin Began. Allyn & Bacon Publ. 1985, 186-219
- Schreier, H. u.a.: Unsere Sache. Band 3. Paderborn: Ferd. Schöningh 1980
- Schreier, H.: Wir klassifizieren Blätter. Versuch der projektorientierten Arbeit mit einem didaktischen Seminar. In: Sachunterricht und Mathematik in der Grundschule (1974) 9, 425-433
- Schreier, H.: Wissenschaftliches Arbeiten in der Grundschule? In: Unterricht heute" (1973) 1, 215-224
- Schreier, H. (Einleitung, Auswahl, Kommentar): John Dewey: Erziehung durch und für Erfahrung. Stuttgart: Klett-Cotta 1986, 257
- Schumacher, E. F.: Der größte Aktivposten - Bildung. In: Ders., Small is beautiful. Rückkehr zum menschlichen Maß. Reinbek bei Hamburg: Rowohlt 1982
- Statni Pedagogicke: Prirodovedwa.4. Prag 1979
- v. Criegern u.a.: Die andere Seite der Umwelterziehung. Düsseldorf: Cornelsen 1991
- Walcott, P.: Tunafish Sandwiches. Reading, Mass.: Addison-Wesley Publishing Co. 1975

WEGE DES ORDNENS ORDNUNGSSTRUKTUREN GEWINNEN: AUS FACHSYSTEMATIKEN ODER AUS ERFAHRUNGSWELTEN

Maria-Anna BÄUML-ROßNAGL
Ludwig-Maximilians-Universität München

Was macht das "Ordnen" eigentlich sinnvoll? Diese Problemstellung möchte ich aus meiner Arbeit heraus - als Grundschulpädagogin mit sachunterrichts-didaktischem Schwerpunkt zu beantworten suchen. Gleichzeitig ist es mir wichtig, anthropologische Fragestellungen in diese Reflexionen einzubringen. Ich stehe also irgendwie "zwischen den Disziplinen" und habe keinen fachlich bestimmten Standort - das will ich nicht verleugnen. Im Gegenteil, ich habe das für diesen Vortrag geradezu thematisiert.

Wie können wir zu Ordnungsvorstellungen kommen? Sind für uns heute in einer Didaktik, die ins nächste Jahrtausend führt, fachdidaktische (z.B. naturwissenschaftliche) Inhalte noch ausreichend für das unterrichtliche "Ordnen"? Reichen fachdidaktische Ordnungsmöglichkeiten aus für Bildungswege, Wege in dem Sinne, wie Herr Köhnlein diese in der Wegmethapher eingebracht hat¹? Und die weitere Frage: Sind didaktisch-methodische Wege durch die Naturwissenschaftsdidaktiken bereits ausreichend beschrieben? Die andere Frage, die Sie gestellt haben, Frau Müller-Steger, ist die Frage nach der Kindorientierung, die auch im letzten Problembeitrag aufgeleuchtet ist, also die Frage nach dem menschlichen Wegsuchen und nach dem kindspezifischen Wegsuchen!

Als Einstimmung für vier Thesen, die ich entwickeln möchte, habe ich ein Video zusammengestellt. Es beinhaltet als Thema den Unterrichtsgegenstand "Luft". Dieses Thema wurde gerade in diesem Kreis sehr oft in naturwissen-

¹ vgl. dazu die Ausführungen von W. Köhnlein in diesem Band; der "Garten des Menschlichen" (V. v. Weizsäcker) ist dabei "Gegenstand" ("Objekt") der Wegsuche, nicht der in den Wissenschaften als "gesichert" apostrophierte Weg.

schaftsdidaktischen Beispielen - von Wagenschein bis über seine Schülergenerationen hinweg - immer wieder aufgegriffen. Das Thema "Luft" ist heute so etwas wie ein "Lebens"-thema geworden - wie kann man das mit Grundschulkindern sinnvoll behandeln?

>>>> *Videovorführung (Originaldokumentation erhältlich bei der Autorin)* <<<<

Das Rahmenthema Luft schien mir auch ein wichtiges Thema hinsichtlich des Integrationsprinzips im Sachunterricht, denn immer müssen Zusammenhänge zwischen Sozialdisziplinen und naturwissenschaftlichen Disziplinen hergestellt werden, wenn die umweltbezogene, anthropologische Bedeutung eines Unterrichtsgegenstandes entfaltet werden soll; das Thema "Luft" bietet dazu vielfältige inhaltliche und didaktische Ansätze, wie das Video zeigte. Fachdidaktische Ordnungsprinzipien und lebensweltorientierte Ordnungsprinzipien geben sich bei solchen sachfundamentalen Themen gleichermaßen "die Hand". Ordnungsstrukturen gewinnen aus den Fachwissenschaften oder aus Lebenswelterfahrungen? Dieser Frage begegnet man beim Thema Luft immer - in den Elementarschulen ebenso wie in den Hochschulen. Die gezeigten Beispiele können uns begleiten, wenn ich nun die Themenstellung in 4 Thesen entfalten werde.

Wie können sich die Pole: fachlich-didaktisch bestimmte Ordnungsprinzipien und lebensweltlich - soziologisch bedingte (oder auch notwendige) Ordnungsstrukturen ergänzen? Liegen komplementäre Zusammenhänge oder eine echte Polarität vor? Sind Ordnungsstrukturen festgeschrieben in Fachsystemen, in Fachdisziplinen? Oder können Ordnungsstrukturen auch aus der Lebenswelterfahrung "situativ" gewonnen werden ohne die Fachdisziplinen mit ihren Ordnungselementen zu bemühen? Inwieweit gibt es hier ein Zusammenwirken, ein Aufeinanderangewiesensein, ein Voneinanderlernen oder ein Miteinander-ins-Gespräch-kommen?

Der Analyse schicke ich meine Überzeugung voraus: Diese alternierenden Standpunkte sollten vor allem an den Hochschulen auf ihre gegenseitige Verwiesenheit, ihre Interdependenz, ihre gegenseitige Befruchtung hin untersucht werden. In diesem Sinne formuliere ich meine **didaktische Leitthese**:

Fachliche Strukturen können eine heuristische Funktion für die Ordnung von Erfahrungswelten haben - und Erfahrungswelten veranlassen vor allem heute neue Ordnungskriterien für Fachinhalte.

Dazu exemplarisch ein neues bildungstheoretisches Programm aus den USA: Das STS-Programm ("Wissenschaft-Technologie-Gesellschaft"). Dieses STS-Programm beschreibt, wie in den USA nach einer neuen schulbildungsorientierten Konzeption gesucht wird (Mitina 1990). Die jetzige Situation sei vergleichbar der Situation nach dem "Sputnikschock", wo man gesagt hat: wir brauchen eine neue wissenschaftliche Bemühung in unseren Schulen, um einen internationalen Vorsprung zu haben. Eine neuerliche Verbindung von Technologie, naturwissenschaftsorientierten Disziplinen und den Gesellschafts- und Sozialwissenschaften wird im STS-Programm gefordert (ähnlich der Richtung, die eben in der Diskussion um globale Tendenzen von Kollege Schreier angesprochen wurde). Die gegenwärtige Krise der Bildung sei nicht zuletzt darauf zurückzuführen, daß die eminenten Entwicklungen, die auch durch die Naturwissenschaften in den letzten 20 Jahren sich global vollzogen haben, nach einer neuen "Kontrolle" durch sozialwissenschaftliche Denkstrukturen und Entscheidungshilfen verlangen, nur dann sei die globale Überlebenskrise "in den Griff" zu bekommen. Im STS-Programm ist demgemäß als Bildungsziel die "ganzheitliche Wahrnehmung der modernen Welt" angegeben. Damit ist ein Versuch gemacht, technologisch/naturwissenschaftlich Entwickeltes und sozial/gesellschaftlich Gefordertes zu verbinden. Ein Verstehen-lernen der Rolle der einzelnen "Fächer" und ein Verständlich-machen der Wechselbeziehungen ist didaktisch angesagt. Als dezidiertes Ziel werden die Wechselbeziehungen zwischen naturwissenschaftlichen und sozialwissenschaftlichen Fachstrukturen, Fachsystematiken und Ordnungsgedanken angeführt.²

Im folgenden möchte ich zur o.a. didaktischen Leitthese 4 Thesen bzw. 4 bildungstheoretische Maximen explizieren, die aus meiner Sicht theoriebegründend und zugleich praxisleitend sein können.

² V.S. Mitina (1990, S. 252): "Im Prozeß der Umgestaltung des Bildungsinhalts werden Probleme des integrierten Unterrichts breit diskutiert. Sein Ziel besteht darin, bei den Schülern das Verständnis für die Einheit verschiedener Aspekte des Inhalts ihrer Tätigkeit herauszubilden. Zu seinen Aufgaben gehört auch die Weiterentwicklung der fachübergreifenden Beziehungen. Die Realisierung dieser Aufgabe ist darauf gerichtet, bei den Schülern die ganzheitliche Wahrnehmung der modernen Welt zu entwickeln. Einerseits sollen die Rolle und der Platz jeder einzelnen Unterrichtsdisziplin im Gesamtprozeß der Erkenntnis klar werden, und andererseits geht es um die Verständlichmachung ihrer Wechselbeziehung bei der Entwicklung dieses Prozesses.

Eine neue Tendenz bei der Entwicklung integrierter Kurse in den achtziger Jahren äußert sich in dem Streben, Naturwissenschaften und Mathematik in Wechselbeziehungen mit der modernen Gesellschaft, mit ihren aktuellsten Problemen zu studieren".

1. These

Eine lebensweltlich fundierte Empirie (Phänomenologie) sollte als Weg zu den "Fächern" dienen und kann zum fachlichen, empirisch fundierten Ordnen als Bildungsweg hinführen.

Eine lebensweltlich fundierte Empirie beginnt immer mit der Phänomenologie - die Phänomenologie kann aber auch zum fachlichen, empirisch fundierten Ordnen als Bildungsweg hinführen. Die "Wege zu den Fächern" als fachinhaltliche und fachspezifische Grundstrukturen werden in der Praxis immer als wertbezogene, erkundungsorientierte Wege gegangen. Denn das primäre erkenntnisleitende Interesse bei allen menschlichen Erkenntniswegen ist nie ein abstrahiertes fachwissenschaftliches System. Vielmehr sind es Fragen von Menschen, ist es der menschliche Erkenntniswille (noch originär "genetisch" bei Kindern!), welche das fachliche Erkennen als Impetus und Zielsetzung haben. So sind auch im fachlichen Erkenntnisprozeß der Mensch und seine Lebenswelt nie zu eliminieren oder zu "abstrahieren"³.

Als Aufgabe für fachliches Ordnen ergibt sich demnach auch: den Zusammenhang von fachlichen Ordnungsmodellen bzw. -begriffen und lebensweltlichen Erfahrungen herzustellen! Eine lebensweltlich fundierte Empirie oder Phänomenologie ist Weg des fachlichen Strukturierungsprozesses und nicht umgekehrt! Der fachdidaktische Unterricht - auch schon der elementare - kann gleichsam aufgefaßt werden als eine von mehreren oder vielen "möglichen Inszenierungen" des Lebens. Fachliche Modelle und Vorstellungen haben keinen Wert "in sich", sondern gewinnen Sinn und Funktion aus der ganzheitlichen Lebensbedeutsamkeit, aus der Lebensstruktur der Menschen heraus. An Beispielen habe ich aufgezeigt, wie der Weg zu den "Fächern" auf kindgemäße Weise heute in der Grundschule und vor allem im Sachunterricht der Grundschule so beschriftet werden kann, daß der Schüler eingeführt wird in die

³ U.a. wird dieses Ganzheits- bzw. Identitätskriterium von menschlichen Erkenntnis- und Bildungsprozessen in naturwissenschaftsdidaktischen Analysen thematisiert bei G. Dohmen (1990, S. 45): "Bei dem Relativierungsansatz kommt es darauf an, die Erkenntnis zu vermitteln, daß die moderne Wissenschaft immer nur bestimmte Faktoren aus einem komplexen Lebenszusammenhang herauspräpariert. Um der Exaktheit willen konzentriert sie sich auf einzelne Kausalzusammenhänge und muß andere Faktoren bzw. Variablen ausklammern. Daraus ergibt sich die Konsequenz: Eine so gewonnene wissenschaftliche Erkenntnis ist niemals die ganze Wahrheit, sondern sie erschließt immer nur bestimmte Aspekte eines ganzheitlichen Lebenszusammenhangs - zum Beispiel nur die mathematisch faßbaren Gesetzmäßigkeiten oder nur die chemischen Reaktionen in einem Lebensprozeß.

Menschliche "Bildung" zielt auf den "menschlichen" Menschen als Person mit Leib und Seele, Gefühl und Verstand, Trieb und Vernunft".

Bewältigung der Lebenswelt heute, daß er sich nicht nur formales Fachwissen und formale Fertigkeiten fachlicher Art aneignet, sondern daß diese fachlichen Zusammenhänge und die sachlichen Gesetzmäßigkeiten Hilfestellung und dienende Funktion einnehmen für die umfassendere pädagogische Aufgabe: Das Kind für eine verantwortungsvolle Gestaltung der Lebenswelt zu befähigen (1988). Sachunterricht und Fachunterricht implizieren so eine gewisse Relativität des Fachlichen und eine Präferenzierung der Ordnungsfunktionen für die Aufgaben in der menschlichen Lebenswelt. In den Zeiten der Wissenschaftsorientierung in unseren Schulen (vgl. bes. die siebziger Jahre) fanden wir die fachliche Inhaltlichkeit als Entscheidungskriterium für Lehrplaninhalte; Lebensweltbeispiele waren damals gleichsam "Zugaben". Heute plädiere ich für die umgekehrte Wertsetzung (wie das auch im Video deutlich wurde): Fachinhalte dürfen keinen lebenbestimmenden - müssen aber einen dem Leben dienenden Stellenwert einnehmen!

So ist heute auch die Diskussion zum Problem des Symbolismus, der ikonischen Bilder und deren anthropologisch-didaktischen Stellenwert neu entflammt. Bilder zeigen, wie in den Kindern genetisch noch ganzheitliche Weltdeutungsmuster "da"-sind - der fachdidaktische Unterricht darf sie nicht zerstören. Auch in unseren Elementarschulen wird oft "abgeblockt", was den Kindern Basisbereitung für fachdidaktischen Unterricht sein könnte. So gibt es zum Thema "Luft" kaum didaktische Überlegungen, welche Bedeutung Luft für das Leben des Kindes hat, z.B. für das Atmen. Wenn wir uns im naturwissenschaftlichen Elementarunterricht auf Ausschnitte "Luft zum Brennen" oder "Luft hat Kraft" (z.B. Windrad) beschränken, vernachlässigen wir wichtige anthropologische und ökologische Bedeutungsaspekte.

Um fachspezifische Ansätze lebensweltlich - anthropologisch weiterzuentwickeln, bedarf es des Austausches zwischen fachdidaktischen, naturwissenschaftsdidaktischen Erkenntniszusammenhängen und soziologischen, anthropologischen, ökologischen Themendimensionen. Oldemeyer (1990) hat betont, daß wir in unserer Gegenwartssituation den Gedanken einer regenerativen Technik stärker angehen sollten: einer Technik, die ihre Möglichkeiten auch auf naturwissenschaftlicher, wissenschaftlicher Basis wieder für den Menschen und für eine lebenswerte Welt anzuwenden lernt.⁴ Der lebensbedeut-

⁴ Die menschlichen Ordnungsbedürfnisse sind zu präferieren gegenüber einer Zivilisationsstrategie, welche die technischen Möglichkeiten ohne ausreichende Reflexion der spezifisch-menschlichen Lebensbedürfnisse fortentwickelt. Nach E. Oldemeyer (1990, S. 192) u.a. ist damit ein geschichtlicher

same Beitrag der Naturwissenschaften für unsere Welt - und nicht die modernistische "Schimpfe" einer wütenden Zivilisationskritik - wird hier neu postuliert.

2. These

Fachwissen kann erklärende und ordnende Funktion für Alltagserfahrungen haben und den Kontext von Sache und Person herstellen helfen.

Bei dieser zweiten These geht es mir vor allem um den Zusammenhang von Sache und Person bei der Erkenntnissuche, aber auch bei der Interpretation von Ordnungsvorstellungen, die aus Sacherklärungszusammenhängen wissenschaftlicher Art kommen. Fachsystematiken und Fachwissen müssen immer wieder auf ihre Funktion für die Lebensweltgestaltung des Menschen hinterfragt werden. Fachwissen kann ordnende und erklärende Funktion für die Lebensweltgestaltung haben.

Es ist wichtig, mit dem Wechsel von Lebenswelterfahrungen auch zu fragen nach einem Wechsel der Erkenntnis- und Wissensperspektiven. Es ist ja nicht "festgeschrieben", worum man sich wissenschaftlich bemüht. In der modernen Wissenschaft sollte es den "Kosmos à la Mittelalter" nicht geben, in dem alles "feststeht". Heute ist es entscheidend, daß die ökologisch bedeutsamen Inhalte, welche die Kinder in unsere Schulen mitbringen und unsere Studierende an den Hochschulen interessiert -, daß wir diese "Dinge" auch inhaltlich angehen und thematisieren: wissenschaftlich und didaktisch! Lebenswelterfahrungen aus der Alltagssituation sind Grundlage für neue Fragestellungen in fachdidaktischen und fachwissenschaftlichen Forschungskontexten.

Das bedeutet für den Forscher oft, daß er sich auf "unsicheren Pfad" begibt. Die ordnende Funktion von fachlichen Gesetzmäßigkeiten muß im Blick auf

Wertewandel angesagt: "Im Zeichen eines expansiven Vermögens technischer Raumbeherrschung ist die Natur auf der Erde nach menschlichen Zweckbestimmungen immer perfekter umzugestalten. Das Fernziel ist ein globales kulturell-technisches Gesamtsystem, dem die beherrschte Natur untergeordnet und kleinere Wildnis-Zonen als Schutz- und Erholungsgebiete eingeordnet sind.

Der entgegengesetzte, wiederum als "alternativ" zu bezeichnende Standpunkt leitet sich von der alten Wertidee einer Natureinfügung der Kultur her. Auf dem heute erreichten technischen Niveau wird die Idee durch den Gedanken einer neuartigen Natur-Technik-Symbiose konkretisiert. Ihr Sinn besteht darin, daß auch hochentwickelte Techniken in ökologischer Verantwortung den erkannten Systemzusammenhängen der Natur einzupassen wären ("angepaßte Technik"). Das Fernziel liegt im Erreichen einer regenerativen Technik, deren Prozesse in natürliche Kreisläufe zurückgelenkt wer-

menschenwürdige Ordnungsbedürfnisse und Weltbildwünsche durch zusätzliche oder andere Ordnungs- oder Wertungskriterien als "nur wissenschaftliche" ergänzt werden. In diesem Zusammenhang spricht H.Röhrs (1989) davon, daß neben einer "Apparatepädagogik" auch eine "Theorie des gekonnten Umgangs" notwendig ist, wenn Bildung lebensdienlich sein will⁵. Bildungsvorgänge, die wir in unseren Schulen anstreben, die wir verantworten wollen als Pädagogen und Didaktiker, haben immer das Anliegen, der Selbstentfremdung des Menschen entgegenzutreten und menschengerechte Lebensordnungen mitzubegründen. Dort, wo der Mensch ernstgenommen wird in allen seinen Möglichkeiten und Fähigkeiten, können technologische Strategien nicht alleinige Ordnungsstrukturen sein. Theodor Litt spricht vom "vergleichenden Zusammenhalten" von zwei unterschiedlichen, aber spezifisch-menschlichen Erkenntnisweisen: der naturwissenschaftlich orientierten und der sozialwissenschaftlich orientierten Erkenntnisweise⁶. Die sinnlich-ganzheitliche Welterfahrung fordert den ganzen Menschen und sie bildet auch den ganzen Menschen. Ihr steht die methodisch strenge Konzentration auf die berechenbaren und technisch nutzbaren Relations- und Funktionsgefüge gegenüber, die "hinter" der sinnlichen Erscheinungswelt erkennbar sind. Nach Th. Litt haben beide Sichtweisen ihre spezifische Berechtigung und Bedeutung; er versteht sie als komplementäre Auffassungen, die jeweils etwas anderes, aber gleich Wichtiges erschließen. Die jeweils relative Geltung und Bedeutung der beiden Erkenntnisweisen können auf philosophischer Ebene "vermittelt" werden. Die Bemühungen um eine "Phänomenologie der Lebenswelt" (vgl. u.a. Brand 1971,

den können"

⁵ H.Röhrs (1989, S. 433) bringt folgendes Beispiel: "Der theoretisch geleitete praktische Umgang mit den Medien und dem Computer ist zwar ein richtiger und wichtiger Anfang, aber er muß von einer konstruktiven und differenzierten Kritik begleitet sein, wenn oberhalb der Hantierebene technologisch mündige Bürger und nicht bloß versierte Technologen gebildet werden sollen. Weder eine Apparatepädagogik noch eine Theorie des gekonnten Umgangs sind notwendig, sondern die wissentliche Beherrschung der Technologie als eines Mittels, das bei gezieltem Einsatz lebensdienlich und nützlich zu wirken vermag".

vgl. zu diesem Gedankengang auch G. Dohmen (1990, S. 47): "Eine moderne Bildung braucht den Bezug zur wissenschaftlich-technischen Rationalität, aber sie muß sich auch öffnen für andere Welten und gegensätzliche Bezugsgrößen... Wenn man den Bildungsbegriff nicht in einer seiner vielen inhaltlichen Ausprägungen, sondern in seiner formalen Grundstruktur zugrunde legt, dann gibt es bei den verschiedenen möglichen Bezugsverhältnissen des sich bildenden Menschen nur eine Grenze: Es muß sich um Gegenbilder, Spiegelbilder von etwas handeln, was im Menschen als Anlage bzw. Möglichkeit schon angelegt ist, was ihm nicht völlig fremd ist und ihn nicht sich selbst entfremdet. Diesem Kriterium kann aber die moderne Technik genügen, solange sie von Menschen gesteuert wird und Bedürfnisse der Menschen befriedigt"

⁶ vgl. die entsprechende Analyse der Litt'schen Thesen in G. Dohmen 1990, S. 40f.

Lippitz 1980, Bäumel-Roßnagl 1990) haben insbesondere auch soziologische Bestimmungsgrößen und Zielperspektiven in dieses wissenschaftliche und alltagsrelevante Erkenntnisproblem eingebracht.

3. These

Das Abstrahieren von ganzheitlichen Erfahrungswelten ist bei der fachlichen Begriffsbildung ein Problem, das bildungswirksam durch eine mehrperspektivische Begriffsanalyse zu bewältigen ist.

Dazu ein Exemplum: Kürzlich war in der "Süddeutschen Zeitung" eine Notiz über Forschungsergebnisse eines Frankfurter Kollegenteams aus der Psychologie zu finden mit dem Schlagwort: "Kinder erfassen Physik intuitiv"⁷. Wilkening und sein Team hätten als "Novum" bei Kindern, Vorschulkindern, Grundschulkindern und Erwachsenen festgestellt, daß sich das Wissen über die Welt im Alter nicht in dem Sinn verändert, daß die ursprünglichen Intuitionen von formallogischen Begriffen abgelöst werden. Die ursprünglichen, intuitiv erfaßten Theoriemuster der Kleinkinder blieben auch später relativ unabhängig vom Erkenntnisniveau weiterexistent. Das anfängliche Wissen sei während der gesamten Entwicklung des Menschen auf unterschiedlichen Ebenen präsent.

Wenn ich richtig interpretiere sprechen auch die neueren Studien der Tiefenpsychologie dafür, daß die inhaltlichen Erfahrungen, die intuitiven Erfahrungsdokumente, wie etwa die Symbole, die Kinder z.B. auch in Kinderzeichnungen ausdrücken, nicht im 7. oder 8. Lebensjahr "überwunden" sind und dem logisch-verstandesmäßigen Ordnen und Analysieren weichen, sondern daß es mehrere "Schichten" sind, die nebeneinander und ineinander wirken. Begriffsbildung und theoretische Wissenskonzeption kann zeitlebens auf sinnlicher, symbolischer und formal-logischer Ebene existieren und ko-existieren.

Interessant in diesem Kontext ist auch eine Studie über chinesische Vorschul- und Schulkinder und deren Verhalten bei der "Begriffsbildung" (Guopeng/Mangdie 1989). In empirischen Studien wird darin bestätigt, daß chinesische Kinder "mit steigendem Alter eher dem inhaltlichen und einem Mischtyp zuneigten" und nicht das formal-logische Denken, also die abstrahie-

⁷ Süddeutsche Zeitung Nr. 140 vom 21.6.1990 "Kinder erfassen Physik intuitiv"

rende Begriffsbildung, ausbilden. Begriffliche Entwicklungsstrukturen, die uns die Entwicklungspsychologie aufzeigt, seien also nicht so festgeschrieben, daß es ein bestimmtes Stufensystem der Entwicklung bei der Begriffsbildung gäbe. Diese Aussage scheint mir relevant für Überlegungen zu einem neuen Curriculum in den Naturwissenschaftsdidaktiken. Jene Curricula für eine elementare Didaktik in den Naturwissenschaften, die einen stufenweisen Begriffsaufbau und eine immer stärkere Abstrahierung vorsehen⁸, gehören einer einseitigen und falsifizierenden Auffassung von der menschlichen Begriffsbildungsfähigkeit an.

Neuere entwicklungspsychologische Studien sprechen auch davon, daß die lebensweltlichen Erfahrungen, die Auseinandersetzung mit Alltagsinhalten für die Kinder und ihr Selbstverständnis sehr wichtig sind. Das intuitive Erfassen von Ordnungsstrukturen ist unterrichtlich ebenso ernst zu nehmen wie die "sachlogisch" zu entwickelnden Ordnungsgefüge. Eine didaktisch wichtige Frage ist dabei: Wieviel bewirkt das fachbegriffliche Ordnen für das pädagogische Richtziel des ordnenden Begreifens der Lebenswelt? Fachliche Begriffsbildung darf nicht zum Selbstzweck werden, sondern muß eine "ordentliche" Beschreibung von Sach- und Lebensweltstrukturen gewährleisten. Fachdidaktische Begriffe und Modelle sind gleichsam möglichen "Brillen", die man aufsetzen kann, um Lebensweltstrukturen zu ordnen oder genauer zu sehen⁹.

Junge Leute, etwa Studierende, fragen oft: Wie komme ich als Lehrer mit diesen verschiedenen Brillen zurecht? oder: Gibt es nicht endlich Lehrpläne, die diese "Brillen" koordinieren? Dazu würde auch gehören, daß die aktuelle Forderung nach einer "ganzheitlichen" Begriffsbildung nicht nur bildungstheoretische, sondern auch in fachdidaktische Analysen Eingang finden sollte. Wichtiger für Hochschularbeit ist die Frage: Wie können diese Zusammenhänge in Forschungskonzepte eingebunden werden? Wie kommen wir weg von "Nur-Po-

⁸ mehrere verfahrens- und konzeptorientierte Curricula des "wissenschaftsorientierten Sachunterrichts", u.a. beschrieben in Bäuml-Roßnagl (1979, S. 71-102)

⁹ Aus soziologisch-zeitkritischer und sinnesanthropologischer Perspektive habe ich vielfältige Überlegungen dazu entwickelt in der Monographie "Leben mit Sinnen und Sinn in der heutigen Lebenswelt. Wege in eine zeitgerechte pädagogische Soziologie". Regensburg 1990; vgl. z.B. S. 75 f. "Das Kästchendenken der Erwachsenen nimmt das intuitive Kinderwissen nicht ernst genug, das solche logisch-analytischen Kriterien nicht ansetzt. Wie wirklich ist denn unsere Wirklichkeit? Heute unterscheiden wir zwischen einer ersten und einer zweiten Wirklichkeit. Die dritte, vierte und fünfte nennen wir meistens nicht mehr. Wir tun so, als ob die AV-Wirklichkeit der Medien, als ob das allein die zweite Wirklichkeitsebene wäre. Dabei gibt es noch viel mehr Wirklichkeitsebenen - nicht nur in der Erfahrung des modernen Menschen".

stulaten" hin zu echten Hilfestellungen für unsere jungen Leute? Wo müssen wir als verantwortliche Hochschullehrer Forschungsprojekte ansetzen? An den Universitäten müßten interdisziplinäre didaktische Projekte mit derselben Gewichtigkeit (Forschungsgelder, Personal u.a.) ausgebaut werden wie traditionelle Disziplinen.

4. These

Lebensweltlich erforderliche Ordnungsbedürfnisse heute sollten neu in der Interdependenz mit naturwissenschaftlich-technischen Möglichkeiten entwickelt werden.

Lebensweltliche Gefährdungen und die sogenannte globale Krise werden auch einem Versagen der naturwissenschaftlichen Forschung bzw. einer falschen Anwendung naturwissenschaftlichen Erkenntnisse in einer lebenszerstörenden technischen Zivilisation zugeschrieben. Die Interdependenz von naturwissenschaftlicher Forschungstätigkeit und alltäglicher Lebensgestaltung ist ernstzunehmen. Bekannt ist die immer wieder getroffene Aussage von C.Fr. von weizsäcker, "daß unsere Naturwissenschaft nicht wesentlich besser wird sein können als unsere Universität im ganzen" (1986). Und die Universität "im ganzen" wird getragen von Forschern und Lehrenden, die auch als Wissenschaftler effektiv arbeiten, wenn sie Augen und Ohren, Kopf und Herz in ihre wissenschaftliche Arbeit integrieren. Und das gilt auch für die Arbeit im naturwissenschaftlichen Elementarunterricht. Wenn wir die Erfahrungen der Kinder ernst nehmen, ihr Umgangswissen als Grundlage für schulische Inhaltsvermittlung nehmen, dann kann eine rein naturwissenschaftliche fachwissenschaftlich orientierte Inhaltsvermittlung oder Weltinterpretation nicht ausreichend sein. Das Verhältnis von lebensweltlich-anschaulicher und wissenschaftlich-technologischer Sicht der Welt und Inhaltsdarstellung muß sich gegenseitig befruchten. Gegenseitige Ausschlußvorstellungen machen keinen Sinn.¹⁰

Diese Maxime ist in unserer westlichen Zivilisation noch nicht eingelöst. Eine weitere Fortentwicklung und der adäquate Ausbau der Naturwissenschaftsdiaktik an den Universitäten könnte bewußtseinsbildend wirken. Allerdings

¹⁰ vgl. dazu auch Wagenschein, M.: Die beiden Monde (1979). Zum Frieden zwischen zwei Weltauffassungen, in ders.: Erinnerungen für morgen. Eine pädagogische Anthropologie. Weinheim/Basel 1983, S. 172.

müßte auch im didaktischen Ziel- und Methodenrepertoire der Schritt vom systematisch-gesicherten hin zum komplex-ungesicherten, aber dem Leben nahen Forschen, Denken und Handeln öfter gewagt werden. Denn der Ruf nach neuen Ordnungsstrukturen für eine Leben ermöglichende Lebenswelt wird immer lauter und notwendiger. Lebensordnungen für unsere Erde müssen heute als Überlebensstrategien entwickelt werden. Fehler des sicheren, aber zerstörenden Zugriffs sollten vermieden werden. Die vielfältige Suche nach notwendigen Lebensordnungen ist in der Gefahr, den sachimmanenten Zusammenhang von Lebenswelt und wissenschaftlich-technologischen Ordnungsmöglichkeiten nicht mehr herzustellen oder zu übersehen¹¹.

Ein Ansatz für eine sinnvolle Wechselwirkung zwischen sinnlich-ganzheitlichen und erfahrungs-logischen Strategien der menschlichen Lebensordnung ist neu zu entwickeln. Dienlich kann es insbesondere im naturwissenschaftlichen Unterricht sein (in elementarer Form bereits in der Grundstufendidaktik) den intersubjektiven Anteil von sog. "naturwissenschaftlich gesichertem" Wissen ebenso aufzudecken wie die naturwissenschaftlich festzustellende Reduktion bei lebensweltlichen Phänomenen und Problemen (Henning 1988). Neu zu schätzen und einzubringen ist heute insbesondere der "objektiv" (global oder sachlich/fachlich) bedeutsame Anteil von subjektivem Wissen (vgl. dazu auch die gegenwärtig umfangreich geführte Ethikdiskussion). Das Gespräch zwischen Fachexperten sollte angesichts lebendiger Erfahrungswelten immer neu geführt werden, damit "Ordnen" Sinn macht.

Literatur

Bäuml-Roßnagl, Maria-Anna: Kinder und Sachen in der heutigen Lebenswelt als Gegenstand schulischen Lernens. Einige grundsätzliche und kritische Überlegungen zum Postulat "Erarbeitung fachgemäßer Arbeitsweisen im Sachunterricht der Grundschule". In: Sachunterricht und Mathematik in der Primarstufe (1988), 382-388

Bäuml-Roßnagl, Maria-Anna: Leben mit Sinnen und Sinn in der heutigen Lebenswelt. Wege in eine zeitgerechte pädagogische Soziologie. (mit zahlreichen Abbildungen). Regensburg 1990

Bäuml-Roßnagl, Maria-Anna: Sachunterricht in der Grundschule. Naturwissenschaftlich-technischer Lernbereich. München 1979

¹¹ vgl. dazu die Analysen in Wils/Mieth 1989, S. VIII: "Technologische Prozesse treiben, wie Arno Baruzzi sagt, "Objektivationen des Menschen und der Natur (hervor), welche seinen Subjektcharakter gegengründen". Diese sind also nicht nur eine geschichtliche Erscheinung, die Jaspers und Freyer der Neuzeit anlasten, sondern auch ein anthropologisches Datum, das je nach Entwicklungsstand der Technik eine unterschiedliche Tragweite hat".

- Brand, Gerd: Die Lebenswelt. Eine Philosophie des konkreten Apriori. Berlin 1971
- Dohmen, Günther: Bildung und Technik. In: Rapp, Friedrich (Hrsg.): Technik und Philosophie (im Auftrag der Georg Agricola-Gesellschaft). Band 1. Technik und Kultur. Düsseldorf 1990, 37-55
- Guopeng, Chen und Mangdie, Xu: Charakteristika der Begriffsbildung bei Vorschul- und Schulkindern in China. Eine interkulturelle Vergleichsstudie. In: Psychol. Erz. Unterr. (1989), 109-113
- Hennig, Klaus: Zur Konstitution der Sinnlichkeit in der Wissenschaft. Eine soziologische Analyse der Wandlungen des Subjekt-Objekt-Verhältnisses. Daedalus Verlag 1988
- Lippitz, Wilfried: "Lebenswelt" oder die Rehabilitierung vorwissenschaftlicher Erfahrung? Ansätze eines phänomenologisch begründeten anthropologischen und soziologischen Denkens in der Erziehungswissenschaft. Weinheim/Basel: 1980
- Oldemeyer, Ernst: Geschichtlicher Wertewandel. In: Rapp, Friedrich (Hrsg.): Technik und Philosophie (im Auftrag der Georg Agricola-Gesellschaft). Band 1. Technik und Kultur. Düsseldorf 1990, 186-193
- Röhrs, Hermann: Technik im Blickpunkt der Erziehungswissenschaft. In: Boehm, Laetitia und Schönbeck, Charlotte (Hrsg.): Technik und Bildung (im Auftrag der Georg Agricola Gesellschaft). Band 5. Düsseldorf 1989, 419-446
- v. Weizsäcker, C.Fr.: Die Verantwortung der Wissenschaft im Atomzeitalter. 1986⁷

ORDNEN UND VERSTEHEN IM PHYSIKALISCHEN BEREICH DES SACHUNTERRICHTS

Kay SPRECKELSEN, Gesamthochschule Kassel

1. Verstehen durch Ordnen

Zum Leitthema unserer diesjährigen Zusammenkunft wurde "Wege des Ordners" gewählt, wobei "Ordnen ganz allgemein als ein Zueinander-in-Beziehung-Setzen verstanden werden" soll. Als zentrale Frage wurde dabei gestellt: "Wie verbinden Kinder Wissens Elemente und wie bauen sie Strukturen des Verstehens auf?" - soweit jedenfalls der Text der Tagungseinladung.

Meiner Antwort möchte ich zunächst eine *These* voranstellen: "Akte des Verstehens sind Akte des Ordners."

Zur Begründung: Phänomene sich verstehend erschließen heißt sie einzulagern in das Beziehungsgefüge des vorgängig Verstandenen. In diesem Sinne ist auch Wagenschein (1965, S. 181) zu interpretieren, wenn er ausführt: "Verstehen heißt Verbinden". Das jeweils Neue wird mit dem Alten, schon Verstandenen, verbunden, zusammengenommen ("com-prendre"). Etwas verstanden haben heißt, sich etwas erklären, begründen können, m.a.W. ursprüngliches Verstehen als "Einwurzelung" (*enracinement*)¹ in den Mutterboden des schon Gewußten. Die gedanklichen Prozesse dabei sind die des Aufeinanderbeziehens, Zueinander-in-Bezug-Setzens, des Vergleichens, Analogisierens. (Verstehen durch Analogiebildung: "Das ist so, wie ..."). Köhnlein (1987, S. 15) umschreibt diesen Prozeß wie folgt: "Verstehen ist zunächst ein Entdecken und Erfassen von Ähnlichkeiten und Zusammenhängen, ein Her-

¹ Weil, Simone (1956): Die Einwurzelung, vgl. Wagenschein, der sich mehrfach auf Weil bezieht.

stellen von Stimmigkeiten und erfolgreiches Einordnen in die eigene (kognitive) Struktur: es schafft die Verbindung zwischen dem zunächst merkwürdig Erscheinenden, Sonderbaren und dem schon Bekannten, Geläufigen." Wagenschein (1990, S. 11) charakterisiert den Vorgang als "Einholen des Absonderlichen durch Reduktion auf Gewohntes".

Daß eine solche Vorgehensweise direkt zur Erklärung verwendet wird, ist nicht neu: "Warum wackeln die Spinnewebe beym warmen Ofen? Das thun nicht allein die Spinnewebe, sondern auch das Papier, wenn es in Gestalt einer Schlangen geschnitten und auff ein Höltzchen gesteckt wird. Item die Wolle und andere Dinge mehr."² Es werden dem frag-würdigen Phänomen andere dazugestellt, die den gleichen Wirkmechanismus enthalten, es wird also genotypische Analogiebildung (s.u.) betrieben.

Allgemein handelt es sich also bei der hier entfalteteten Interpretation des Verstehensvorganges um einen Prozeß der Zuordnung, Einordnung, schlicht um "Verstehen durch Ordnen." Das Vorgehen ist vielleicht sogar typisch menschlich, indem dem Chaos (der Phänomene) ein Kosmos (eine Ordnung), letztlich eine Systematik hinterlegt wird, die es dem Menschen ermöglicht, sein Dasein zu fristen. Die "feindliche" Welt, in der er lebt, erhält dadurch "freundliche" Züge, Wagenschein (1990, S. 11) spricht von dem "lebensnotwendigen Vertrauen zur natürlichen Welt".

2. Mechanismen der Analogiebildung

Im vorangegangenen Abschnitt wurde bereits darauf hingewiesen, daß der Verstehensprozeß einen Einlagerungsprozeß in eine bereits vorhandene kognitive Struktur dargestellt. Das jeweils Neue wird an Bekanntes angelagert, auf Bekanntes bezogen, in diesem Sinne meint Wagenschein: "Verstehen heißt Verbinden" (1965, S. 181). Er stellte es so dar, daß bei den Kindern die Hoffnung dahinter stände, das Neue, das "Seltsame erweise sich bei näherem Zusehen als ein etwas verkleideter Bekannter" (Wagenschein 1990, S. 11), mindestens aber, daß es mit einem solchen vergleichbar sei. Auch bei unseren Untersuchungen, wie Grundschulkindern sich physikalischen Phänomenen

² Voigt, W. Gottfried (1694, S. 85): Physikalischer Zeitvertreiber. - Es folgt allerdings noch eine ausführliche "Erklärung" im Stile der Zeit.

nähern, konnten wir feststellen, daß sie immer wieder Vergleiche äußerten (Hagstedt/Spreckelsen 1986). Diese Vergleiche lassen sich in zwei Klassen einordnen:

1. Vergleiche, die das äußere Erscheinungsbild des Phänomens betreffen. Der bekannte Kerzenschaukelversuch wird mit der Wippe auf dem Kinderspielplatz verglichen: "Und die Flammen sind die Kinder". Diese Art des Vergleichens haben wir "phänotypische Analogiebildung" genannt.
2. In unseren Untersuchungen hatten wir den Grundschulern stets mehrere vom Erscheinungsbild her unterschiedliche Phänomene zum gleichen physikalischen Funktionsprinzip angeboten ("variierendes Phänomenarrangement"). Tatsächlich vermögen es die Kinder, in Akten des Vergleichens diesen gleichsam unter der Oberfläche der Erscheinung liegenden Kern aufzuspüren und umschreibend zu benennen (Spreckelsen 1988). Wir haben dieses Vorgehen als "genotypische Analogiebildung" bezeichnet, es entspricht dem von W. Stern (1987) so genannten "Transduktionsschluß".

In beiden Fällen handelt es sich um Akte des mehr oder weniger einsichtsvollen geistigen Verbindens von Phänomenen, d.h. um Akte des Verstehens. "Elementarglieder des Verstehens: Ein staunenswertes Phänomen wird an ein vertrautes gebunden. Überall, wo so etwas geschieht, wird schon 'verstanden'." (Wagenschein 1965, S. 195).

Wir haben damit zwei Ebenen des Verstehens charakterisiert. Beide Analogietypen kommen durchaus auch nebeneinander vor, die Ebenen durchschneiden sich, wie die folgende Sequenz deutlich macht, in der nur Versuche "mit Gleichgewicht" (vgl. z.B. Bohnerth 1987) von Schülern eines vierten Schuljahres analogisiert werden (Man beachte, wie sich *alle* vier bei der Sitzung anwesenden Schüler an der Analogiebildung beteiligen!):

Stefan: *Weil zu wenig Gewicht hier hinten is'.*

Simon: *Nee, weil so, weil alles Gewicht hier auf da hinten verlagert ist und keiner drückt auf da ...*

Florian: *Und wenn wir es andersrum hinmachen?*

Olaf: *Das war genauso wie beim Karton.*

H.: *Wie beim Karton???*

Olaf: *Oder?*

H.: *Ja!*

Olaf: *Weil, das Gewicht war ja, war ja auf der Seite, oder hätte man's andersrum gestellt, wär' das Gewicht ja, war das Gewicht dann hier.*

Florian: *Nur hier, nur hier ist, hängt das Gewicht von den Gabeln ab, die das nach hinten drücken.*

(Alle reden durcheinander)

Simon: *Eigentlich war, haben alle drei Dinge mit was, mit was so'n Gewicht da zu tun. Das eine war, hat auch so balanciert.*

H.: *Welches?*

Simon: *Das mit den Kerzen, das so geschaukelt hat.*

Stefan: *Und das erste auch, mit 'em Karton.*

Simon: *Das andere, war das mit so 'n Gewicht, das so bleiben würde und das ist jetzt mit auf so 'ne Kante bleiben würde.*

Florian: *G, g, so ähnlich wie bei Kartongewichte, soll auf 'ne Kante bleiben. N, nur wird das Gewicht von der Seite nach hinten gedrückt, und beim Karton ist es schon hinten.*

Olaf: *(gleichzeitig) 's wären alles Gewichte.*

Stefan: *Es stand eigentlich überall drauf. Es war immer auf einer Sache. Es hat nie mal so ganz platt gestanden.*

alle durcheinander: *'s war immer auf was drauf.*

Florian: *Un, un, un das Gewicht, das hat nie, hat nie Kraft nach vorne gelagert, wie beim Karton. Wenn man das Gewicht nach vorne machen würde, das auf 'ne Tischkante stellen würde, würde's sofort umfallen. Bei denen hier genauso, bei der Flasche. Wenn man die nach vorne machen würde, ging's auch, fliegt's auch um.*

Aus diesem Beispiel - denke ich - wird deutlich, mit welcher Intensität der Analogiebildungsprozeß von allen vier Schülern zur gemeinsamen Betrachtung der drei durchgeführten Gleichgewichts-Versuche ergriffen wird und dadurch zu gegenseitiger Stabilisierung im "ursprünglichen Verstehen" führt.

Die vielen, von mir hervorgehoben Termini wie beispielsweise "genauso, nur hier, alle drei Dinge, auch, jetzt, so ähnlich wie, alles, überall, immer, nie, wie" zeigen deutlich, wie die Kinder in ihren Interpretationsversuchen zuordnen, in-Beziehung-setzen und wie sich die Versuchssequenz für sie "ordnet".



Abbildung 1

3. Unterrichtspraktische Konsequenzen

Wenn man im Unterricht entsprechende Verstehensprozesse initiieren will, muß man Phänomene bereitstellen, die Analogiebildungsprozesse eingangsetzen, wie sie im vorhergehenden Abschnitt beschrieben wurden. D.h. es darf nicht um jeweils nur ein Phänomen gehen, das "verstanden" werden soll, sondern es muß den Schülern ein Phänomenkomplex angeboten werden, der "Verstehen durch Ordnen" ermöglicht.

Ich möchte dies an einem Beispiel aus unseren Kasseler Schulpraktischen Studien erläutern und zunächst an die auf unserer letztjährigen Zusammenkunft vorgestellte Unterrichtseinheit erinnern (Spreckelsen 1991, insbesondere Abschnitt 2.3., S. 77 ff.). Hier hatten wir in einer Sequenz mit den Themen "Zaubern mit Luft - Mit erwärmter Luft kann man fliegen - Von der Weihnachtspyramide zur Wärmeschlange - Ein Weihnachtskarussell für alle" (3. Schuljahr) ein Beispiel für ein Arrangement derartiger Phänomenkomplexe vorgestellt, die

- sich um den gleichen Sachinhalt (physikalischer Kern") gruppieren,
- den Schülern ausreichend Möglichkeiten zum eigenen Tun an bieten,
- den Schülern Alltagserfahrung erschließen, die über die im Unterricht angebotenen Phänomene hinausreicht (vgl. Press 1964).

Im vergangenen Wintersemester haben wir nun - wiederum in der gleichen Klasse (nunmehr also im 4. Schuljahr) ebenfalls im Rahmen Schulpraktischer Studien - eine Unterrichtseinheit "Schwimmen - Schweben - Sinken" konzipiert und unterrichtlich erprobt, die folgenden Aufbau hatte:

Schwimmen - Schweben - Sinken

1. Doppelstunde: Wovon hängt es ab, daß ein Körper im Wasser schwimmt?
2. Doppelstunde: Im Wasser "Platz brauchen" - Luft als "Schwimmhilfe"
3. Doppelstunde: Auftrieb als Hochgetriebenwerden und als Gewichtsverlust.
4. Doppelstunde: "U-Boot in der Flasche" (Cartesianischer Taucher)
5. Doppelstunde: Schwimmen in verschiedenen Flüssigkeiten
6. Doppelstunde: Schwimmen in warmen und kalten Wasser,
Schwimmen in der Luft

Ohne im einzelnen auf diese Unterrichtseinheit einzugehen, läßt sich der unterrichtliche Weg andeutungsweise der Gliederung entnehmen. Wichtig ist dabei die Vorstellungshilfe, daß Körper im Wasser "Platz brauchen" und daß - je mehr Platz sie brauchen - sie einen umso stärkeren Auftrieb erfahren. Dies kann in der 4. Doppelstunde eingehend erprobt und diskutiert werden mit Hilfe des dort von jedem Schüler selbst durchgeführten Versuchs "U-Boot in der Flasche" (vgl. Press 1964, Versuch Nr. 54), einer höchst simplen Realisierung des Cartesianischen Tauchers. Hier ist man dem Phänomen des Schwimmens auch ohne Dichtebegriff auf der Spur!

Die fünfte Doppelstunde bereitet die letzte vor, in der wir uns (und die Schüler spontan sich selbst) rückbeziehen konnten auf die vorjährige Einheit mit dem Start des Heißluftballons. Wir haben damit die beiden Phänomenkreise "Erwärmte Luft steigt auf" und "Schwimmen - Schweben - Sinken" in einem gemeinsamen übergreifenden Zusammenhang gestellt: Der Heißluftballon als Phänomen des Schwimmens erhitzter Luft in der sie umgebenden kälteren Luft.

Das Strukturdiagramm (Abb. 2) soll dies verdeutlichen.

Dabei steht jeder Kasten nicht nur für ein einzelnen Phänomen, sondern für eine Phänomensequenz zu der jeweils allgemein benannten physikalischen Aussage, auch wenn nur jeweils ein besonders charakteristischer Versuch im Kasten selbst angegeben ist.

Zu den exemplarisch ausgeführten Versuchen selbst:

- Seifenblase auf der Flasche: Eine leere Flasche wird mit ihrem Hals in Seifenlauge getaucht und sodann mit den Händen erwärmt. Wir beobachten, wie sich das Seifenhäutchen über dem Hals zu einer Halbkugel formt, bis diese zerplatzt.
- Thermometermodell: Eine bis zum Rand mit Leitungswasser gefüllte Flasche wird mit einem Flaschenkorken verschlossen, der durchbohrt worden und durch dessen Bohrung ein durchsichtiger Trinkhalm gesteckt ist. Erwärmt man die Flasche mit den Händen, so kann man beobachten, wie nach einiger Zeit der Wasserstand im Trinkhalm deutlich steigt.

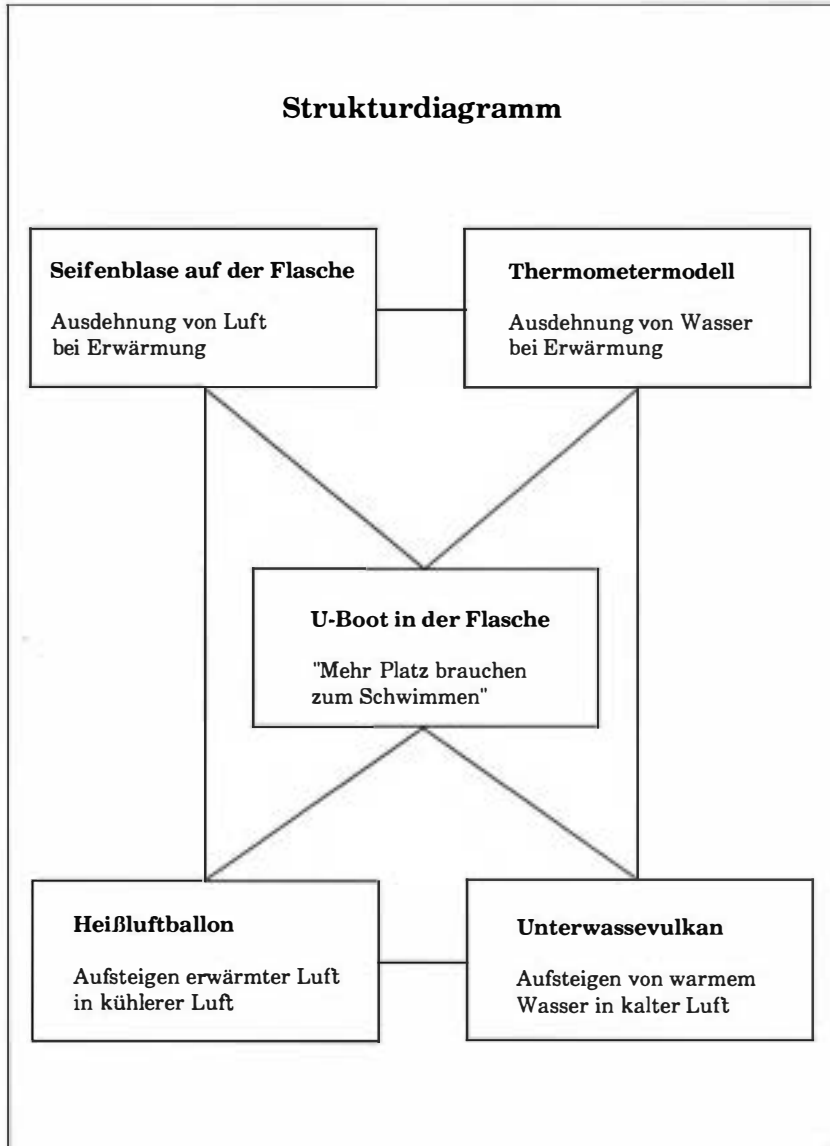


Abbildung 2

- U-Boot in der Flasche: In eine bis zum Rand mit Wasser gefüllte Flasche wird ein Stück Apfelsinenschale (frisch geschält!) eingetaucht. Drückt man mit dem Daumen auf die Wasseroberfläche am Flaschenhals, so beginnt das Schalenstück ("U-Boot") zu sinken. Bei nachlassendem Druck steigt es wieder hoch. Der Versuch läßt sich noch erleichtern, wenn man zum Drücken einen Flaschenkorken oder ein Gummihäubchen benutzt, wie man es für Saftflaschen verwendet.
Durch genaues Dosieren des Druckes kann man überall in der Flasche das "U-Boot" schweben lassen. (vgl. Press 1964, Versuch Nr. 54)
Der Versuch kann auch mit abgetrennten Streichholzköpfen durchgeführt werden.
- Heißluftballon: Über eine einflammige Elektrokochplatte (1500 W) wird eine Pappröhre von ca. 23 cm Durchmesser und ca. 60 cm Höhe gestülpt ("Kamin", auf die Möglichkeit für Luftzufuhr am unteren Rand achten!). Über die obere Öffnung wird ein möglichst leichter Müllbeutel (ca. 20 l Inhalt) gestülpt, der durch die erhitzte Luft aufsteigt. Damit der Beutel dabei nicht umkippt, stabilisiere man ihn durch einige am offenen Rand angebrachte Büroklammern o.ä.
- Unterwasservulkan: In ein hohes mit kaltem Wasser ziemlich hoch gefülltes Weckglas o.dgl. wird ein kleines, mit heißem, gefärbtem Wasser voll gefülltes Fläschchen an Fäden vorsichtig bis auf den Grund herabgelassen. (Bei diesem Vorgang sollen möglichst wenig Wirbel im kalten Wasser entstehen!) Das heiße Wasser schwimmt im kalten Wasser auf, wobei es zu einer eindrucksvollen farbigen Wolkenbildung kommt (vgl. Goldstein-Jackson 1983, S. 166).

Es handelt sich hierbei also lediglich um exemplarisch angegebene Versuche, die für eine ganze Gruppe von Phänomenen zum jeweils (im Kasten) kurz umrissenen physikalischen Sachinhalt stehen. Ihre Zusammenschau ermöglicht genotypisches Analogisieren - ursprüngliches Verstehen im Rahmen dieses Sachverhaltes. ("Einzelkristalle des Verstehens" nach Wagenschein)

Der gesamte Phänomenkomplex jedoch, wie er sich im Strukturdiagramm ausdrückt, führt die "Kristallbildung" weiter, indem weitere Analogisierungen stattfinden: Wir analogisieren das Verhalten von Luft bei Erwärmung mit dem von Wasser bei Erwärmung und zwar im Hinblick auf das Phänomen des Schwimmens des heißeren im kälteren Medium der gleichen Art. Dazu steht

der Cartesianische Taucher in der von uns gewählten Form im Zentrum. Er liefert die Einsicht in das Phänomen des Auftriebs und "erklärt" damit letztlich das Funktionsprinzip des Heißluftballons.

Ordnen können heißt die Erfahrung der Ordnbarkeit der Welt gemacht zu haben. Hier ist der Sachunterricht gefordert, seinen Beitrag zum Bildungsauftrag der Grundschule zu erbringen. Er darf nicht nur isoliertes Einzelwissen und -können veranlagern. Er muß auch Gelegenheiten bereitstellen für Durchblicke und Orientierungsmarken, die Ordnen - und damit Verstehen - ermöglichen.

Literatur

- Bohnerth, Susanne: Untersuchungen zur Gleichgewichtsvorstellung bei Grundschulern. Kassel 1987
- Goldstein-Jackson, Kevin: Experimente - spielend leicht. (Arena - Taschenbuch: Bd. 1467) Würzburg 1983
- Hagstedt, Herbert; Spreckelsen, Kay: Wie Kinder physikalischen Phänomenen begegnen. Sachunterricht und Mathematik in der Primarstufe 14 (1986), 318-322
- Köhnlein, Walter: Einladung, Wagenschein zu lesen. In: Die Grundschule 19 (1987) 1
- Press, Hans Jürgen: Spiel - das Wissen schafft. (Ravensburger Taschenbuch Nr. 26) Ravensburg 1964
- Spreckelsen, Kay: Naturwissenschaftliche Elementarbildung. Ein Arbeitsbereich der physikalischen Fachdidaktik. In: Kasseler Hochschulbund (Hrsg.): Naturwissenschaften an der Universität Kassel (GhK). Kasseler Hochschulwoche, Bd. 13. Kassel 1988, 9-22
- Spreckelsen, Kay: Erkennen im physikalischen Bereich des Sachunterrichts. In: Lauterbach, R.; Köhnlein, W.; Spreckelsen, K.; Bauer, H. F. (Hrsg.): Wie Kinder erkennen. Kiel 1991, 70-81
- Stern, W.: Psychologie der frühen Kindheit bis zum 6. Lebensjahr. Darmstadt 1987
- Voigt, W. Gottfried: Physikalischer Zeitvertreiber. Leipzig 1694
- Wagenschein, Martin: Die pädagogische Dimension der Physik. Braunschweig 1965
- Wagenschein, Martin: Kinder auf dem Wege zur Physik. (Neue Ausgabe) Weinheim 1990
- Weil, Simone: Die Einwurzelung. München 1956

DAS ORDNERN VON SACHEN

Gerhard LÖFFLER, Universität Bielefeld

1. Anfragen

1.1 Nach Wegen des Ordners für den Sachunterricht auszublicken, geschieht in der Erwartung, notwendige Strukturen des Unterrichtens freizulegen. Jedoch schon bei flüchtiger Erinnerung an bekannte Ordnungen (Rechtsordnungen, geordnete Lebensverhältnisse, Verordnungen, kosmologische Ordnung, ...) erweist sich dieses Feld als schier uferloser Bereich dann, wenn auch die Mannigfaltigkeit zugehöriger Erscheinungen an Gegenständen und Vorgängen mit im Blick gehalten werden soll.

Rechtsordnungen werden von Menschen gesetzt. Aber werden Mannigfaltigkeiten natürlicher Erscheinungen erst von den Wissenschaften geordnet? Übt erst der physikalische Zugriff auf seine Gegenstände eine Ordnungskraft zur Bändigung des Chaos umgebender Erscheinungen aus (vgl. Spreckelsen 1991)? Die neuzeitliche Physik in der Tradition Galileis und Newtons hat die Betrachtung der Welt als Kosmos nicht hervorgebracht, sondern in physikalischer Hinsicht geklärt. Kosmos ist Schmuck, Zierde, Schmuck der Rede, dem Anstand gemäßes Benehmen, gesetzliche Ordnung, Weltordnung (Pape 1849) gegenüber dem Chaos, der wüsten Leere in der Genesis, dem Unbegrenzten des Anaximandros (Diels 1957), der grundlosen Gähnung in der Edda. Die Schöpfungsmythen erzählen (vgl. Weizsäcker 1990, Kap. 3), wie der Kosmos entstanden gedacht wurde. Noch Kepler ist zunächst dem Ordnungsgedanken gefolgt, indem er mit Hilfe der platonischen Körper das Sonnensystem mit einer überzeugenden Ordnung und Gestalt (*harmonia mundi*) auszustatten gedachte. Erst im Durchbrechen der unterstellten Ordnungsvorschriften gelang Kepler die Formulierung der Bewegungsgesetze der Planeten im Sonnensystem in Übereinstimmung mit dem astronomischen Erfahrungsbestand.

1.2 Die Naturwissenschaften sind ohne Zweifel Wissenschaften ausgezeichneter methodischer Erfahrung, jedoch keine Wissenschaften nach *Meraner* Art. Die Meraner Beschlüsse der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte von 1905 (Gutzmer 1908) sind Empfehlungen für den Unterricht in den Naturwissenschaften und das Resultat einer langen schulpolitischen Auseinandersetzung, auf die u. a. das Buch von Schöler (1970) einiges Licht wirft. Danach sollte das den Unterricht bestimmen, was vermeintlich die Naturwissenschaften gegenüber den klassischen Disziplinen auszeichnet: das Sammeln experimenteller Erfahrung und nachträgliches Bearbeiten derselben nach empiristischer Auffassung u. a. Lockescher Provenienz. Der Geist sollte eine *tabula rasa* sein, ein leeres Blatt, auf das durch sinnliche Erfahrung Erkenntnisse aufgezeichnet werden. Der Geist ist hierbei dem Einschreiben durch Sinneserfahrung passiv unterworfen (Kambartel 1968, 21 ff.; Gawlick 1980, 75/76). Über diese Eingrenzung ist Kerschensteiner (1963) hinausgegangen, besonders auch Wichmann in "Eigengesetz und bildender Wert der Lehrfächer" (1964), in dem er sich sowohl auf Kerschensteiner als auch Bavink (1949) stützt.

Wenn wir daher das *tabula-rasa*-Argument, wie es im Empirismus zum Kern des Erfahrens gemacht wird, suspendieren, dann müssen wir auch sehen, daß Verstehen nicht zureichend als Nachkonstruieren von etwas in Gedanken definiert werden kann. Nachkonstruieren heißt konstruieren mit vorgegebenem Erfahrungsmaterial. Verstehen ist (unter phänomenologischem Blickwinkel, der in keiner Weise von einem normativen Standpunkt her eingenommen wird), kein Nacheilen des Auffassens und Erfassens in Folge sinnlicher Affektionen. Wahrnehmungen sind immer solche von etwas, sie haben einen gegenständlichen Sinn, und nicht den Sinn von Sinnesreizen. Verstehen hat seine Grundlagen in einem Vorverständnis aus alltäglicher Erfahrung in lebensweltlicher Hinsicht. Daher trifft *nicht* zu, daß, wie Köhnlein (1990) eine berühmte Sentenz Kants (1968, 98; B76, 77, A52) formal übernehmend behauptet, situative Erfahrung allein blind und formales Wissen allein leer sei.

1.3 Formales Wissen ist keine gegenstandsfreie Gedankenbewegung, sondern Wissen z. B. vom eigenen Vermögen, Pflanzen nach Linné klassifizieren zu können. Wir fassen darunter auch Wissen von den sprachlichen Formen der Grammatik, der Rhetorik und Dialektik (der Sprachstruktur, des Aufbaus der

Rede und der Argumentation), die uns als Trivium der klassischen *septem artes liberales* (Dolch 1982) überliefert sind. Die Rhetorik handelt von der Ordnung der Gedanken nach bestimmten Arbeitsgesichtspunkten (Anlage 1). Ihre Struktur ist von Dewey (1971) wohl in Erinnerung an diese Tradition in sein bekanntes fünfstufiges methodisches Schema eingearbeitet worden.

Ist in Dewey's Schema, wie Köhnlein (1991) und Soostmeyer (1988) meinen, der Ausdruck höchster methodischer Differenzierung¹ zu sehen? Den größeren Grad rhetorisch ausgearbeiteter methodischer Differenzierung belegt demgegenüber jedes Handbuch literarischer Rhetorik (vgl. dtv-Lexikon 1975 und Lausberg 1960).

Die methodische Differenzierung in rhetorischer Absicht wird vorgenommen, um den Zweck der Rede, die Überzeugung der Angeredeten, herbeizuführen.

1.4 Ähnliches soll sich im Unterricht ereignen, und die Frage ist, ob nicht für Lehrzwecke auch methodische Vorkehrungen getroffen werden können, die den Gang der Lernprozesse vollenden helfen, z. B. unter Verwendung logischer Strukturen. In Gesprächen werden unter formalem Blickwinkel betrachteter Gründe und Gegengründe eines Themas durch Umformen in elementare Satzstrukturen und ihre Verknüpfungen durchgesprochen und eine formale Ordnung zwischen ihnen, wie es etwa in der dialogischen Logik (Kamlah 1967) versucht wird, herausgelöst. Ob allerdings Verständigung (nicht die logische Gedankenführung) im Unterricht in zulänglicher Weise in der Gestalt aussagenlogischer Elementarsätze und ihrer logischen Verknüpfungen darstellbar ist, erscheint mir zweifelhaft. Dennoch gehören Untersuchungen in dieser Absicht in den Horizont des Kernthemas der Didaktik, nämlich den Weisen (nicht nur Wegen) der Verständigung in der Korrelation von Lehren und Lernen nachzugehen. Von dieser Blickrichtung her will ich mein Thema "Das Ordnen von Sachen" angehen.

2. Zu einigen Hauptpunkten der Verständigung

Beginnen wir mit einem fiktiven Gespräch zwischen Kindern. Ein Kind behauptete (der Form nach eine Aussage 'S ist P'):

¹ So W. Köhnlein im Vortrag; in der schriftlichen Fassung nur sinngemäß zu finden.

A: *Der* Hund ist übermütig

Woraus folgendes Gespräch entsteht:

B: Welcher?

C: Der da drüben, der immer bellt

D: Der hat mir vielleicht einen Schrecken

eingejagt

E: ... und mich hat er beinahe umgerannt

B: Ach, dieses Vieh; ja *den* kenne ich auch

Es ist nicht schwer, die Gesprächsbeiträge in Aussagen umzuformen, für die, wenn es denn Aussagen sind, entscheidbar ist, ob sie wahr oder falsch sind. Jedoch wird auf diesem Weg, das Beispiel macht dies deutlich, der Gang der Verständigung nicht erfaßt. Durch die Umformung in Aussagen entfällt die in den Äußerungen mitausgedrückte Verweisung auf Erfahrungen, die mit dem Hund gemacht wurden und infolgedessen von jedermann hier gemacht werden können. Die Verständigung darüber, welcher Hund gemeint ist, gründet in einem Vorverständnis aufgrund eines Horizonts einschlägiger Erfahrungen mit dem Hund aus diesem Haus und dieser Herrschaft. In obigem Gespräch fungieren Haus und Herrschaft unthematisch. Sie können zum Thema werden durch die Frage: "Läuft der Hund von ... denn immer noch frei auf dem Hof herum?" Unsere Fiktion fortspinnend, d. h. einer Verweisung folgend, bringt uns die Frage darauf, daß dieser Hund als Wachhund gehalten wird. Allgemein gewendet tritt hier zu dem schon angeführten Erfahrungshorizont ein weiteres strukturelles Moment der Erfahrung (insbesondere solcher lebensweltlicher Art) hinzu, nämlich dieses, daß unsere Welt ihren Charakter für uns wesentlich durch Gegenstände hat, die zu etwas dienen oder für etwas geeignet sind. Gegenstände sind uns zuhanden in den Bewandniszusammenhängen des Lebensvollzuges. Der Hund ist somit ein Hofhund, d.h. er wird gehalten, damit er u. a. gegen Störenfriede Schutz bietet. Die Absicht, die Verständigung im Unterricht zum Untersuchungsgegenstand zu machen, fordert von Untersuchenden, auf die Bewandnisse zu achten, welche die Schüler mit zum Ausdruck bringen. Die Interpretation eines Gesprächs als Aussagenszusammenhang, wie in der Zuordnung einer singulären Aussage ' $S_x \text{ ist } P_a$ ' zu einer anderen ' $S_y \text{ ist } P_b$ ' als Repräsentant einer Transduktion, sieht von allem ab, was außer der verifizierbaren Bedeutung ausgedrückt oder mitausgedrückt wird. Beschäftigen wir uns anstatt mit den logischen Gerüsten mit dem gan-

zen Gesprächsprotokoll (Anlage2), dann entdecken wir die Verweisungen und anderes oben Angeführte und auch die logischen Strukturen, die im Spracherwerb ständig geübt werden und deshalb zur Sprachbeherrschung gehören. Die Beiträge in Protokollen weisen kaum eine ideale argumentative Struktur auf, jedoch weniger aus Unvermögen der Beteiligten als deswegen, weil nicht alles, was zur Beschreibung eines gegenständlichen Zusammenhangs in eine Antwort hineingehört, zur gleichen Zeit (in einem Satz) gesagt werden kann. - Antworten müssen, um gut verstanden zu werden, in geeigneter Weise geordnet sein. Darin liegt ein weiteres Motiv, nach Wesen des Ordners zu suchen. (Zu diesem Abschnitt: Löffler 1991)

3. Ordnungen sind heraushebbare Sachverhalte u. a. aus lebensweltlichen Bewandtniszusammenhängen

Das Verb "*ordnen*" bedeutet: in Reihenfolgestellen gehörig nach- und nebeneinander, regelrecht machen, behandeln, einrichten - in innerliche und äußerliche Ordnung bringen.

Ordnung bedeutet sowohl

I. Handlung des Ordners mit Unterbedeutungen

1. Das Ordnen, in geordneten Zustand bringen oder stellen
2. Anordnen, Bestimmen, Verfügen bis zum Befehlen
3. eine ordnende, etwas einrichtende und festsetzende Regel, Vorschrift, ein Gesetz

II. Das Geordnetsein und das Geordnete

1. Zugehörige Stufen- und Reihenfolge
2. ein gegliedertes Ganzes und dessen Abteilungen, ... (vgl. Grimm)

Obwohl das Thema "Wege des Ordners" vom Wortlaut her auf die Handlung des Ordners abzielt, bleiben für weitere Erörterungen alle Bedeutungen im Blickfeld. Wir werden weiter unten Wege des Ordners im Sinne methodischen Vorgehens unter den Begriff der Methode stellen und jetzt in einem ersten Schritt einige Beispiele von Ordnung auf das Verhältnis zu anderen Tätigkeiten oder Gegenständen hin ansehen. So finden wir offensichtlich an Dingen und zwischen ihnen Regelmäßigkeiten im Aufbau, in der Struktur und der

Anordnung der Teile, die unter den Gesichtspunkt des Geordneten gehören: die Bilder einer Ausstellung repräsentieren in ihrer räumlichen Anordnung Entwicklungen einer künstlerischen Epoche; die Anordnung weist auf ein Thema hin, unter dem die Bilder unter anderem in ihren Beziehungen zueinander studiert werden können. Eine außerordentlich weite Klasse von Beispielen geben die funktionalen und künstlerischen Strukturen von Bauwerken. Die funktionale Raumgestaltung unterliegt der zweckgerechten Nutzung des Gebäudes, seine künstlerische Gestalt ästhetischen und repräsentativen Absichten, und unter beiden Gesichtspunkten sind Bauwerke Beispiele hergestellter Ordnungen. Weitere Beispielmaterie finden wir in Spielen, unter ihnen diejenigen, die wie das Schachspiel im Spielverlauf durch eine Spielstrategie bestimmt werden. Die Spielstrategie wiederum ist Regeln unterworfen, deren Einhaltung in jedem Spielzug von den Spielern kontrolliert werden kann, weil ihre Einhaltung sich aus dem Vergleich der Stellungen der Spielsteine auf dem Brett ablesen läßt. Viele andere Spiele sind wie das Schachspiel mit mathematischen Kalkülen eng verwandt. Das Handeln der Spieler wird, soweit regelgerechte Spielstellungen hergestellt werden, den Regeln entsprechend geordnet. Davon unterscheiden sich Rechtsordnungen. Rechtsordnungen zeichnen einen Handlungsrahmen vor (einen weiten Handlungsspielraum) und reglementieren nicht einzelne Handlungsschritte. Als Teilnehmer haben wir alle ausreichend eigene Kenntnisse über Regelungen des Straßenverkehrs, um rechtliche Regelungen auch sonst unter dem Gesichtspunkt der Ordnung beurteilen zu können.

So verschieden die betrachteten Gegenstände hinsichtlich der jeweiligen Ordnung auch sind, so haben sie, wie die obigen Bemerkungen zeigen sollen, wesentliche Gemeinsamkeiten. In welcher Weise im Sinne der Wortbedeutung von Ordnung auch die Rede ist, so bleibt Ordnung immer eng verknüpft mit menschlicher Tätigkeit (sei es Handeln, sei es Herstellen), jedoch ist Ordnung nicht deren eigentlicher Zweck (beachte: Arbeitsteilung). Ordnung gibt einen Gesichtspunkt ab, unter dem an Erscheinungen, Dingen, Vorgängen und Tätigkeiten ein bestimmter Sachverhalt des Ordners herausgehoben werden kann. Wir suchen einen Parkplatz, um zu Fuß etwas zu besorgen, und es muß ordentlich geparkt werden, damit der Parkraum gut genutzt wird; ähnlich ermöglicht es erst die Einhaltung technischer Regeln, funktionstüchtige und gebrauchssichere Geräte herzustellen, u. s. fort. Indem wir dieser Gedankenrichtung folgen, sehen wir, daß Ordnungen Verständnishorizonte strukturieren

und in lebensweltliche Bewandtniszusammenhängen ihren Grund haben, aber beides nicht ausmachen.

Gilt dieser Befund auch für Ordnungen in der Natur? Wir wollen wenigstens einen Gesichtspunkt anzeigen, unter dem eine Antwort auf diese Frage gesucht werden muß, und greifen die Erscheinungen auf, die nach Ausweis kultureller Zeugnisse in allen Kulturkreisen eine strenge Ordnung bilden: die kosmischen Erscheinungen. Kosmos ist ursprünglich Schmuck, dann das geordnete Universum, das in himmlische unveränderliche Bewegungen, in sublunare Veränderlichkeit und irdische Vergänglichkeit zerfällt. Die leitende Idee der himmlischen Ordnung sprechen die Schöpfungsmythen an: die Ordnung der Welt haben Götter oder Gott hergestellt und geschaffen, und der Mensch kann erst in einer geordneten Welt leben, in welcher er zwischen Nützlichem und Notwendigem und dem, was sonst noch vorhanden ist, unterscheidet, und in welcher er sich Nahrung schafft, Werkzeuge herstellt, Schmuck anfertigt und Gemeinschaft stiftet.

4. Deswegen hat der Sachunterricht mit Bewandtnissen und ihren Zusammenhängen zu tun

4.1 Sachen sind nicht Gegenstände wissenschaftlich-objektiver, von subjektiven Interessen freier Untersuchung. Ebenso wenig gibt eine Erörterung unter dem Titel "Sachlichkeit als Garant der Menschlichkeit"² dem Sachunterricht eine begriffliche Grundlage, wenn Sachlichkeit als Gegenbegriff zur Persönlichkeitsbildung die Bedeutungshorizonte der Bildung mit bezeichnen und füllen soll, wenn nämlich Sachlichkeit auch Zuwendung, Hingabe, Verantwortung und anderes mehr bedeuten soll. (vgl. J. E. Pleines, 1971, Kap. 7, Bildung und Sachlichkeit). An dieser Stelle greife ich, wie ich das früher schon einige Male getan habe, auf die Wortbedeutung vor aller wissenschaftlichen Tradition zurück. Nach einigen Quellen (Grimm; Erler 1990) wird ein Ding im ursprünglichen Sinn zu einer Sache, in dem es Streitgegenstand in einem Rechtshandel wird. Unser juristischer Sprachgebrauch hält diesen Sinn der Verhandlung in Sachen A gegen B noch fest. Wenngleich *jeder* Unterricht Phasen intensiver Auseinandersetzung haben wird, so eignet sich die Bestim-

² Von Pleines gegebenes Zitat aus verschiedenen Büchern von Ballauff ohne Angabe der Fundstelle.

mung, daß eine Sache der Gegenstand einer Auseinandersetzung ist, offenkundig zur Kennzeichnung der Aufgabe des Sachunterrichts und hergehöriger Gegenstände, ohne schon mit dem Wort Sachlichkeit im (weiter oben) genannten Sinn dem Unterricht schier unlösbare Pflichten aufzuladen. Mit der Bedeutung von Sache aus der Etymologie der deutschen Sprache können wir sagen, daß jemand unsachlich argumentiert, der der Auseinandersetzung ausweicht oder in dieser Sache fremde Argumente vertritt. Sachlich ist die Beteiligung an der Auseinandersetzung um die jeweilige Sache, und der Ruf "Zurück zur Sache" soll einen Streit in den Gang der ursprünglichen Auseinandersetzung zurückbringen. - Soweit erinnere ich an frühere Ausführungen in diesem Kreis (Löffler 1991).

4.2 Die Ausführungen zur Verständigung zwischen Lehrern und Schülern im Sachunterricht in Abschnitt 2, die eine den Sachunterricht bestimmende Struktur herausstellen, tragen aus eben diesem Grunde zur Klärung des Begriffs "Sache" in diesem Unterricht bei. Nun läuft nicht jede Auseinandersetzung auf eine Verständigung hinaus, wie ebensowenig eine Verständigung von einer Auseinandersetzung begleitet oder sogar geprägt sein muß. Im Unterricht, und insbesondere im Sachunterricht werden beide Formen kommunikativer Praxis in der Korrelation von Lehren und Lernen miteinander in Beziehung gesetzt. Im Hinblick auf den Hauptzweck des Sachunterrichts, durch die Beschäftigung mit Sachen in unserem Sinn die Schüler zur Teilnahme am gemeinsamen gesellschaftlichen Alltag über den familiären Lebensbereich hinaus zu fördern, ist Sachlichkeit der bestimmende Charakter unterrichtlicher kommunikativer Praxis und die Verständigung insoweit der Auseinandersetzung gemäß zu suchen.

Ein Gegenstand wird als eine Sache Gegenstand einer Auseinandersetzung, indem die verschiedenen Gesichtspunkte, unter denen der Gegenstand aufgefaßt wird, von den Gesprächspartnern zur Geltung gebracht werden. Was zur Geltung gebracht wird, sind, wie wir gesehen haben, Auffassungen aufgrund eines Vorverständnisses aus den Bewandnissen, Regelungen und Leistungen des Alltags. Die Bewandniszusammenhänge, welche die Praxis des Schülerlebens bestimmen und ihre Umwelt abgeben, unterscheiden sich ohne Zweifel von denen, in denen sie ihr Leben führen können sollen, sowohl heute als auch in der Praxis im Alltag ihres jeweiligen späteren Lebensbereiches. Damit habe

ich sozusagen in großer Münze den Streitgrund sachunterrichtlicher Auseinandersetzung eingeführt, dem das Kleingeld struktureller Untersuchungen beigegeben werden muß. Als eine solche Untersuchung nenne ich das Buch von P. D. Eckardt, Sachunterricht (Eckardt 1974) und gebe selbst nur einen Hinweis auf die Ausgestaltung eines Erfahrungshorizontes. Die folgenden Schüleräußerungen sind dem gleichen Unterricht zum Thema Wärme entnommen wie die obigen Texte. Die Schüler erproben ihre warm-kalt-Beurteilung eines berührten Gegenstandes in der komplexen Situation des Drei-Schüssel-Experimentes. Diese sinnlichen Erfahrungen dem Lerngang mit dem Thermometer gegenübergestellt würden verschleudert, sollte nur das Wärmeempfinden als täuschbar im Vergleich zur Temperaturmessung abqualifiziert werden, weil nämlich kein Thermometergebrauch davon befreit, sich im Alltag auf die Leistungen des Wärmeempfindens verlassen zu können. Es ist dem Sachunterricht zuzuweisen, an der Gegenüberstellung beider die unterschiedlichen Leistungen und Aufgaben der Messung und des Empfindens zu klären. (Löffler 1977, 1985)

5. Das Ordnen von Sachen

Jetzt können die beiden Linien der bisherigen Überlegungen im Ordnen von Sachen zusammengeführt werden.

Der oben eingeführte Begriff der Sachlichkeit in dem Sinn, die Auseinandersetzung nicht durch Ausweichen auf andere Themen zu führen, bringt den allgemeinen Charakter der Auseinandersetzung zum Ausdruck, jedoch nicht ihren Gang, ihren Aufbau kurz: ihre Methode. Die Wörter Gang, Aufbau, Struktur drängen zur Ausschau nach Ordnungen und Regelungen. Um nicht zu früh bei zu Speziellem anzukommen oder nichts anderes mehr zu beachten als ganz wenige Gesichtspunkte, unterbleibt der Ausblick nach einer hilfreichen Ordnung. Wir fragen, was eigentlich eine Methode regeln soll, oder besser noch, worauf der Methodenbegriff uns hinweist und welche Horizonte der Auffassung methodischer Arbeit er vorzeichnet. Wie Methode für uns ein Fremdwort ist, so ist auch der Begriff, obwohl von Methoden und methodischer Arbeit häufig genug die Rede ist, etwas Fremdes, das von der Vielfältigkeit geübter Methoden verdeckt wird. Nach der griechischen Bedeutung benennt Methode ein gemeinsames kunstgerechtes Nachgehen einer Sache

(einem Thema, ...) nach Regeln. Üblicherweise fällt im wesentlichen kunstgerechtes Handeln unter den Begriff der Methode. Die Gemeinsamkeit des Handelns nach Regeln hat die Diskussion um Projektarbeit wieder ins methodische Blickfeld gerückt. (Hierin zeigt sich auch die Quelle des Streits darüber, ob Projektarbeit ein methodisches oder didaktisches, vielleicht sogar pädagogisches politisches Prinzip sei: dies ist schlicht eine falsche Alternative.)

Was können wir unter dem Gesichtspunkt dieses Methodenbegriffs im Hinblick auf das Ordnen von Sachen an Sachen (an Gegenständen als Sachen) antreffen? Die Auseinandersetzung ist der allgemeine Charakter der Verständigung im Sachunterricht, und Verständigung greift auf Vorverständnisse und ihre Fundierung zurück. Was wir daher an Sachen antreffen und worauf sich eine Ordnungsabsicht richten kann, sind die Bewandtniszusammenhänge, die ja meine Lebenswelt ausmachen und in die die Gegenstände der Sachen eingebunden sind. Beispiele für solche Zusammenhänge geben handwerklich bestimmte Tätigkeitsfelder, die Tischlerei, die Autowerkstatt, u. v. a. - unsere Welt ist, da sie daraus in gewisser Weise besteht, sozusagen voll von solchen Zusammenhängen. Eine Einführung in eine Werkwelt folgt einer bestimmten Typik, die durch eine Handwerkerordnung (früher umfassender: Zunftordnung) bis hin zu strikter Reglementierung der Arbeitsschritte geregelt wird. Sie hat das Können zum Ziel, aufgrund von Wissen die handwerklichen Verpflichtungen zu erfüllen und entsprechend etwas herzustellen oder Leistungen zu erbringen. Auf Ordnung stoßen wir, indem wir auf den Vollzug der Tätigkeit blicken. Im Vollzug, in getanen Schritten und erreichten Positionen konstituieren sich Ort, Räumlichkeit, Nähe, Ferne, Gegend/Umgegend, Orientierung in rechts, links, vorn und hinten (Heidegger 1979). Hieraus in einem idealen Sinn eine allgemeine Bedeutung heraushebend werden daraus Anordnung und Abfolge im Doppelsinn des Ordners: Geordnetes herstellen und Ordnung zum Ziel haben einerseits sowie geordnet nach Regeln tätig sein. Die *didactica magna* des Comenius ist in dieser Weise auf einem Ordnungsgedanken aufgebaut. Wir gewinnen aus dem Anordnen räumliche Ordnungen in Gestalten, Figuren und Strukturen, aus der Regeln unterworfenen Tätigkeit zeitliche Zusammenhänge nach Grund und Folge sowie auch Tonreihen und aus dem Sprechen elementare logische Strukturen. Es sind dies in ihrer Struktur nicht einfache, aber in lebensweltlicher Praxis fundierte und somit gekonnte Schritte im Ordnen und zu Ordnungen. Die ausgebauten Disziplinen sind, uns allen bekannt, die Architektur, die Musik, Logik und Mathematik.

Die gekonnten und in diesem Sinn einfachen Schritte des Ordners und zu Ordnungen hin werden auf Wegen des Ordners unter der Methode ausgeführt, nach welcher die in Rede stehende Sache in den beabsichtigten Verständnishorizont gestellt wird.

Anhang: Einige Diskussionspunkte

Zu recht wurde angemerkt (H. Schreier), daß aus der gegebenen Darstellung, wenn auch im Hinblick auf den Sachunterricht vorgetragen, das Spezifische des Sachunterrichts nicht zu erkennen sei. Das trifft zu, soweit die begrifflich bestimmte Form in Rede steht. Einige Hinweise auf das gesuchte Spezifikum enthalten die Abschnitte aus dem Unterricht (vgl. Anlagen 2 u. 3) und die Skizze der unterrichtlichen Auseinandersetzung. Anders formuliert: Spezifika des Sachunterrichts werden an Konkretisierungen vorerst eher auszumachen sein als an allgemeinen Bestimmungen. Als solche Konkretisierung sind die sachunterrichtstypischen Formen der Verständigung zu sehen, die (so W. Biester) einen typischen Wandel durchmachen von der Reihung von Sätzen nach dem Schema "und dann ... und dann" zu besserer Beschreibung von räumlichen Zuordnungen, Bewegungsabläufen und in der Unterscheidung von Haupt- und Nebensachen (insbesondere unter dem Einfluß von Tätigkeiten). K. Spreckelsen fragte, ob nicht die Bedeutung von Kosmos als Schmuck der Welt zu wenig aussage, wenn man bedenke, welche Beziehung zwischen Dingen und Erscheinungen darunter fielen. Der Sachunterricht stelle Orientierungshilfen bereit; die Lebensnotwendigkeit fordere Beziehungen unter der Chiffre "ordnen". Der Mensch hielte der Welt nicht stand, wenn er keine Ordnung aufgebaut hätte. - Es besteht kein Zweifel an der Bedeutsamkeit von Ordnen und Ordnungen, jedoch sind Ordnungen nicht das Erste, sondern an Bewandtniszusammenhängen herausgestellt, in denen jede Ordnung in lebensweltlicher Hinsicht ihre Grundlegung erhält. So leitet der Sachunterricht an, nach Ordnungen zu fragen, auch wenn sie nicht offenkundig vorgegeben sind. Doch ist zu bedenken, daß der Mensch selbst dann nicht einem Chaos von Empfindungen ausgesetzt ist, wenn er über keinen Ordnungsbegriff thematisch verfügt, denn er lebt in den Bewandtniszusammenhängen seines Lebensbereiches. Daher ist es nicht verwunderlich, daß das Bedeutungsfeld von Kosmos erst nach und nach die Bedeutung von Ordnung umfaßt; Schmuck

und Zierde sind die früheren Bedeutungen, die Einteilung des Sternenhimmels in Sternensbilder und die zugehörigen Mythen verweisen darauf.



Anlagen

1. Schemata

Rhetorische Schema nach dtv-Lexikon der Artikel I, Bd 4

1. Thema / Anlaß gegeben
2. Hauptgesichtspunkte finden, nähere Bestimmung der Aufgabe
3. Ordnung der Hauptpunkte und der Beweisstruktur
4. Der Rede die Form geben
 - Darstellung der Beweisverfahren
 - Einübung (Verfahrensbeherrschung)
5. Ausführung

DEWEY-Schema (u. verwandte)

1. Schwierigkeit feststellen
2. diese abgrenzen und näher bestimmen
3. Diskussion von Lösungswegen
4. Folgerungen und Lösungswege ausarbeiten
5. Mittels Beobachtungen und Versuchen eine Entscheidung herbeiführen

2. Vorverständnis und Verweisungsbezüge

(Horizonte und Bewandnisse)

L: (feststellen, wie warm im Klassenzimmer)

Stefan: Mit 'nem Thermometer

L: (Hat jeder schon eins gesehen?)

Christa: Unten an der Tür hängt doch eins

Björn: Ich kenne Thermometer. Ich habe auch eins, das ist so schwarz, die Zahlen, mein ich. So groß ist das ungefähr.

weitere Wörter mit "Thermo"

L: (Thermoskanne, Thermosflasche - was sind das für besondere Flaschen?)

Melanie: Da füllt man Sachen rein, die warm bleiben sollen

Björn: Kaffee tut man da rein

L: (gut, heiße Getränke)

Markus: Oder kalten Tee

L: (... , warum wohl?)

Markus: Weil der dann schön kühl bleibt, sonst wird der ja warm, wenn der in der Sonne steht

Dirk: Ich nehme immer Pfefferminztee mit zur Schule. Morgens ist der ganz heiß, wenn er da rein kommt. Nachher ist er nur noch so'n bißchen heiß, der ist dann schon richtig kalt geworden.

3. Kommentare zum 3-Schüssel-Versuch

Andreas: Du, weißt du was? Auf der Seite war's doch warm und dort kalt. Und jetzt ist es an der Hand *wie warm* und an der eiskalt. (stauend)

Maja: Das ist jetzt alles umgekehrt. Die Hand die man im Kalten hatte, die wird dann auf einmal warm und die, die man im warmen hatte, die wird auf einmal kalt.

Literatur

- Bavink, B.: Ergebnisse und Probleme der Naturwissenschaften. Zürich 1949
- Dewey, J.: How we think. Gateway edition, Chicago 1971
- Diels, H.: Die Fragmente der Vorsokratiker. Hamburg 1957
- Dolch, J.: Lehrplan des Abendlandes. Nachdruck: Darmstadt 1982
- dtv-Lexikon der Antike I: Philosophie, Literatur, Wissenschaften, Bd. 4. München 1975²
- Eckardt, P. D.: Sachunterricht-Analyse und Kritik. Ratingen 1974
- Erler, A.; Kaufmann, E.: (Hrsg.) Handwörterbuch zur deutschen Rechtsgeschichte. Berlin 1990
- Gawlick, G. (Hrsg): Empirismus. Geschichte der Philosophie in Text und Darstellung. Bd 4. Stuttgart 1980
- Grimm: Deutsches Wörterbuch
- Gutzmer, A. (Hrsg): Die Tätigkeit der Unterrichtskommission der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte. Leipzig, Berlin 1908
- Heidegger, M.: Prolegomena zur Geschichte des Zeitbegriffs. Gesamtausgabe Bd 20. Frankfurt a. M. 1979
- Kambartel, F.: Erfahrung und Struktur. Bausteine zu einer Kritik des Empirismus und Formalismus. Frankfurt a. M. 1968
- Kahlah, W.; Lorenzen, P.: Logische Propädeutik. Mannheim 1967
- Kant, I.: Kritik der reinen Vernunft. Bd 1. Weischedel, W. (Hrsg): Frankfurt 1968
- Kerschensteiner, G.: Wesen und Wert des naturwissenschaftlichen Unterrichts. München, Düsseldorf, Stuttgart 1963
- Köhnlein, W.: Grundlegende Bildung und Curriculum des Sachunterrichts. In Wittembruch, W.; Sorger, P. (Hrsg): Allgemeinbildung und Grundschule. Münster 1990
- Köhnlein, W.: Annäherung und Verstehen. In: Lauterbach et al. (1991)
- Lausberg, H.: Handbuch der literarischen Rhetorik. München 1960
- Lauterbach, R.; Köhnlein, W.; Spreckelsen, K.; Bauer, H. F. (Hrsg): Wie Kinder erkennen. Probleme und Perspektiven des Sachunterrichts 1. Kiel 1991
- Löffler, G.: Heute ist es drei Finger breit warm I und II., NiU (1977) 106; 272
- Löffler, G.: Der Gegenstand des Themas 'warm und kalt' im Sachunterricht. SMP 13 (1985), 442
- Löffler, G.: Analyse von Wahrnehmung und Ausdruck als methodischer Weg zur Einsicht, wie Kinder erkennen. In Lauterbach, R. et al. (1991)
- Pape, W.: Griechisch-Deutsch, Handwörterbuch. Braunschweig 1849²
- Pleines, J. E.: Bildung - Grundlegung und Kritik eines pädagogischen Begriffs. Heidelberg 1971
- Schöler, W.: Geschichte des naturwissenschaftlichen Unterrichts. Berlin 1970
- Soostmeyer, M.: Erfahrung - Versuch der Begriffsbildung unter didaktisch-methodischer Perspektive. In: Soostmeyer, M. (Hrsg): Erfahrungserschließung in Sachbegegnungen. Essen 1988
- Spreckelsen, K.: Erkennen im physikalischen Bereich des Sachunterrichts. In: Lauterbach, R. et al. (1991)
- Weizsäcker, C. F. v.: Die Tragweite der Wissenschaft. Stuttgart 1990⁶
- Wichmann, O.: Eigengesetz und bildender Wert der Lehrfächer. Nachdruck: Darmstadt 1964

ZUM ELEMENTAREN TECHNISCHEN HANDELN

*Gerhard WIESENFARTH,
Pädagogische Hochschule Freiburg*

1. Vorbemerkungen: die Tradition der Buchschule

Technische Bildung ist in der pädagogischen Reflexion noch nicht lange als unverzichtbarer Bestandteil einer Allgemeinbildung anerkannt.¹ Im Bildungsalldag wird ihr nur wenig Aufmerksamkeit gewidmet.²

Wir benützen in beiläufiger und gewohnter Weise technische Gegenstände (die Kaffeemaschine) und nehmen wachsend die zugespitzte Problematik der technischen Sphäre wahr: die partielle Gefährdung von Lebensgrundlagen durch Technik. Das weite Feld zwischen vertrauter, reibungsloser Verwendung einerseits und bedrohlicher Umweltproblematik andererseits wird nur in diffusen Zügen gesehen. Es fällt uns deshalb schwer, jenes Feld zwischen den genannten Polen als einen Bereich, der der allgemeinen Aufklärung bedarf, anzuerkennen.

In weiten Teilen ist die Schule aus einer mächtigen Tradition heraus, global gesagt, der Vergeistigung verpflichtet. Die korrespondierende Aufgabe der Verleiblichung³ bleibt unbeachtet oder ist dem Außerschulischen zugeordnet. Das gefügte Ineinander beider Aufgaben wird dadurch weitgehend ignoriert.

Vor diesem Hintergrund wird verständlich, daß wir zwar gerne J. S. Bruner anerkennen, wenn er den *handelnden Umgang* beim anfänglichen Lernen be-

¹ Vgl. dazu das Allgemeinbildungskonzept von Wolfgang Klafki: *Konturen eines neuen Allgemeinbildungskonzepts*. In: Wolfgang Klafki (1985, S. 12-30).

² Vgl. Memorandum: *Technikunterricht an allen Schulen*, Deutscher Gewerkschaftsbund, Nordrhein-Westfalen, Westdeutscher Handwerkskammertag, Landesvereinigung der Arbeitgeberverbände Nordrhein-Westfalen, Verein Deutscher Ingenieure, Vereinigung der Industrie- und Handelskammern des Landes Nordrhein-Westfalen.

³ Vgl. hierzu etwa: Alfred North Whitehead (1933, 1971, 400 f.); Hartmut Böhme, Gernot Böhme (1985, Kapitel I. 3: "Das Fremdwerden des eigenen Leibes", 50 ff.); Anngret Stopczyj (1991).

tont, jedoch schnell unsicher werden bei den Konsequenzen.

Bruner verweist nicht zuletzt im Anschluß an Charles Sanders Peirce (1839-1914) darauf, daß bei der lernenden Auseinandersetzung und Aneignung von Wirklichkeit drei Repräsentationsformen zu unterscheiden sind: das Enaktive, das Ikonische und das Symbolische (Bruner 1974). Im Hinblick auf das elementare technische Handeln sei hierzu angemerkt: (1) Das Enaktive beschränkt sich nicht auf das leiblich-praktische Umgehen allein, es schließt die damit zusammenhängenden (emotional gefärbten) sprachlichen Äußerungen ein. (2) Das Enaktive stellt eine erste Stufe der Verarbeitungs- und Repräsentationsweisen im Lernen dar. Die weiteren Formen bauen darauf auf. Das heißt aber nicht, daß alles Lernen auf der enaktiven Ebene einzusetzen habe. Kommt jedoch ein Verstehen auf einer höheren Ebene nicht zustande, dann muß auf die enaktive Ebene zurückgegangen werden. Das gibt auch für das Erwachsenenalter: Können etwa Teilprobleme nicht zeichnerisch oder begrifflich geklärt werden, dann muß zunächst auf die handelnde Lösungserarbeitung zurückgegriffen werden. (3) Aus der Tradition der Buchschule heraus (aus der vorschnellen Fixierung auf abfragbare Ergebnisse) läuft die Schule immer wieder Gefahr, beim Organisieren von Lernvorgängen zu isoliert die ikonische und symbolische Ebene zu verwenden.⁴

Die Tradition der Buchschule färbt mehr oder weniger verdeckt immer wieder ein: technischer Umgang wird, wenn er überhaupt geduldet ist, zur Anwendung von (Buch-)Wissen verkürzt.

2. Zum Technikverständnis

Ich muß mich in diesem Zusammenhang mit Andeutungen begnügen:

(1) Eine vordergründige Betrachtung der technischen Sphäre lenkt den Blick auf die technischen Gegenstände. Bei der genaueren Betrachtung werden *Vorgänge* sichtbar: Der technische Gegenstand ist Resultat eines Herstellungsprozesses und ermöglicht als Mittel den Gebrauch (vgl. Schema Abb. 1). Im Herstellen wird aufgebaut, und mit dem Gebrauch beginnt zuerst schleichend der Abbau.

⁴ Vgl. hierzu auch Wolfgang Klafki (1985, S. 102- 105).

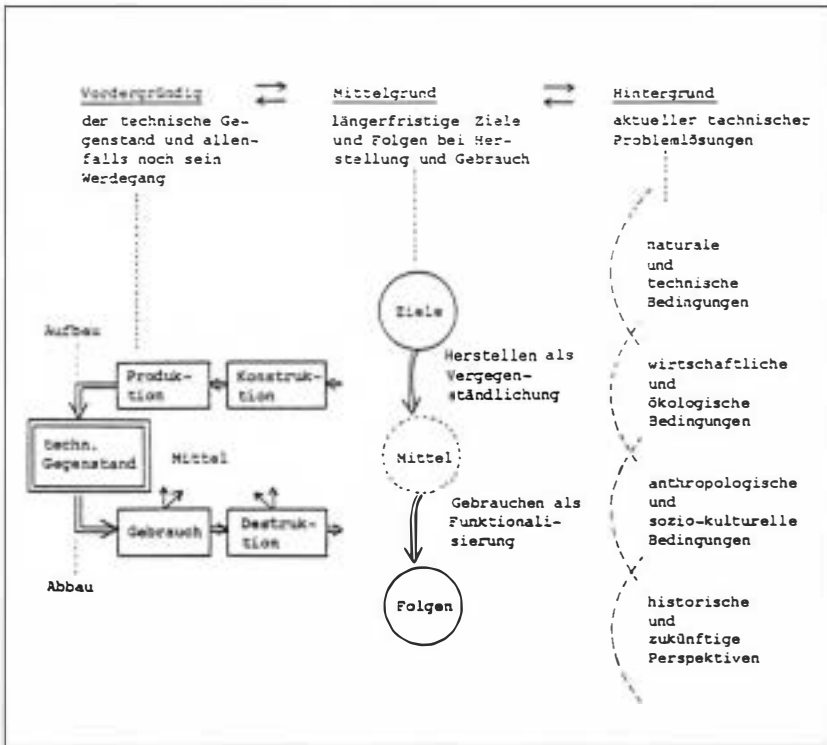


Abb. 1: Zum Technikverständnis, Felder und Bedingungsgefüge des technischen Handelns (vgl. Abb. 2)

(2) Der technische Gegenstand ist nicht immer ein harmloses neutrales Instrument, das sich äußerlich einsetzen läßt, nicht immer ist seine Wirkung eindeutig begrenzt. Insbesondere aus dem massenhaften Gebrauch ergeben sich kumulative Wirkungen, die lebensverändernd und lebensbedrohend sind. Trotzdem hat es Sinn, vom Mittelcharakter technischer Gegenstände zu sprechen. Er kommt den technischen Gegenständen jedoch nur in einer notwendigen Abfolge zu: am Anfang stehen Problemsicht und Zielbestimmung; sie leiten die Mittelherstellung wie den Mittelgebrauch, und dieser Einsatz hat beabsichtigte und unbeabsichtigte Wirkungen oder Folgen.⁵

⁵ Ziel, Mittel und Folgen werden hier als strenge Relativbegriffe aufgefaßt. Mittelsein gibt es nur mit

Die Ziele lassen sich nicht immer vollständig realisieren. Folglich gibt es zwei Typen von Unzulänglichkeiten, die nicht realisierten Zielkomponenten für neue Entwicklungen.⁶

(3) Zielsetzungen, Mittelherstellung und -gebrauch sowie Folgeinschätzungen lassen sich nicht sofort beliebig verändern. Naturale, technische, wirtschaftliche, ökologische, anthropologische, sozio-kulturelle ... Bedingungen bilden einen beeinflussenden Hintergrund, erzwingen jedoch andererseits von sich aus allein noch keine Problemsichten und -lösungen (vgl. Schema Abb. 1).

Die genauere Kennzeichnung technischer Phänomene erfolgt im Rahmen der allgemeinen Technologie. Die Grundbegriffe der allgemeinen Technologie können jedoch nicht beanspruchen, gleichzeitig auch als grundlegende Begriffe der Technikdidaktik zu fungieren. Eine didaktische Konzeption, die mehr sein will als eine verkürzende Abbildung der allgemeinen Technologie, muß insbesondere die leiblich-personale Seite und damit auch die individuelle Lernentwicklung (in einer technisch geprägten Welt) schon bei den Fundamenten stärker in den Vordergrund rücken, und zwar unter dem Gesichtspunkt, daß Lehren und Lernen mehr ist als ein Geben und Hinnehmen (wissenschaftlich) vorgezeichneter Gegenstände.

3. Zum technischen Handeln

Technisches Handeln soll hier als gefügtes Ineinander dargestellt werden, als Einheit von Planen und Ausführen, als Gefüge aus leiblich-personaler Aktion und aufgenommenener äußerlicher Sache, als Vermittlung einer theoretischen und praktischen Seite (durch Wertung und Gestaltung) oder allgemein als Ineinander von Prozeß und Gegenstand: Der Prozeß endet mit einem Resultat, das sich mehr oder weniger deutlich in einem Gegenstand manifestiert (etwa der erzeugte Tisch); dieses Resultat für sich genommen ist sinnlos, solange es dem Gebrauch entzogen ist. Erst im Gebrauch, erst mit der Verwendung des erstellten Gegenstandes in einem weiteren Prozeß findet er seine Erfüllung.

einem Davor und Danach, also nur im Rahmen der Realisierung von Zielen und nur im Zusammenhang mit Folgen als den effektiven Resultaten beim Bemühen, etwas zu realisieren.

⁶ Entwicklung darf hier nicht sofort mit Fortschritt gleichgesetzt werden.

Der Herstellungsprozeß *vergegenständlicht*, und das Vergegenständlichte wird wieder *funktionalisiert* im Gebrauchsprozeß.

Technisches Handeln ist mehr als angewandte Theorie nach dem Grundmuster: Erst erkennen, dann mit Hilfe des Erkannten sinnvoll handeln. Unter anthropologischer und pädagogischer Perspektive dürften solche späten (und teilweise auffälligen) Sonderformen des Handelns nicht alleine bestimmend sein; grundlegend ist vielmehr die Umkehrung, wie sie etwa Henri Bergson und Friedrich Otto Bollnow formuliert haben: "Das Handeln, das Handelnwollen und Handeln-müssen, ist das Primäre. Das Erkennen wird notwendig, wo beim Handeln auftretende Schwierigkeiten dazu zwingen" (Bollnow 1970, S. 38).

Die *Vielfalt* technischer Tätigkeitsformen läßt sich nur aufzählend andeuten: Herstellen, Gebrauchen, Warten, Pflegen, Montieren, Fertigen, Reparieren, Bedienen, Konzipieren, Entwerfen, Konstruieren ... Ein *einheitliches* Moment tritt zutage, wenn technische Tätigkeitsformen als Varianten des Gebrauchs und Herstellens aufgefaßt werden und Teilhandlungen ein ähnlicher oder gleicher prinzipieller Ablauf zugebilligt wird wie dem umfassenden technischen Handeln. Ehe dieser Punkt weiter verfolgt werden kann, sei es noch eine Unterscheidung im Hinblick auf das alltägliche Tun verwiesen.

Im Alltag gibt es einen gewohnten, eingeschliffenen Gebrauch technischer Gegenstände im Zusammenhang des *Besorgens* (z.B. den Wasserhahn öffnen), und entsprechend gibt es die wiederholte Herstellung in gewohnten und automatisierten Verläufen. Solche Vorgänge verlaufen glatt, reibungslos und dementsprechend ohne Bewußtsein. Die vielfach wiederholten Vorgänge haben jedoch einen problemhaltigen Anfang, der Aufmerksamkeit und bewußtes Handeln erfordert: das *erstmalige Gebrauchen*, das *erstmalige Herstellen*. Ohne einen solchen Anfang gibt es keinen Weg zu jenen entlastenden Wiederholungen, also zum gewohnten Gebrauch, zur automatisierten Fertigung. Die Fülle technischer Vollzüge und das variantenreiche Zusammenwirken der Vollzüge zeigt sich primär im erstmaligen Gebrauch, im erstmaligen Herstellen. Das Erstmalige wird immer dann angestoßen, wenn sich im Gewohnten oder Automatisierten Hemmungen oder Störungen bemerkbar machen und die angestrebte Realisierung dadurch scheitert. Die Analyse technischer Handlungsweisen darf nicht bei den verkürzten und entlastenden Handlungsformen einsetzen, sondern bei jenen erstmaligen technischen Handlungsformen, bei

herausfordernden, problemhaltigen, bewußten, gezielten technischen Handlungsformen.

Das entwickelte technische Handeln weist eine Grundstruktur auf. Sie wird im Schema der Abbildung 2 in sechs Phasen dargestellt.⁷ Die folgende Erläuterung orientiert sich primär an der Herstellung, um nicht zu allgemeine Formulierungen gebrauchen zu müssen.

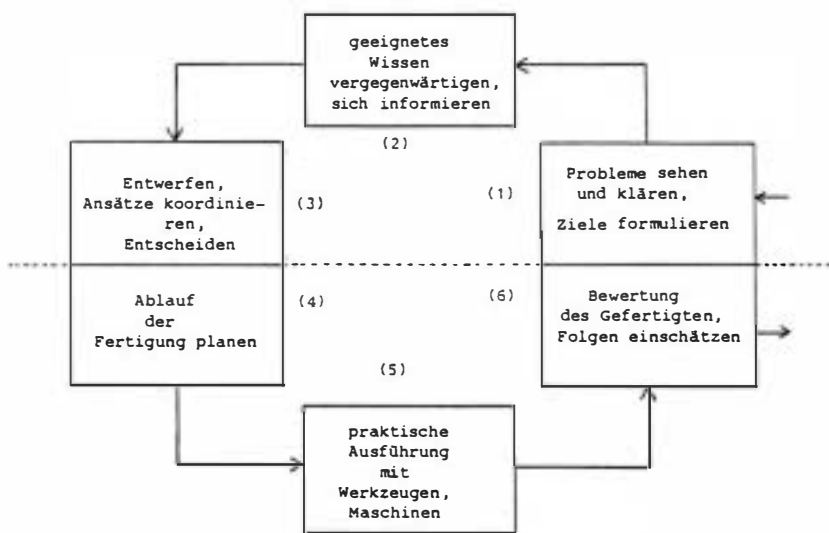


Abb. 2: Globaler, ganzheitlicher Verlauf des technischen Handelns. Die Darstellung hebt primär auf die erstmalige Herstellung ab und vermeidet so eine noch allgemeinere Formulierung.

Technisches Handeln im Überblick: (1) Es beginnt mit einer unausgesprochenen Absicht oder einer Zielformulierung. Im Hintergrund steht dabei die Vorstellung, was angesichts eines Problems oder einer Unzulänglichkeit "Wert hat". (6) Einen vorläufigen Abschluß findet das technische Han-

⁷ Die Darstellung nimmt Anregungen auf, die Siegfried Maser (1973) in einem anderen Zusammenhang gegeben hat.

deln, wenn das Resultat bewertet oder beurteilt wird, nicht zuletzt angelehnt an die ursprünglichen Ziel- und Wertvorstellungen. Hier liegt ein Grund, weshalb der generelle Ablauf des technischen Handelns als (nahezu) kreisförmig dargestellt wird (vgl. Abb. 2). (2) Die Absicht gibt dem Handeln eine Ausrichtung. Erst sie legt nahe, welches Wissen zu vergegenwärtigen ist oder läßt Lücken im Wissen offensichtlich werden, die gegebenenfalls erst geschlossen werden müssen, ehe zum Planen übergegangen werden kann.

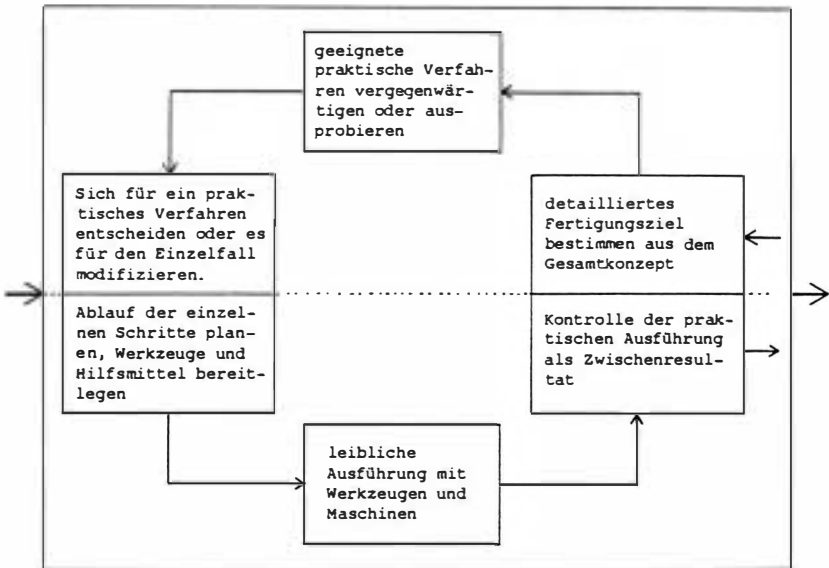


Abb. 3: Der praktischen Ausführung als Teilphase des technischen Handelns liegt die Grundstruktur des globalen technischen Handelns zugrunde (Abb. 2). Darin zeigt sich der hierarchische Aufbau des technischen Handelns.

(3) Wissen verhilft zum Konzipieren und Entwerfen, bestimmt es jedoch nicht in allen Zügen. Das gilt insbesondere dann, wenn das Wissen sehr allgemein ist und spezielle, neuartige Problemstellungen den Anstoß geben. Planen und Gestalten erfordern kreative Fähigkeiten, beim Ausformen von Lösungsansätzen, beim Koordinieren von Lösungsteilen, beim Umordnen, beim Variieren oder Einpassen von Lösungen in ein neues Umfeld. Im einzelnen verbirgt sich darunter ein Suchen und Untersuchen von

Lösungselementen und ihren Verknüpfungen. Durch zielbezogene Entscheidungen wird eine Auswahl getroffen und so bestimmt, was im Felde der Funktion, der Konstruktion und Form schließlich realisiert wird (vgl. Abb. 6). (4) Die Verwirklichung eines fixierten Planes beginnt mit einer Fertigungsplanung. (5) Daran schließt sich die eigentliche praktische Ausführung an. Sie stützt sich unter anderem auf den Gebrauch von Maschinen. (6) Die mehrdimensionale Bewertung des Gesamtergebnisses läßt entweder eine neue Problemlage offensichtlich werden oder führt dazu, den Handlungsablauf zu beenden. Neu erkannte Probleme dienen als Anstoß für weiteres Handeln unter modifizierter Zielsetzung (vgl. Schema Abb. 2).

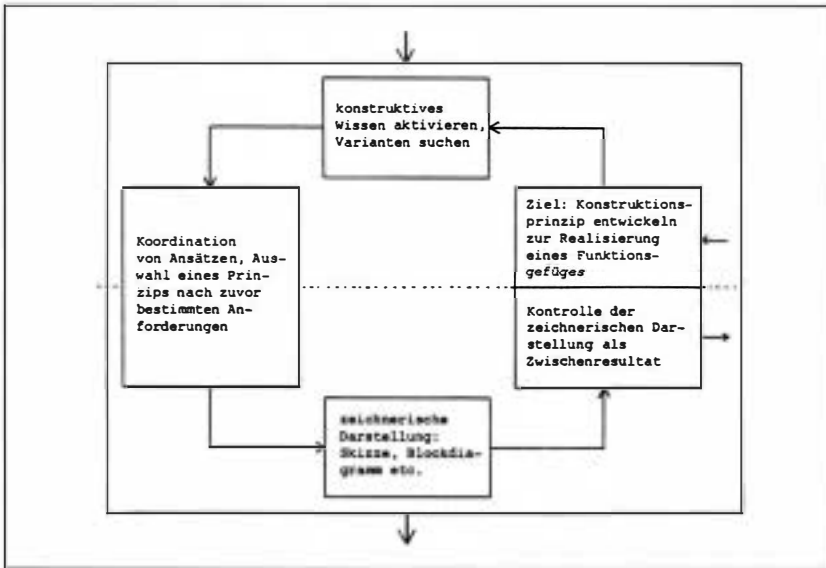


Abb. 4: Das Konzipieren des Konstruktionsprinzips als Teilphase des technischen Handelns mit der Grundstruktur des globalen technischen Handelns (vgl. Abb. 2, 3; hierarchischer Aufbau des technischen Handelns).

Zusammenfassend und ergänzend sei herausgehoben:

(1) Erstmaliger Gebrauch und erstmalige Herstellung haben eine gemeinsame Grundstruktur. Wiederholungen führen zu Abkürzungen und schaffen ihre

spezifischen Gliederungen im Handlungsablauf, das heißt, es prägen sich modifizierte Phasen im Ablauf aus; Wiederholungen schaffen Gewohnheiten und Automatismen.

(2) Ein (relativ) ganzheitliches technisches Handeln ist problem- und ergebnisorientiert.

(3) Technisches Handeln verknüpft lineare und kreisförmige Abläufe.

(4) Technisches Handeln besitzt einen hierarchischen Aufbau: Herstellen enthält Phasen des Gebrauchs; der Gebrauch enthält Phasen des Herstellens. Allgemeiner heißt das, daß innerhalb der im Schema Abb. 2 unterschiedenen Phasen wiederum Teil- oder Unterprobleme auftreten, z. B. innerhalb dieser Kreisstrukturen im kleinen immer alle genannten Phasen unterscheiden lassen, ist belanglos. Die Vielzahl der Abläufe im kleinen läßt sich nur andeuten. Ich beschränke mich hier auf drei weitere Ablaufschemata innerhalb des technischen Handelns (vgl. Abb. 5, 6, 7).

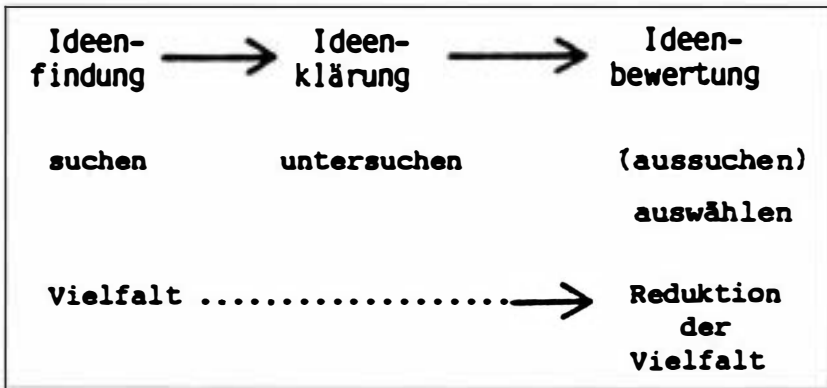


Abb. 5: Teilphasen im Entwerfen innerhalb des technischen Handelns (vgl. Abb. 2)

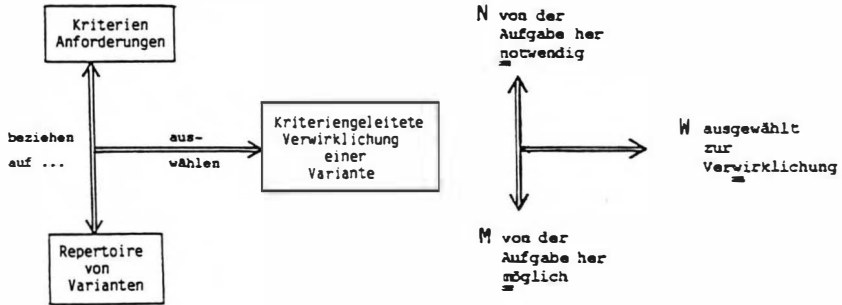


Abb. 6: Entscheidungsvorgänge innerhalb des technischen Handelns (vgl. Abb. 2)

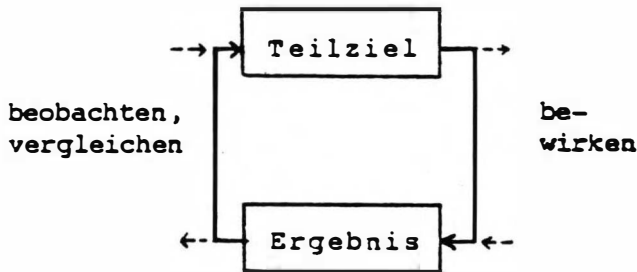


Abb. 7: Zielannäherung als Teilphase innerhalb des technischen Handelns (vgl. Abb. 2)

4. Der Hintergrund des aktuellen technischen Handelns

(5) Das technische Handeln als Ganzes ist nicht nur über die Problemsicht und über die Bewertung des Erzielten, also durch Anfang und Ende des technischen Handelns mit seiner Umgebung verknüpft. Alle Phasen des aktuellen technischen Handelns haben einen einflußnehmenden *Hintergrund*, der vielgestaltiger und weniger wechselvoll ist als das aktuelle Handeln selber.

(5.1) Eine äußerlich-sächliche Umgebung ist durch ihren direkten Einfluß auf

das technische Handeln am leichtesten erkennbar. Zu ihr gehören die Materialien, Hilfsmittel, Maschinen, Werkstätten, Labore ... Ihre Funktionen entfalten sie im Zusammenhang mit den leiblich-praktischen Fertigkeiten, im Zusammenhang mit dem *Können*. Im Werk vergegenständlicht sich am unmittelbarsten dieses Können.

(5.3) Technisches Handeln ist auf Wissen angewiesen, auf Handlungswissen, auf prototypisches Wissen, auf allgemeineres Gesetzeswissen. Orientiert am *Einzelfall* muß es ausschnitthaft vergegenwärtigt werden.

Das Handlungswissen manifestiert sich im speziellen Werk; das allgemeinere Wissen erfährt seine Vergegenständlichung in der sprachlichen Formulierung. Vergegenständlichungen mit neuer Qualität stellen in diesem Bereich die Ingenieurwissenschaften mit ihren Nachbardisziplinen dar (Festigkeitslehre, Elektrotechnik, Fertigungstechnik ... Ergonomie). Das *allgemeine* Wissen aus den systematischen Wissenschaften läßt sich nicht ohne eine Reihe von Vermittlungsschritten für den *speziellen* Einzelfall ausnützen.

Mit den Könnens- und Wissensformen ist jedoch nur der theoretische und praktische Hintergrund des aktuellen technischen Handelns umrissen (vgl. Schema Abb. 8). Allein das wird beachtet, was am deutlichsten in vergegenständlichter Form in Erscheinung tritt. Das sprachlich formulierte Wissen einerseits, das äußerlich praktische Resultat andererseits; verengt auf das Schlagwort heißt das: nur Theorie einerseits, nur Praxis andererseits; doppelt verengt: nur Buch, nur Werk.

Nur aus einer solchen verkürzten Perspektive wird verständlich, aber nicht akzeptabel, daß Technik als angewandte Naturwissenschaft bezeichnet wird. Unausgesprochen liegt der Akzent einseitig beim Wissen, bei der (besonders in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts) dominanten Naturwissenschaft, der Physik. Andere Wissensbereiche bleiben ausgeschlossen: Niemand bezeichnet technische Teilbereiche als angewandte Ökologie, als angewandte Ergonomie, und das hat gute Gründe. In der Formel von den "angewandten" Wissenschaften liegt nicht nur der Akzent einseitig bei den Wissenschaften, es wird auch der *Übergang* zur Praxis, die Gestaltung und Wertung, ausgeblendet oder als unproblematisch eingeschätzt.⁸

⁸ Vgl. zum allgemeinen Verhältnis von Naturwissenschaft und Technik aus didaktischer Sicht Burkhard Sachs (1986).

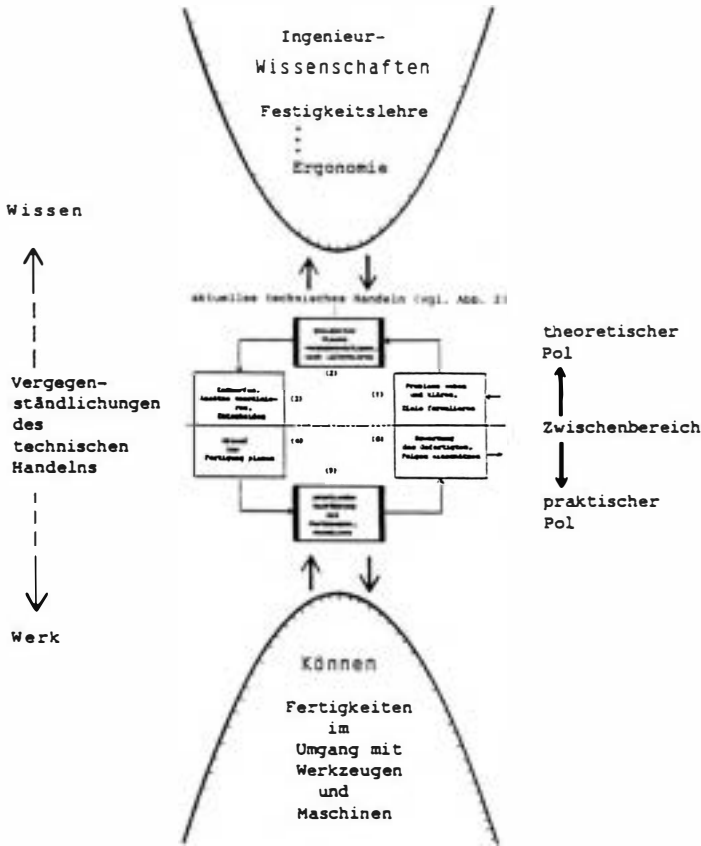


Abb. 8: Das aktuelle technische Handeln kann auf gewordene und beständige Hintergründe zurückgreifen. Hier zunächst die dominanten Umgebungsformen des aktuellen technischen Handelns, die Hintergründe der primär theoretischen und praktischen Phasen: Wissen und Können. Wegen des hierarchischen Aufbaus des technischen Handelns gibt es auch in den Teilphasen jeweils einen theoretischen und praktischen Pol und die entsprechenden Hintergründe (vgl. Abb. 3 und 4).

Solange wir technisches Handeln nur vor dem theoretischen und praktischen Hintergrund sehen, bleibt es halbiert. Im Verlauf des technischen Handelns muß es mehr geben als einen theoretischen und praktischen Pol (vgl. Abb. 8), soll es relativ ganzheitlich verlaufen, also mit der Wahrnehmung von Unzulänglichkeiten beginnen und mit zulänglichen Ergebnissen enden. Im technischen Handeln gibt es Übergänge zwischen den primär theoretischen

und primär praktischen Phasen: die Problem- und Ergebnissicht auf der Basis von Wertung einerseits und andererseits die planende Gestaltung von Werk und Weg (der praktischen Fertigung) auf der Basis von intuitiven oder diskursiven Entscheidungen (vgl. Schema Abb. 2). Die Darstellung der Hintergründe des technischen Handelns muß also ergänzt werden, und zwar durch solche Bereiche, die weniger scharf umgrenzt sind und sich deshalb nicht so ohne weiteres vergegenständlichen lassen.

(5.4) Unzulänglichkeiten, "Lücken" oder technische Probleme lassen sich nur wahrnehmen vor dem Hintergrund von akzeptierten *Wertvorstellungen*. Ein solcher Hintergrund bleibt oft unausgesprochen, ohne dadurch unwirksam zu werden. Ähnlich verhält es sich, wenn gefragt wird, wie zulänglich das Erstellte ist. Die Zielsetzungen und Beurteilungen des aktuellen technischen Handelns gehen auf einen Hintergrund zurück, der durch Wertempfindung, Wertvereinbarung und Wertreflexion geprägt wird. Wissenschaften in diesem Bereich werden durch Interpretation getragen und erschweren damit die Vergegenständlichung. Selbstverständlich gibt es Ethikkonzeptionen, Konsensbildungen auf der Grundlage öffentlicher Diskussionen, Konzepte zur Technikfolgenabschätzung ..., aber diese Bereiche sind wesentlich offener und erschweren damit die eindeutige Formulierung von Systemen.

(5.5) Aktuelles technisches Handeln bedarf der planenden *Gestaltung*. Anregungen aus den verschiedenen allgemeinen Wissensbereichen müssen koordiniert und für den Einzelfall ausgebaut werden (vgl. Schema Abb. 5, 6). Zwar kann in dieser Phase des aktuellen Handelns auf Planungsmethodiken, Gestaltungs- und Konstruktionslehren, auf Lehren zur Heuristik zurückgegriffen werden, aber damit werden kreative Züge nicht überflüssig. Auch hier in diesem zweiten Übergangsbereich zwischen eigentlicher Theorie und eigentlicher Praxis gilt: individuelle, dynamische Abläufe dominieren; sie lassen sich nur deutend, interpretierend fassen (vgl. Schema Abb. 9).

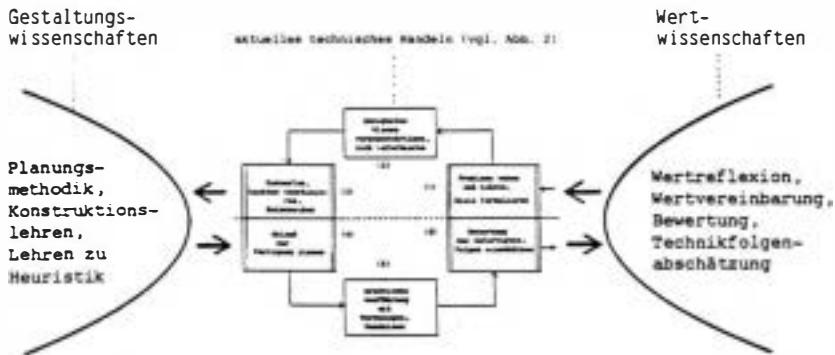


Abb. 9: Die weniger offensichtlichen und oft übersehenen Hintergründe der Übergangsphasen zwischen den primär theoretischen und praktischen Phasen im aktuellen technischen Handeln (vgl. Abb. 2): Kreativitäts- und Gestaltungstheorien einerseits, Wert- und Folgewirkungstheorien andererseits.

(5.6) Entfernter, weniger greifbar und in ihrem Einfluß verdeckter ist eine Umgebung des aktuellen technischen Handelns, die als *lebensweltlicher Hintergrund* bezeichnet werden kann.⁹ Im täglichen Leben räumen wir auf, bereiten zu, setzen instand, pflegen, fahren Auto, benutzen die Kaffeemaschine ... Dieses *Besorgen* im Alltag und diese eingeschliffenen Gebrauchsweisen werden getragen von einer pragmatischen Einstellung, unter der das, was uns umgibt, als fraglos erlebt wird. Diese Einstellung des täglichen Lebens suspendiert den Zweifel. Die Welt mit ihren Gegenständen wird deshalb so genommen, wie sie gerade erscheint; daß sie auch anders sein könnte, wird ausgeklammert. Damit unterscheidet sich diese Einstellung deutlich von jener, die das wissenschaftliche Vorgehen trägt.¹⁰

⁹ Zum Begriff der Lebenswelt vgl. etwa Alfred Schütz, Thomas Luckmann (1979, S. 25 ff.).

¹⁰ In der wissenschaftlichen Einstellung werden die Selbstverständlichkeiten des Alltags in Frage gestellt; die praktische Haltung, die eigene Interessenlage wird ausgeklammert. Letztlich bleibt diese Einstellung jedoch auf die Lebenswelt bezogen; der lebensweltliche Hintergrund fungiert auch hier als oft vernachlässigtes Sinnfundament.

Die Übergangsphasen (vgl. 1,6 und 3,4 im Schema Abb. 2) zwischen der primär theoretischen und der primär praktischen Phase (vgl. 2 und 5, Abb. 2) leisten eine komplexe Vermittlung innerhalb des technischen Handelns. Sie verlaufen oft unauffällig, und die zu diesen Vermittlungsphasen gehörenden Hintergründisziplinen erreichen nicht jenen Grad der Verfestigung, wie das bei der reinen "Theorie" und besonders bei der "Praxis" der Fall ist. Daraus erwächst die Gefahr der Verkürzungen: technisches Handeln wird reduziert auf das bloße Können oder auf die Anwendung von Wissen - Bewertung und Gestaltung werden ausgeblendet oder vollziehen sich nur verdeckt.

5. Elementares technisches Handeln

Elementares technisches Handeln birgt die Chance der Entwicklung in sich. In differenzierenden Schritten und Sprüngen entsteht ein vielgestaltiger Ablauf und darauf aufbauend ein vom aktuellen Handeln relativ losgelöstes Wissen und Können, ein relativ selbständiges Planen und Ausführen, ein relativ eigenständiges Werten und Gestalten. Schritte und Sprünge in dieser Entwicklung vollziehen sich nicht von selbst; sie werden angeregt, wenn in emotional positiv gefärbten Situationen beim Handeln Hindernisse auftreten oder wenn vertraute Vorgehensweisen scheitern.

Unter pädagogischer und didaktischer Perspektive ist zu fragen: In welchen Formen verläuft elementares technisches Handeln? Schließt es das Entwerfen und Planen ein? Besonders zweifelhaft erscheint immer wieder, ob etwa Kinder der Grundschule schon Aufgabenstellungen aufnehmen, die technischen Schwierigkeiten darin entdecken und Lösungsideen dazu finden können. Solchen Fragen liegt die Auffassung zugrunde, elementares technisches Handeln zerfalle mindestens in zwei Hauptphasen: die gedanklich zu leistende Planung und die praktische Ausführung des zuvor Geplanten. Ein so gegliederter Ablauf gehört jedoch schon zu einer entwickelten Form technischen Handelns, nicht zu einer elementaren. Ein solches technisches Handeln darf zum Beispiel bei Grundschulern nicht allgemein vorausgesetzt werden, der Anspruch wäre zu hoch. In der Regel ist die Zuwendung zu technischen Inhalten in der Grundschule unmöglich, solange *isoliert* ein rein gedanklich zu leistender Entwurf oder das Finden einer "Idee" als unabdingbare Voraussetzung für die praktische Ausführung verstanden wird. Das hat schulpraktische Konsequenzen.

zen. Entweder werden die technischen Inhalte insgesamt als ungeeignet herausgehalten oder die Phasen des Entwerfens werden übersprungen. In einem weiteren Schritt geht dann meistens auch noch die Aufgaben- oder Problemorientierung verloren. Technisches Tun verkürzt sich dadurch zur isolierten Nachahmung. Die eigentlich fruchtbare Nachahmung verliert ihren Wert, sie gerät durch die fehlende Ausrichtung an der Problemstellung zur isolierten Nachahmung: ein äußerliches, unverstandenes Vorbild wird ohne Sinnbezug praktisch reproduziert.

Ehe solche Konsequenzen gezogen werden, ist aber nach Vorformen zu fragen: Ist geplante Gestaltung immer ein rein gedanklicher Vorgang? Wie verläuft eigentlich Entwurf und Planung, *bevor* sie als rein inneres (kognitives) Tun, als stilles Erwägen bewerkstelligt werden können? Oder anders gewendet: gibt es Formen der Planung, die von der Ausführung noch nicht so abgehoben sind und deshalb nicht ohne weiteres als Planungsschritte aus der Erwachsenenperspektive zu verstehen sind? Gezielte Beobachtung und neuere Unterrichtsforschungen¹¹ belegen: elementares Entwerfen und Planen zeigen sich in Form des *Probehandelns*. Auf diese Form des Entwickelns von Lösungen ist auch in anderen Altersstufen zurückzugreifen, wenn das gedankliche oder bildliche Entwerfen nicht zum Ziele führt.

Der Ablauf des elementaren technischen Handelns erscheint in erster Linie als ein weitgehend *einheitlicher* Handlungsfluß. Einzelne Phasen zeichnen sich noch nicht so deutlich voneinander ab. In welcher Form sich dieser Handlungsfluß verändert, wie er unterbrochen wird und bei welchen schon durchlaufenen Phasen er neu einsetzt, zeigt sich erst bei gezielter Einzelbeobachtung. Ein idealtypischer Ablauf des elementaren technischen Handelns soll mit dem Schema der Abbildung 10 gegeben werden.

Die Wahrnehmung von Unzulänglichkeiten oder technischen Problemen geschieht im technischen *Tun*. Daraus erwachsen Absichten oder Zielvorstellungen, die meistens umformuliert das weitere Tun ausrichten (vgl. (1) im Schema Abb. 10). Zur Problemlösung wird ein Wissen herangezogen, das prototypisch orientiert ist oder primär sich nur im Handeln äußern kann (vgl. (2), Abb. 10). Die Erarbeitung einer Lösung muß deshalb *handelnd* erfolgen. Dazu bedarf es von Anfang an einfacher Materialien oder greifbarer

¹¹ Vgl. Kornelia Möller (1991).

technischer Elemente. Mit ihrer Hilfe werden Lösungen probierend oder zunächst provisorisch und teilweise zeichenhaft aufgebaut. Durch diese Art der planenden Realisierung ist eine eingeschränkte Kontrolle möglich, ob ein Schritt auf das Ziel zuführt. Darüber hinaus ist mehr oder weniger direkt erkennbar, welches Teilproblem noch zu lösen ist (vgl. Beispiel Kragsteinbrücke).

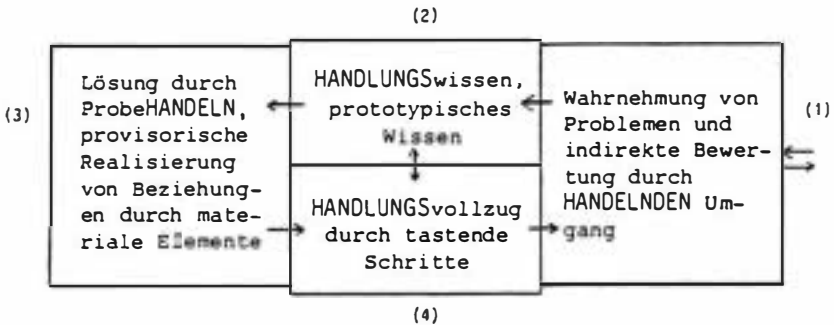


Abb. 10: Globaler Verlauf des elementaren technischen Handelns

Ein solches Probehandeln bedarf einerseits mindestens des Handlungswissens, das durch Absichten aktualisiert und ausgerichtet ist; andererseits sind Handlungsakteure erforderlich, also zu handhabende Materialien und Elemente. In diesem Rahmen wird eine Ideenfindung *erleichtert*, aber nicht *überflüssig*. Durch die handelnd angedeutete Verknüpfung läßt sich die "Idee" zügig festhalten.

Probehandeln ist kein zielloses Vorgehen ausschließlich nach Versuch und Irrtum, kein zielloses Probieren. Es benützt gezielt äußere (technische) Gegenstände, realisiert jedoch die Beziehungen meistens nur provisorisch oder im Extrem nur zeichenhaft und hält damit schon eine gewisse Distanz zum rein praktischen Vollzug. Probehandeln ist kein ausschließlich äußeres Tun zum Aufbau eines Werkes als Ergebnis; es ist ein äußeres Tun, das inneres Tun mitträgt oder repräsentiert und deshalb vom Endresultat, dem Werk, noch entfernt ist. Das Probehandeln ermöglicht den schnellen, den partiell antizipierenden Aufbau eines grundlegenden Beziehungsgefüges als Lösung. Der noch notwendige Ausbau der Lösung geschieht dann in der detaillierten Realisierung in tastenden Schritten (vgl. (3) und (4) Abb. 10).

Die Bewertung des Werkes erfolgt indirekt im handelnden Umgang, im Gebrauch des Hergestellten (vgl. (1), Abb. 10), also in jener Situation, die auch die Problemstellung offensichtlich werden ließ.

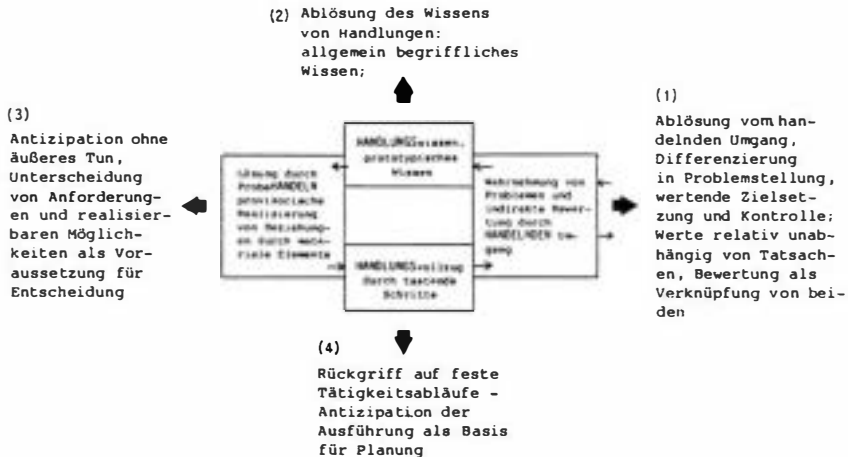


Abb. 11: Einige Entwicklungstendenzen aus dem elementaren technischen Handeln heraus

Mit dieser Kennzeichnung des elementaren technischen Handelns zeichnen sich Entwicklungsschritte oder -sprünge in verschiedenen Richtungen ab (vgl. Schema Abb. 11). In Richtung auf den Wissenserwerb bedeutet das: Ablösung des Wissens von den Handlungen, so daß prototypisches und allgemein begriffliches Wissen entstehen (vgl. (2) im Schema Abb. 11); in Richtung des Entwerfens und Planens heißt das: Antizipieren von Handlungen, von technischen Materialien und Elementen ohne äußeres Tun, Ablösen es eigentlichen Probehandelns durch ein Probehandeln, das sich im Medium der technischen Geste und Skizze äußert, später dann die Unterscheidung von zielorientierten Anforderungen (Kriterien) und realisierbaren Möglichkeiten als Voraussetzungen für Auswahl- oder Entscheidungsakte (vgl. (3) im Schema Abb. 11). Im Bereich der handelnden Verwirklichung (vgl. (4) im Schema Abb. 11) zeigt sich Entwicklung darin, daß zunehmend auf feste Tätigkeitsabläufe im kleinen (Fertigkeiten) zurückgegriffen werden kann und dadurch die Antizipation der Ausführung voranschreitet. Damit entsteht eine Basis, Ausführungen stärker zu planen.

Getragen werden diese Entwicklungsschritte und -sprünge durch eine grundlegende Differenzierung: Problemsicht und Bewertung lösen sich vom handelnden Umgang; Problemstellung, Zielsetzung und Kontrolle fallen auseinander; Werte werden als (relativ) unabhängig von Tatsachen begriffen. Damit wird eine Voraussetzung geschaffen für die Bewertung als bewußte Verknüpfung von Werten und Tatsachen.

Das elementare technische Handeln entwickelt sich aus Vorformen. Die *frühen* Vorformen beginnen beim verzögerten Instinktverhalten und reichen bis zum alltäglichen Besorgen, insbesondere zu jenem Besorgen, das in seinen gewohnten Formen nicht zum Ziel führt und damit Probleme aufwirft.

Das *entfaltete* technische Handeln verläuft in Phasen, die sich in der Tätigkeitsform stark unterscheiden: Konzipieren und Entwerfen zum Beispiel geschehen als kognitive (innere) Tätigkeiten, als Tätigkeiten "mit Papier und Bleistift"; das Ausführen zum Beispiel schließt die Benützung und Bedienung komplexer Maschinen ein. Solche Unterschiede befördern schließlich die *Spezialisierung*. Spezialisierte Tätigkeitsformen laufen nicht leer, solange ihre Integration gelingt; dazu ist es erforderlich, daß ein gewisses Maß an Kenntnis des Ganzen erhalten bleibt. Unter anderem heißt das zum Beispiel, daß der Planende etwas von der praktischen Ausführung verstehen muß.

In jeder Phase des entfalteten technischen Handelns wird auf *allgemeine* und komplexe Mittel, auf systematisches Wissen, auf erprobte Methoden, auf maschinentrugene Fertigungsverfahren, auf partiell anerkannte Wertvorstellungen und Bewertungsverfahren zurückgegriffen. Eine solche Chance des Rückgriffs hat jedoch auch ihren Preis: zahlreiche Vermittlungsschritte sind erforderlich, weg vom Allgemeinen, hin zum zu lösenden individuellen Problemfall.

Bei starker Einengung und Belastung der Handelnden wird, mindestens partiell, auf weniger entfaltete (frühere) Handlungsweisen zurückgegriffen; bei starker Entlastung geschieht etwas ähnliches: es werden gewohnte und automatisierte Handlungsformen eingesetzt.

6. Elementares technisches Handeln - ein Zentrum didaktischer Überlegungen

6.1 Erst die Elemente, dann das Ganze?

Eine grundsätzlich andere Auffassung vom elementaren technischen Handeln liegt zugrunde, wenn gefordert wird, daß zunächst ein gewisses Maß an Können und Wissen vermittelt werden muß, damit technisches Handeln möglich wird. Hinter einer solchen Forderung steht die Auffassung: zum Beispiel erst das Sägen können, dann das Fahrzeug zum Spielen herstellen; erst die Teilphasen, dann der gelingende Gesamttablauf; erst die Elemente, dann das technische Handeln als Ganzes, als Zusammensetzung. Wie aber erwirbt eine Schülerin, ein Schüler solche Elemente? Werden sie einfach gegeben und hingenommen? Dazu später noch einige Erinnerungen.

Formen, zum Beispiel des Könnens (des Wissens), sind im *Ganzen* des technischen Handelns erforderlich. Sie werden durch die Problemsicht aktiviert und versuchsweise oder im bestimmten Ablauf in die Handlung einbezogen. Aber berechtigt uns das anzunehmen, solche Könnens- oder Wissensformen müßten erst isoliert erworben werden, damit sie dann als Elemente das technische Handeln erst aufbauen? Hier liegt die Gefahr einer übereilten Gleichsetzung. Was sich als *Bestandteil* in einem Handlungszusammenhang erweist, muß nicht notwendig gleichzeitig auch ein kombinierbares *Element* für den Aufbau von Handlungen sein. Etwas anders gewendet, heißt das: technisches Handeln ist kein reiner Aufbauprozess aus einzelnen Handlungsphasen oder -elementen; es wird schon immer mehr oder weniger unzulänglich vollzogen. Fortschritte erweisen sich dann primär als Differenzierungsvorgänge (als Umstrukturierungen und erweiternde Variationen). Die kontextungebundenen Formen, die kombinierbaren Elemente, zum Beispiel des Könnens und Wissens, gehen aus dem schon vollzogenen technischen Handeln hervor; sie sind in erster Linie die Produkte einer fortgeschrittenen Differenzierung, die letztlich in eine Isolierung übergeht. Erst durch die Erfahrung (durch die bewältigten Widerstände) im technischen Handeln kristallisierten sich solche Könnens- und Wissensformen heraus, die universeller im technischen Handeln einsetzbar sind.

6.2 Gefahren der Vorlehren

Die Anfänge einer technischen Bildung sollten nicht als Vorlehre zu einer allgemeinen Technologie¹² verstanden werden. Eine solche Vorlehre birgt Gefahren in sich:

(1) Sie nimmt offen oder verdeckt Inhalte und Grundstrukturen der allgemeinen Technologie auf. Das hat insbesondere dann für das Lernen und für die didaktischen Überlegungen weitreichende Folgen, wenn die allgemeine Technologie die menschlichen Verhaltensweisen nur am Rande einbezieht und sich auf die "Elemente, Strukturen und Gesetzmäßigkeiten technologischer Systeme" konzentriert, wie das etwa bei Horst Wolffgramm (1978) der Fall ist. (Die Verdienste der allgemeinen Technologie im Hinblick auf andere Problemfelder außerhalb der Didaktik des Technikunterrichts sollen damit nicht in Frage gestellt werden.)

(2) Da die Vorlehre letztlich doch auf die allgemeine Technologie ausgerichtet ist, verleitet sie dazu, das technisch-leibliche Handeln lediglich als kindgemäße Form des Lernens in den Dienst zu nehmen. Beispiele verlieren ihre anfängliche Eigenständigkeit; sie werden von vornherein zum Fall, der das Allgemeine nur notdürftig verkleidet repräsentiert. Der Fall steht von Anfang an im direkten Dienste der Vermittlung des Allgemeinen, er veranschaulicht lediglich das Allgemeine. Primär ist dann das Aufnehmen dessen, wofür der Fall steht und was veranschaulicht wird; die aktive Auseinandersetzung mit dem einzelnen als Basis des Verstehens kommt zu kurz.

(3) Didaktisches Denken fällt weitgehend aus oder verengt sich auf die Frage, wie allgemeine Technologie zu vermitteln ist oder wie ihre Vermittlung (durch Vorlehren) sicher vorbereitet werden kann.

(4) Steht das Tätigsein primär im Dienste der Vermittlung des Allgemeinen, dann zeigt sich hier trotz leiblich-technischer Tätigkeit in einem veränderten Gewande die schon erwähnte Grundposition: erst das Erkennen, dann dementsprechendes Handeln.

(5) Die allgemeine Technologie wird in ihrer Bedeutung nicht zurückgestellt, wenn gefordert wird, daß der Technikunterricht und seine Vorformen mehr sein müssen als ein bloßes Abbild der allgemeinen Technologie.

¹² Vgl. Günter Ropohl (1979); Horst Arp, Wilfried Härtel (1984).

6.3 Aktive Auseinandersetzung als Basis des Verstehens - der Rückgang auf die "Ursprungssituation"

Technische Bildung darf sich nicht vorschnell auf die technischen Gegenstände und auf das, was leicht vergegenständlicht werden kann, konzentrieren, etwa auf technisches Einzelwissen, auf isolierte technische Fertigkeiten, auf verkürzte Algorithmen der Gestaltung und Wertung oder deutlicher unter der Schulperspektive: auf das leicht Abfragbare, Reproduzierbare und eindeutig Kontrollierbare.

Im Zentrum sollten individuelle Unterrichtsinhalte stehen, die für den Lernenden verstehbar sind und die damit Inhalte, Denk- und Arbeitsverfahren erschließen, die repräsentativ sind für die technisch geprägte Wirklichkeit. Solche Forderungen rücken das technische Handeln in den Mittelpunkt didaktischer Überlegungen. Dazu noch einige Hinweise.

Soll zum Beispiel eine Form des technischen Könnens oder Wissens nicht bloß lehrend gegeben und vom Schüler hingenommen werden, dann muß der Schüler die Chance zu einer *aktiven Auseinandersetzung* bekommen. Er soll nicht bloß äußerlich tätig werden, sondern angeregt werden, eine Intention aufzunehmen und mit den Mitteln zu agieren, die ihm zu Verfügung stehen; er soll seine Wahrnehmungs-, Handlungs- und Interpretationsschemata ... gezielt einsetzen. ob das zu einem Ergebnis führt oder erst offensichtlich macht, daß die eingesetzten Mittel nicht hinreichen und der Lehrer gezielt gefordert wird, ist nicht entscheidend. Zunächst fragt sich, wie eine "vitale Interessiertheit" als Basis dieser Auseinandersetzung gefördert werden kann. Hier sei an Heinrich Roth erinnert:

"Kind und Gegenstand verhaken sich ineinander, wenn das Kind ... den Gegenstand, die Aufgabe, das Kulturgut in seiner 'Werdensnähe' zu spüren bekommt, in seiner 'Ursprungssituation' aus der heraus er 'Gegenstand', 'Aufgabe', 'Kulturgut' geworden ist ... Indem ich den Gegenstand wieder in seinen Werdenprozeß auflöse, schaffe ich ihm gegenüber wieder die ursprüngliche menschliche Situation und damit die vitale Interessiertheit, aus der er einst hervorgegangen ist ... durch diese pädagogische 'Rückführung in die Originalsituation' (wird er) wieder das, was er einst war: Frage, Problem, Not Schaffenslust". (Roth 1962, S. 123 f.)

Was heißt dies zum Beispiel für das technische Können und Wissen? Aus welcher Situation heraus hat es sich entwickelt? Ausgangspunkt ist eine ursprüngliche menschliche Problemlage oder eine Fragehaltung. Sie stößt das sinnbezogene Nachvollziehen, "Nachschaffen", "Nacherkennen" an (Roth 1962,

S. 125). Das Fertige und fest Gefügte, das Geschaffene und Erkannte werden dadurch wieder in einen Prozeß der Neu- oder Nachgestaltung aufgelöst. Ein Erfassen und Verstehen, welches das von den Kindern Gekonnte und Gewußte einbezieht und daran (verknüpfend und differenzierend) weiterbaut, ist darauf angewiesen, ein *technisches Problem darzustellen*, etwa mit dem Resultat: es geht nicht gut, es fehlt etwas. Das führt dazu, etwas herzustellen oder zu verändern. In diesem Kontext erst werden Fertigkeiten (und technisches Wissen) gebraucht. Die Herstellungssituation animiert, Fertigkeiten aufzubauen und zu üben. Dabei kann das Zeigen des Lehrers auch in diesem Teilbereich nur den Anstoß zur nachahmenden Aktion geben. Um erkannte Unzulänglichkeiten im Nachahmen zu beheben, muß die Tätigkeit leicht variiert werden. Das führt letztlich zu einer gleichsam dialogischen Auseinandersetzung im kleinen: die Aktion, etwa mit dem Werkzeug, deckt erst eine spezifische Eigenschaft des bearbeiteten Materials, des Werkzeugs, deckt erst eine spezifische Eigenheit der Werkzeughaltung oder Muskelbeanspruchung auf; insgesamt gesehen erhält dabei die Variation der Aktion Fragecharakter, das Resultat gibt die Antwort. Erst in diesem Wechsel von äußerlichem Vormachen und Quasidialog im Kleinen werden neue Fertigkeiten aufgebaut, die im Üben dann verstärkt werden. Ähnlich verhält es sich beim technischen Einzelwissen. Die Fragehaltung entsteht am ehesten im Kontext von Herstellen und Gebrauchen: Wie hätte es stabiler gebaut werden können? Warum ist das Holz gespalten? Die Fragehaltung regt an, geeignetes Wissen zu vergegenwärtigen. Damit ist ein Zustand erreicht, der das fruchtbare Um- oder Weiterbauen im Bereich des Wissens erleichtert; auslösend wirken dabei etwa Vermutungen, die zu Erprobungen führen, oder äußerlich gegebene Lösungsansätze, die nähere Untersuchungen provozieren, um ihre Eignung für die aktuelle Problemlösung zu erkunden.

Damit zeigt sich, daß die bildende Vermittlung zum Beispiel von einzelnen Könnens- und Wissenselementen in verschiedenen Graden auf das technische Handeln angewiesen ist. Deshalb müssen insbesondere am Anfang aufklärender Bemühungen die relativ ganzheitlichen Vollzüge des technischen Handelns stehen. Erst die Erfahrungen aus diesem ganzheitlichen, leiblichen Tun lassen isolierte Teilformen technischen Tuns sinnvoll erscheinen; erst diese Erfahrungen lassen erkennen, wie sinnvoll es ist, Wissen zu formulieren, um es im weiteren technischen Handeln einsetzen zu können.

Rückgang auf die "Ursprungssituation" heißt im Rahmen technischer Bildung Hinwendung zum *leiblich technischen Handeln*, heißt Hinwendung zum elementaren technischen Handeln. Eine solche Rückwendung darf nicht als eine Rekonstruktion eines geschichtlichen Verlaufs mißverstanden werden; sie ist Gestaltung, Konstruktion, Genese hier und jetzt, aus der konkreten Lage heraus, und zwar als relative Ganzheit, also sinn- und ergebnisorientiert (vgl. Diagramm Abb. 2, 10). Ein solches Handeln oder "Nachschaffen" ermöglicht als aktive Auseinandersetzung und als Anreiz zur Erweiterung ein grundlegendes Verstehen. Damit aber wird die Chance eröffnet, daß das am individuellen Inhalt Verstandene zum typischen, zum exemplarischen, zum elementaren Fall wird. Das Allgemeine und das notdürftig eingekleidete Allgemeine reizt nicht hinreichend zum lebendigen Reagieren, zur Auseinandersetzung, zur Erweiterung des Gewußten und Gekonnten. Erst das in der aktiven Auseinandersetzung zutage tretende Allgemeine im Besonderen hilft bei der Erschließung ähnlicher Inhalte und Methoden und ist damit *kategorial* wirksam.¹³

7. Bauen eines Kragsteinbogens als Überbrückung - ein Beispiel

1. Das erste Hantieren mit Bausteinen wäre blinder Aktionismus; aber ein Material zum Bauen muß vorhanden sein, es hat Impulscharakter.
2. Ausgangspunkt des Handelns muß eine Problemsituation sein: es gibt einen Fluß, der nicht überquert werden kann.
3. Wie ist die Problemsituation zu entfalten? Durch Sprechen - das verklingt, es muß behalten und wieder vergegenwärtigt werden; durch Skizzen - sie bleiben erhalten, müssen jedoch gelesen und gedeutet werden; durch äußerliches, modellhaftes Fixieren, durch Handeln des Lehrers zum Beispiel mit dem Tisch als Darstellung des linken und rechten Ufers - eine solche Darstellungshandlung hat ein Resultat, es bleibt erhalten, und die Deutung ist nicht überflüssig. (Anmerkung: Wenn ich den Tisch und den Spalt zwischen den Tischen nur so nehme, erfasse ich kein Problem. Die Deutung besteht darin,

¹³ Wolfgang Klafki (1957, 1964⁴ insbesondere Kapitel 14).

Ufer zu sehen, feste Ausgangspunkte. Dazwischen liegt ein Hindernis, das mit den vorhandenen Bausteinen überbrückt werden sollte.

4. Mit der handelnden Darstellung der Problemsituation ist bereits ein Anfang für konkretes Handeln gegeben; es muß nicht "bei Null" begonnen werden. Die Anfangshürde ist beseitigt, es muß lediglich fortgesetzt werden.

5. Die Deutung der Tische als Ufer und Fundament läßt sich durch äußere Gegenstände, z. B. durch puppenartige Gestalten, die nicht "hinüber kommen" verstärken. Trotzdem gilt: die Schüler und Schülerinnen müssen "mehr sehen" und etwas "anderes sehen" als das ist. Das Deuten gelingt eher, wenn etwas aus der Erfahrung der Kinder wachgerufen werden kann: bei einer Wanderung gelang es nicht, den Fluß zu überqueren. Ohne einen solchen Hintergrund schon vollzogener sinnorientierter Tätigkeiten gelingt die Deutung nur unvollkommen.

6. Erster Lösungsschritt: ein Baustein wird in die Lücke gehalten (vgl. Abb. 12.1). Das Resultat ist enttäuschend. Die Lösung geht nicht so einfach, der Konflikt zeigt sich jetzt deutlicher: der Stein ist zu kurz. Damit wird handelnd und deutend das Ziel schärfer ins Auge gefaßt. Ohne den ersten Lösungsschritt wäre die Analyse der Problemstellung viel schwerer gewesen. Bestehen wir dabei auf verbalen Formulierungen, könnten wir enttäuscht werden.

7. Zweiter Lösungsschritt: Die äußerlich tätige Darstellung des Problems (des eigentlichen Konfliktes und damit indirekt des Ziels) mit dem Baustein (Abb. 12.1) ermöglicht Wahrnehmungen mit verschiedenen Akzenten. Primärer Akzent beim Zentrum: der Baustein ist zu kurz, es fehlt eine Unterstützung; primärer Akzent beim Lager rechts und links: es gibt noch zwei "Lücken", zwei "Störungen". Die Lösungsfindung ist damit schon nahegelegt; einige Möglichkeiten zeigt die Abb. 12.2. Eine äußere Problemeingrenzung und Verschärfung findet statt, wenn allein das bereits vorhandene Material zur Lösungsfindung herangezogen werden soll oder wenn eine mittlere Stütze und Lagerung ausgeschlossen wird (weil etwa das Wasser zu reißend ist; vgl. Abb. 12.2 im Graph der Lösungsprinzipien: a,a und a,b).

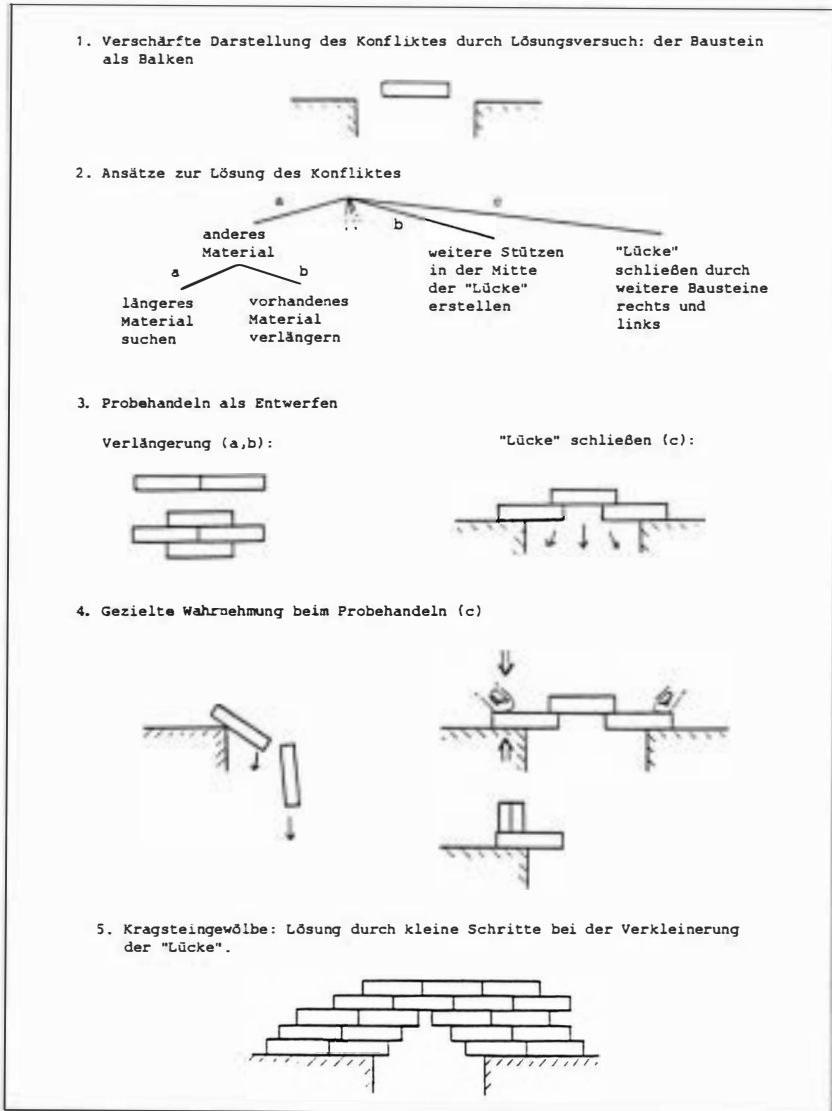


Abb. 12: Lösungen des handelnd dargestellten Konfliktes "Überbrückung" im Ausschnitt: Ideenfindung auf der Basis von Zielvorstellung und zuhandenem Material, problemorientierte Wahrnehmung beim Probehandeln als Anregung zur Ideenfindung, Kragsteingewölbe als ein mögliche Lösung.

8. Das Probehandeln zeigt, daß die Lösungsmöglichkeiten (vgl. Abb. 12.3) nicht halten, zusätzliches Material erfordern oder Bausteine am Lager kippen.

9. Das Probehandeln ermöglicht eine fortgeschrittene Problemsicht: das Kippen des Bausteins am Lager (vgl. Abb. 12.4). Wie kann es verhindert werden? Damit wird ein Teil- oder Restproblem wahrgenommen. Das ausgiebige Probehandeln eröffnet die Chance, das Kippen nicht nur visuell wahrzunehmen, sondern auch haptisch als Druck des Bausteins auf den Finger. Die Lösungsfindung erleichtert sich dadurch: erster Schritt - durch den Gegendruck des Fingers kann die Konstruktion gehalten werden, leichtes Loslassen bringt alles ins Wanken. Dieses Bemerkn legt ein neues Teilproblem frei: Wer kann dauernd Druck ausüben auf das Bausteinende (vgl. Abb. 12.4)? Zweiter Schritt - die Bausteine können ausgenützt werden als Gegengewicht, um das Kippen zu vermeiden.

10. Weitere Lösungsschritte sind erforderlich, in denen das gefundene und teilweise erprobte Prinzip ausgebaut und optimiert werden muß. Ich breche hier jedoch ab. Es ist hinreichend klar, worauf ich verweisen wollte: Die handelnde Darstellung und der provisorische handelnde Aufbau schaffen Bedingungen, die die Lösungsfindung erleichtern, jedoch das kreative Finden einer Lösung nicht überflüssig machen. Das gezielte Probieren hilft bei der Lösungsfindung, ersetzt die Lösungsfindung jedoch nicht. Die Erleichterungen im einzelnen:

- ein Anfang ist mit der handelnden Problemdarstellung gegeben, die Kinder brauchen nur fortzusetzen;
- Lösungsversuche, besonders unzulängliche, angeregt durch das bereitgelegte Material, helfen bei der Problemlklärung;
- die versuchsweise Realisierung eines Lösungsschrittes ermöglicht die gezielte Wahrnehmung von noch bestehenden Unzulänglichkeiten, das Realisierte wird zum Anzeiger der Rest-Probleme und somit zum Anreger für weitere Schritte;
- das provisorisch Aufgebaute bleibt teilweise erhalten, es wirkt wie ein externes Gedächtnis und entlastet oder macht frei für die Lösungsfindung in Schritten.

8. Anregungen von unten und Anregungen von oben - Ausweitung des Beispiels

In einer Nachbetrachtung soll das Allgemeinere beim Aufbau einer Lösung stärker herausgestellt werden, und zwar im Anschluß an Karl Duncker (1966).

Die Problemlösung beginnt mit einer Problemsituation und mit einer Analyse dieser Situation: Warum geht etwas nicht? Woran scheitert es? Solche Fragen führen zu den "Konfliktmomenten". Im allgemeinen enthält die Problemsituation aber auch Mittel, die zur Lösung verwendbar sind: Was ist als Ausgangsbasis vorhanden? Damit werden die "Materialmomente" bestimmt (Duncker 1966, S. 24 f.). Die genauere Kennzeichnung der Aufgabe stellt eine Eingrenzung dar. Die Zielanalyse klärt, was gefordert ist. Damit ist das Ziel als eine Begrenzung bestimmt. Die zweite Begrenzung stellt das "Gegebene", das Material dar. Dazwischen ergibt sich die Diskrepanz oder Lücke, die im Entwurfsprozeß zu schließen ist (vgl. Schema, Abb. 13).

Der Lösungsaufbau setzt beim Bekannten an, also beim "Gegebenen" und beim "Geforderten". Das (äußere) Material und die (inneren) Zielvorstellungen regen an. Beide fungieren als Sprungbrett für das Finden von Lösungen: Das Material bietet "Anregungen von unten", es suggeriert geeignete Verknüpfungsmöglichkeiten, die Zielvorstellungen bieten "Anregungen von oben" (Duncker 1966, S. 13), sie legen Teilkonzeptionen oder Teilziele nahe.

Diese beiden Ausprägungen des verschränkten Findungsprozesses sollen hier noch etwas verfolgt werden. Die globale Zielvorstellung gibt Anlaß, nach Mitteln zu fragen, mit denen sie sich realisieren läßt. Erscheint das Ausgangsmaterial als geeignetes Mittel, dann beginnt das Probehandeln sofort: eine Scheibe tritt dann beispielsweise als Laufrad in Funktion, ein Rundstab wird zu einer Achse, ein Baustein erscheint als Balken ... Das Material wird provisorisch verknüpft, es entsteht ein neues Teilmittel. Der eigentliche Anstoß zum Lösungsschritt stammt primär vom äußeren Material. Die Verkörperung oder äußere Verwirklichung geht dem Lösungskonzept voran. "Anregung von unten" findet statt (vgl. Diagramm, Abb. 13 und 14, rechte Seite).

Wie geeignet das entworfene Teilmittel ist, läßt sich je nach Art der provisorischen Verknüpfung direkt oder nur szenisch (zeichenhaft) erproben. Dabei muß die Zielvorstellung gegenwärtig bleiben. Die Erprobung des vorläufig

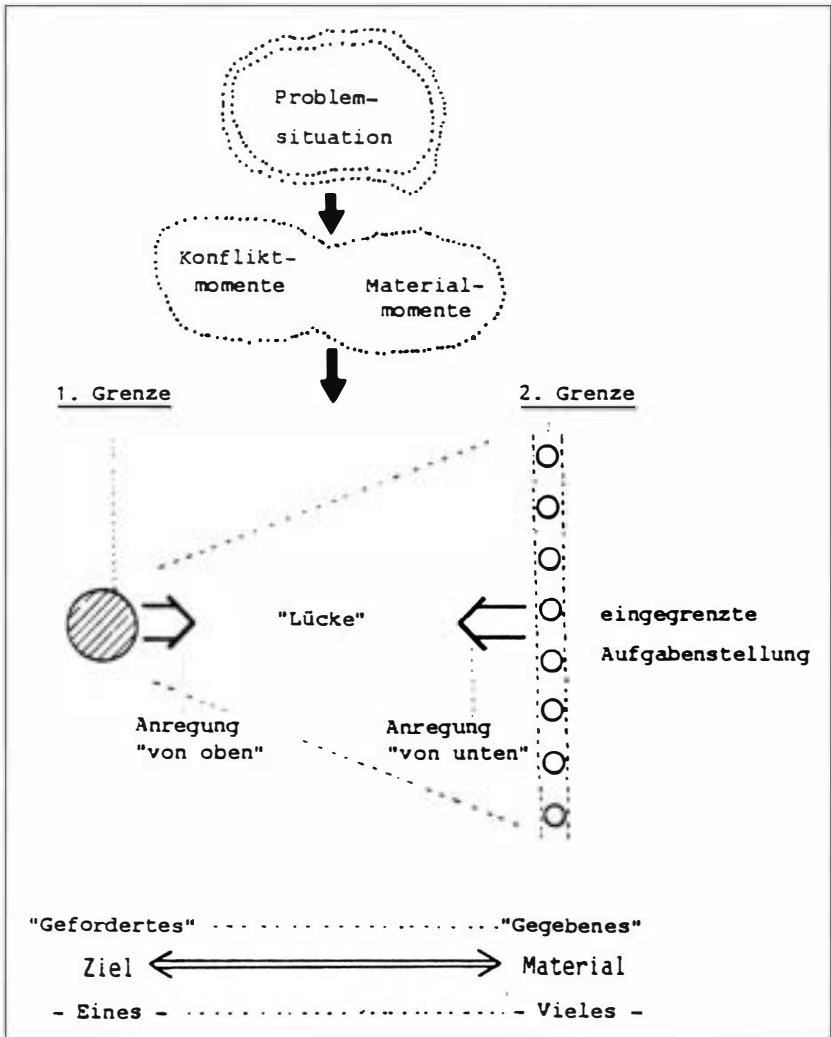


Abb. 13: Von der Problemsituation zur eingegrenzten Aufgabenstellung. Der Lösungsaufbau als Schließung der Lücke beginnt beim Bekannten: beim Ziel und beim Material.

Verknüpfen eröffnet die Chance, noch vorhandene Unzulänglichkeiten wahrzunehmen und damit gleichzeitig Teilziele, die noch zu verfolgen sind, zu erkennen. Gleichzeitig ist mit dem entworfenen Teilmittel ein Material höherer Ordnung und damit ein erweitertes Potential für "Anregungen von unten" gegeben.

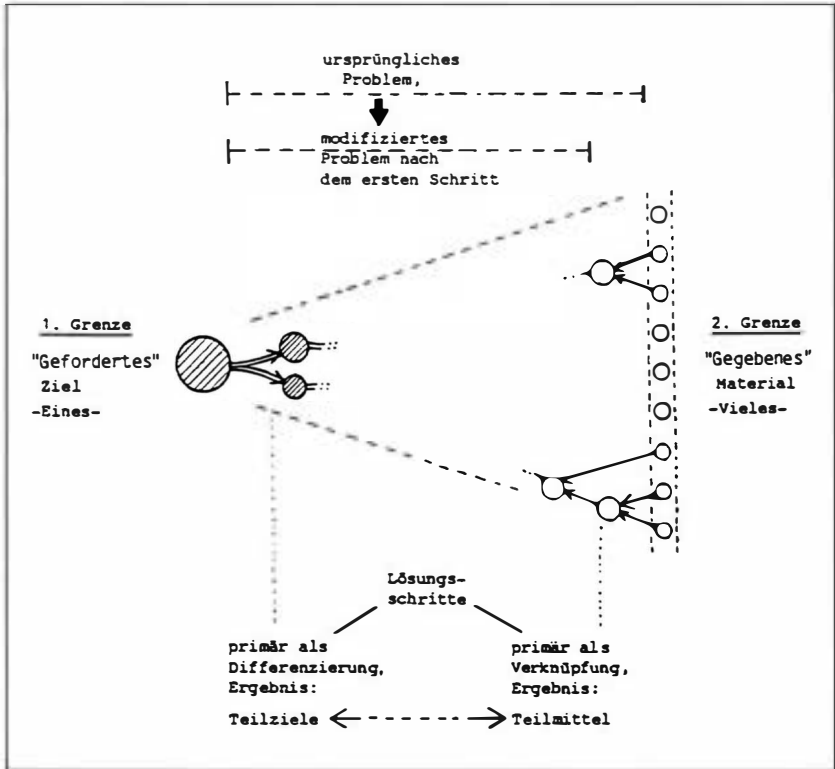


Abb. 14: Die Lösungsschritte verändern die Problemlage. Primär verknüpfende Schritte gehen vom Material aus und sind auf das Ziel gerichtet, primär differenzierende Schritte setzen beim Ziel an und sind auf das Material, auf die Materialisierung des Ziels gerichtet.

Die zweite, deutlichere Ausprägung des Findungsprozesses beginnt ebenfalls bei der globalen Zielvorstellung. Wiederum wird gefragt, welches Mittel geeignet ist, die Zielvorstellung zu realisieren. Erscheint jedoch jetzt nicht das gegebene Ausgangsmaterial, sondern ein komplexeres Mittel als geeignet, das noch *nicht* vorhanden ist, dann ist damit eine Teil-Konzeption, eine Teil-Zielvorstellung gewonnen. So ist z.B. für die Überbrückung ein langer Balken erforderlich, aber nicht vorhanden, nur kurze Bausteine. Jetzt fragt sich, wie dieses Teilziel realisiert werden kann. Das heißt beispielsweise: Sind die Bausteine zu einem längeren Balken ffügbar? - Nein, nicht ohne weiteres; es ist Draht, ein Faden oder Leim erforderlich. Sind solche Materialien verfügbar? Ist das nicht der Fall, dann ist damit wiederum eine Teilaufgabe gegeben, allerdings auf einer Ebene weiter unten: ein Teilziel des Teilziels ist bestimmt. Solche Lösungsschritte stellen primär Differenzierungen der globalen Zielvorstellung dar (vgl. Diagramm, Abb. 13, 14, linke Seite). Vorrangig ist das Ziel oder das Teilziel als Konzept. Es leitet die Suche nach einem geeigneten äußeren Medium als Verkörperung oder Verwirklichung des Ziels. "Anregung von oben" findet statt.

Der Lösungsprozeß als Ganzes ist ein zweiseitiger Brückenschlag. Es muß ein Beziehungsgefüge aufgebaut werden, so daß schließlich beide Seiten zusammen kommen: einerseits die inneren oder sprachlich formulierten Zielvorstellungen und Konzeptionen, andererseits die äußeren Materialien und Mittel. Auf welchem Wege der Brückenschlag im einzelnen erfolgt, kann hier nicht verfolgt werden. Sicher ist, daß zwei Typen von Lösungsschritten erforderlich sind: Zielvorstellungen müssen im Hinblick auf Mittel und Materialien differenziert werden, Materialien müssen im Hinblick auf Ziele verknüpft werden (vgl. Diagramm Abb. 14). Jeder Lösungsschritt schafft Bedingungen für die nachfolgenden Schritte. Selbst erkannte Irrwege oder Sackgassen beim Lösungsaufbau helfen dabei, die Problemlage schärfer zu fassen. Jeder Lösungsschritt verändert die Problemlage, sie wird verengt, verschärft und konkretisiert. Karl Duncker bemerkt hierzu: "Wir können somit einen Lösungsprozeß ebensowohl als Entwicklung der Lösung wie als Entwicklung des Problems beschreiben" (Duncker 1966, 10).

Jeder Lösungsschritt, die Differenzierung des globalen Ziels wie die probierende äußere Verknüpfung, bezieht *das Gegebene und Geforderte aufeinander*. Wie der erste Schritt bleibt jeder weitere *eingespannt zwischen den Polen*

"Material" und "Ziel". Kein Lösungsschritt bleibt in einem strengen Sinne allein beim Ziel oder den Teilzielen, allein beim Material oder den Teilmitteln stehen. Die durch Differenzierung entstehende Teilzielbildung zielt auf den Übergang zum Material, also auf Materialisierung, auf Veräußerlichung der ursprünglichen, inneren Zielvorstellung; die durch Verknüpfung entstehende Mittelbildung zielt auf den Übergang zum Ziel, also auf Finalisierung des ursprünglich äußerlichen Materials.

Nicht alle Problemsituationen sind so einfach geartet, daß sie sich in eine eingegrenzte Aufgabenstellung überführen lassen. Die globale Zielvorstellung bleibt in solchen Fällen diffuser und die Ausgangsmaterialien unbestimmter. Die Lösungsfindung ist dann stärker auf Versuch und Irrtum angewiesen. Entscheidungen und Kontrollen verlaufen weniger eindeutig, und dementsprechend gibt es kein eindeutiges Ende des Entwurfs- oder Lösungsprozesses. Ein Ende wird erst durch eine Zielbestimmung ermöglicht, die sich in diesem Falle erst in stärkerer Verflechtung mit dem individuell Entworfenen und dem hier Erreichten präzisiert: mit diesem Werk tritt dann letztlich auch erst das Ziel zutage; das Ziel wird erst mit der Herstellung evident.¹⁴

9. Konsequenzen für den problemorientierten Unterricht

Hier soll lediglich das vorausgegangene Kapitel im Hinblick auf die Unterrichtsplanung zusammengefaßt werden: (1) Die "Anregungen unten" werden im Zuge des Entwerfens und Planens im Unterricht nicht hinreichend genützt. Probehandeln vollzieht sich eher zufällig, es wird selten durch Bereitstellung von Elementen und Bausteinen initiiert. (2) Dadurch tritt die (relativ) selbständige Planung zurück. Sie wird erschwert oder zum rein gedanklichen Konzipieren abgedrängt; allenfalls dienen Bleistift und Papier als Hilfe. (3) Das Finden von Lösungen läßt sich nicht erzwingen, es kann niemals ein "empirisches Ergebnis" (Aebli 1980, 1981) sein. Das Finden von Lösungen kann aber erleichtert werden. Ein entscheidendes Mittel ist das Probehandeln.

¹⁴ Damit ist freilich ein Extremfall gegeben: Werk und Ziel haben sich nicht voneinander gelöst oder fallen noch vollständig zusammen.

10. Aufbau von Beziehungen im Handeln - auch ein Weg des Ordners

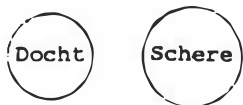
Hans Aebli hat nachdrücklich unter psychologischen Gesichtspunkten auf die Strukturgleichheit von Denken und Handeln hingewiesen, und bei diesem Grundgedanken möchte ich kurz verweilen. (Ich lasse damit das breite Anregungspotential, das seine Werke für die Sachunterrichts- und Technikdidaktik bieten, außer acht.)

Seine zentrale These lautet: "Wir wollen zeigen, wie sich das Denken ... aus dem praktischen Handeln und aus dem Wahrnehmen entwickelt" (Aebli 1980, S. 13). Eine solche Differenzierung hat Voraussetzungen: "Wenn das Denken aus dem Handeln hervorgeht, muß schon dieses wesentliche Züge des Denkens enthalten" (Aebli 1980, S. 13). Das im Ursprung Gemeinsame sieht Aebli in der "Stiftung von Beziehungen zwischen vorgefundenen und erzeugten Elementen". Handeln setzt in Beziehung, Denken auch.

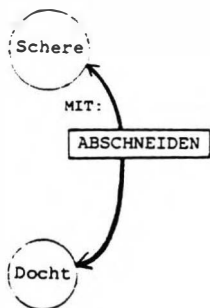
Im Bereich des Denkens ist die Beziehungsstiftung offensichtlicher und anerkannt, besonders dann, wenn sich die Resultate als Invarianten oder gesetzmäßige Abläufe begrifflich-symbolisch darstellen lassen. Wie steht es aber mit der Beziehungsstiftung im Bereich des praktischen Handeln, abseits vom Konzipieren und Planen, etwa im ausführenden Handeln? Kann z.B. das Kerzenziehen mit einfachen Hilfsmitteln als Beziehungsstiftung dargestellt werden? Hans Aebli hat dazu Vorschläge unterbreitet: "Eine Handlung zielt darauf hin, eine Beziehung zwischen Elementen zu verwirklichen ... Die Beziehung kennzeichnet die Handlung. Sie ist ihr Kern" (Aebli 1980, S. 87 f.). Aebli entwickelt auf dieser Basis eine graphische Handlungsdarstellung. Sie wird in Abbildungen 15 und 16 für eine Teilpassage des Kerzenziehens vorgestellt, und zwar in einer Anordnung, die das von Aebli Erarbeitete treffender visualisiert (Aebli 1980, S. 111 f.).

Die gleiche (oder ähnliche) Struktur bei anders gearteten Elementen sieht Aebli am Werke, wenn Begriffsinhalte aufgebaut werden. Sein Beispiel lautet: "Ein zwölfjähriges Kind fragt seinen Vater, was es bedeutet: `Zollbezahlen`. Er antwortet:

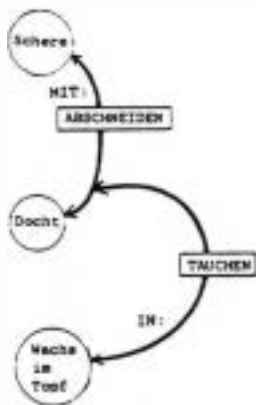
"Stelle Dir vor: in einem Land wird eine Ware hergestellt und in ein anderes Land eingeführt und dort gebraucht. In Deutschland werden zum Beispiel Volkswagenautos gebaut, in die Schweiz eingeführt und in diesem Land gebraucht. Der Importeur muß nun an der Grenze einen Geldbetrag bezahlen, der proportional zum Wert und Gewicht der Ware ist. Diesen Geldbetrag nennt man den Zoll für die eingeführte Ware" (Aebli 1980, S. 97 f.).



Element oder Handlungs-
teilnehmer, z.B. der Docht;
das Element kann selber
Resultat eines Aufbau-
prozesses sein.



Verknüpfung der Elemente
durch die Beziehung z.B.
Abschneiden, der Docht für
die Kerze wird mit der
Schere abgeschnitten.



Verknüpfung auf der Ba-
sis schon realisierter
Beziehungen (Zwischener-
gebnisse), z.B. der Docht
wird in Wachs getaucht;
das Resultat der ersten
Verknüpfung (der abge-
schnittene Docht) geht
als Element in die neue
Beziehung ein.

Abb. 15: Darstellung des Handelns als Beziehungsstiftung nach Hans Aepli. Im Gegensatz zu Aeplis Darstellung sucht diese modifizierte graphische Darstellung in der Gesamtanlage das Aufeinander-Aufbauen des Handlungsschritte visuell ablesbar zu machen: jede neue Beziehungsstiftung baut auf Vorausgegangenem auf, sie nimmt das in Beziehung Gesetzte als Resultat und neues Element in die nächste Beziehung hinein (vgl. Abb. 16 und 17).

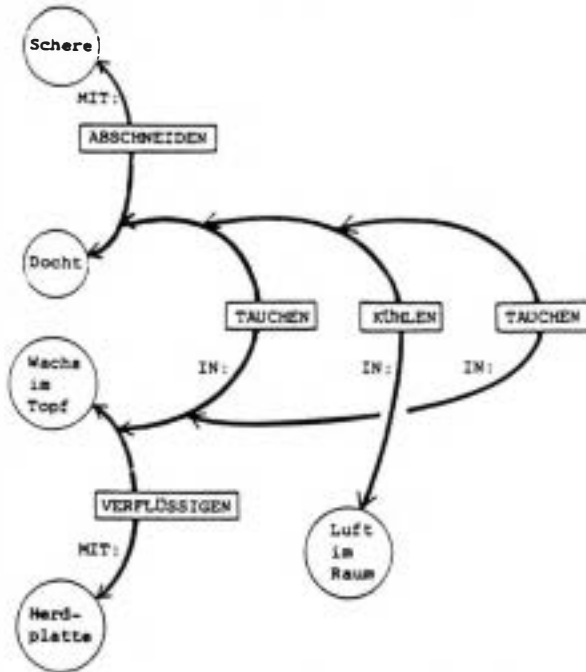


Abb. 16: Ein Teilablauf des Kerzenziehens als Handlung, die geeignete Handlungsteilnehmer in Beziehung setzt. Handlungsteilnehmer oder -elemente sind Docht, Schere, Wachs im Topf, Herdplatte, Luft im Raum ..., die geknüpften Beziehungen werden durch Pfeile dargestellt: Abschneiden, Verflüssigen, Tauchen ... Tritt ein Pfeil auf einen anderen, sitzt eine Beziehung auf einer anderen auf, dann heißt das: das Resultat des vorausgegangenen Handlungsschrittes ist neues Handlungselement im folgenden. So wird zum Beispiel der abgeschnittene Docht getaucht, der getauchte Docht an der Luft gekühlt ... (vgl. Abb. 15).

Beim Aufbau des Begriffsinhaltes sind Ausgangselemente notwendig, die zum "Wissensrepertoire des Begriffsbildners" gehören (Produzent x, Ware, Land a ... vgl. Abb. 17); sie müssen abgerufen und richtig verknüpft werden (Herstellen, Einführen ...). Dadurch entstehen Einheiten höherer Ordnung (z.B. die im Land a hergestellte Ware); sie gehen in neue Verknüpfungen ein (der Händler y führt die im Land a hergestellte Ware in das Land b ein; vgl. Abb. 17). Es gibt also auch beim Begriffsbilden vor- und nachgeordnete Beziehungen. Die vorgeordneten Beziehungen (sie liegen in Abb. 17 jeweils links) bleiben in den nachgeordneten vereinfacht enthalten, und zwar als durch Merkmale veränderte Elemente: aus der Land a hergestellten Ware entsteht die hergestellte und ins Land b eingeführte Ware und daraus die im Land a

hergestellte, ins Land b eingeführte und dort von Konsumenten gebrauchte Ware ...¹⁵

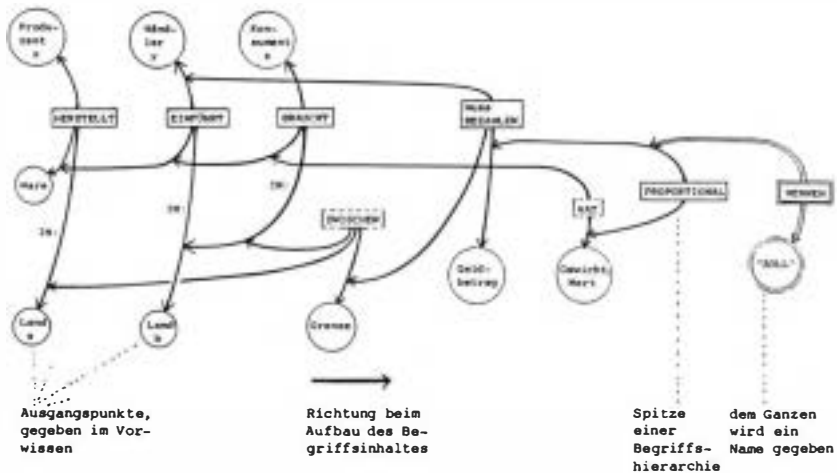


Abb. 17: Der Aufbau des Begriffsinhaltes 'Zoll'. Ein Beispiel von Hans Aebli in modifizierter graphischer Darstellungsweise. Die Ausgangselemente (Produzent x, Ware, Land a ...) Die vorgeordneten Beziehungen (jeweils links) gehen in die nachgeordneten (jeweils rechts) vereinfacht ein. Der Zollbegriff bildet die Spitze.

Ich verzichte hier auf Einzelheiten und Begründungen und erinnere lediglich daran, daß die Diagramme mit ihren ähnlichen Beziehungsgefügen (Abb. 16, 17) bewußt halten sollen: (1) Beziehungstiftungen gibt es auf mehreren Ebenen und mit verschiedenen Medien. (2) Handeln ist zeitraubend. Die Beziehungstiftung im Handeln muß sich auf das Einzelne einer konkreten

¹⁵ Hans Aebli (1981 Bd. II, S. 98-113 und insbesondere die Abb. 11, S. 112). Das Diagramm in dieser Abbildung bildet die Grundlage für die modifizierte Abbildung 16 in diesem Beitrag.

Situation einlassen. Das birgt die Gefahr in sich, den Überblick zu verlieren. (3) Solche Gefahren dürfen aber nicht dazu verleiten, das Inbeziehungsetzen und damit auch das Ordnen und Umordnen *allein* im Felde des Konzeptionellen, des Symbolisch-Begrifflichen wirksam zu sehen.

11. Dualismus von technischem Denken und Handeln?

Man kann als erste Orientierung technisches Denken und Handeln gegenüberstellen oder Sach-, Handlungs- und Bewertungskompetenz unterscheiden, so daß sie letztlich bloß nebeneinander stehen. Die technikdidaktischen Erörterungen dürfen bei solchen Dualismen und Unterteilungen nicht stehen bleiben; sie setzen falsche oder unzulängliche Signale insbesondere im Hinblick auf methodische, schulpraktische Fragen.

Technisches Handeln darf auch nicht auf Spezialformen wie Montieren, Reparieren, Warten, Bedienen, Fertigen ... eingeschränkt werden. Unter dem *Gesichtspunkt des Lernens und Lehrens* erweisen sich solche Spezialformen als Spätformen einer Entwicklung. Den Anfang bilden das Besorgen und speziell das elementare technische Handeln, nicht das Erkennen, Gestalten, Bewerten, Ausführen für sich; "primär" ist "das Handeln, das Handeln-wollen, das Handeln-müssen" (Bollnow 1970, S. 38). Treten beim Handeln Schwierigkeiten auf, so zwingen *erst sie* zum Erkennen, zum bewußten Gestalten und Bewerten. Technisches Tun beginnt nicht allein mit dem technischen Denken, das dann noch ausgeführt werden nach dem allgemeineren Muster: Erst erkennen, dann mit Hilfe des Erkannten zweckentsprechend handeln. Technisches Handeln ist deshalb nicht angewandte Theorie, nicht angewandte Ingenieurwissenschaft, nicht angewandte Planungstheorie. Die Schwierigkeiten und das Scheitern im Handeln bieten erst den Anlaß, solche Spezialhilfen aufzubauen.

Vor diesem Hintergrund erweisen sich Sach-, Planungs-, Fertigungs- und Bewertungskompetenzen als Teile der Handlungskompetenz; sie bilden sich auf der Basis von elementarer Handlungskompetenz in Schritten und Sprüngen erst aus und verbessern sie gleichzeitig. Erst im Zuge weit fortgeschrittener aktiver, gezielter Auseinandersetzung entstehen daraus relativ eigenständige Kompetenzen.

Literatur

- Aebli, Hans: Denken: das Ordnen des Tuns. Band I: Kognitive Aspekte der Handlungstheorie. Stuttgart 1980. Band II: Denkprozesse. Stuttgart 1981.
- Arp, Horst; Härtel, Wilfried: Beiträge zur Allgemeinen Technologie. Schriftenreihe des Fachbereichs Erziehungswissenschaften Bergische Universität - Gesamthochschule-Wuppertal Nr. 11. Wuppertal 1984.
- Böhme, Hartmut; Böhme, Gernot: Das Andere der Vernunft. Frankfurt am Main 1985.
- Bollnow, Otto Friedrich: Philosophie der Erkenntnis. Stuttgart 1970.
- Bruner, Jerome S.: Entwurf einer Unterrichtstheorie. Berlin, Düsseldorf 1974.
- Duncker, Karl: Zur Psychologie des produktiven Denkens (1935). Berlin, Heidelberg, New York 1966.
- Klafki, Wolfgang: Das pädagogische Problem des Elementaren und die Theorie der kategorialen Bildung (1957). 4. Auflage, Weinheim 1964.
- Klafki, Wolfgang: Neue Studien zur Bildungstheorie und Didaktik. Weinheim und Basel 1985.
- Maser, Siegfried: Wissenschaftstheoretische Grundlagen der Informatik. In: IBM-Nachrichten, 23 (1973) 217, 738-746.
- Möller, Kornelia: Handeln, Denken und Verstehen. Untersuchungen zum naturwissenschaftlich-technischen Sachunterricht. Essen 1991.
- Ropohl, Günter: Eine Systemtheorie der Technik. Zur Grundlegung der Allgemeinen Technologie. München, Wien 1979.
- Roth, Heinrich: Die "originale Begegnung" als methodisches Prinzip. In: Pädagogische Psychologie des Lehrens und Lernens (1957). 6. Auflage, Hannover 1962.
- Sachs, Burkhard: Zum Verhältnis von Naturwissenschaft und Technik in Realität und Schule. In: Technikunterricht, TU (1986) 41, 5-10.
- Schütz, Alfred; Luckmann, Thomas: Strukturen der Lebenswelt. Band 1. Frankfurt am Main 1979.
- Stopczyk, Annegret: Leibphilosophie. Süddeutscher Rundfunk, Studio Heidelberg 1991.
- Whitehead, Alfred North: Abenteuer der Ideen (1933). Frankfurt am Main 1971.
- Wolffgramm, Horst: Allgemeine Technologie. Elemente, Strukturen und Gesetzmäßigkeiten technischer Systeme. Leipzig 1978.

UNSER BLAUER PLANET - EXEMPLARISCHES ZUM WIDERSPRUCH ZWISCHEN WISSEN UND VERSTEHEN

Wolfram WINNENBURG, Universität Dortmund

Themen wie "Tag und Nacht", "Die Kugelgestalt der Erde", "Der Umlauf der Erde um die Sonne" sowie "Die Erddrehung" findet man heute bereits in fast jedem Sachunterrichtsbuch. In der landläufigen Art ihrer Darbietung und unterrichtlichen Behandlung sollen bildungspolitisch verfehlte Tendenzen des Sachunterrichts aufgezeigt werden.

1. Moderner Medienunterricht

Viele Schüler "wissen" bereits aus Darstellungen und Berichten in den verschiedensten Medien, daß die Erde eine riesige Kugel ist, die sich im Welt- raum bewegt. Selbiges gilt auch für Sonne und Mond. Dieses "Wissen" wird von zahlreichen Autoren bei der didaktischen Konzeption ihrer Sachunter- richtsbücher als echtes Wissen zugrundegelegt. Dieser von mir als fälschlich eingestuften Sichtweise entsprechend läßt sich der Sachverhalt - wie bei- spielsweise in den Stundenblättern zum Thema "Licht und Schatten" (Wiesner und Claus 1985, S. 49) ausgeführt - in der Regel durch ein kurzes Gespräch und eventuell durch Weltraumfotos abrufen. Lediglich die Bewegungsverhältnisse von Sonne und Erde sind mit den Kindern zu erarbeiten. Dabei tritt laut Lehrerhandbuch zum CVK-Sachbuch 2. Schuljahr (Kaiser und Schaub 1978, S. 31) folgende Lernbarriere auf: "Durch den Sprachgebrauch ('Die Sonne geht auf ...') und unsere 'getrübte' Wahrnehmung hat sich bei den Kindern die Vorstellung verfestigt, daß sich die Sonne um die Erde bewegt (Eine Vorstellung, bei der sich auch Erwachsene häufig

'ertappen'.). Diese auf einem antiquierten Weltmodell basierende Vorstellung soll durch eine vereinfachte Darstellung - Drehung der Erde um ihre eigene Achse unter Vernachlässigung der Rotation der Erde um die Sonne - widerlegt und zurechtgerückt werden. Als Medien werden dabei empfohlen: "Globus, Lichtquelle (z.B. Diaprojektor), gut sichtbare Markierungs(klebe)punkte."

Folgende Lernziele werden bei obiger Konzeption angestrebt:

- "Wissen, daß die Erde ihr Licht von der Sonne erhält;
- wissen, daß der Eindruck der Sonnenbewegung eine Täuschung ist;
- anhand eines Globus und einer Lichtquelle erläutern, daß immer nur der Teil der Erde von der Sonne Licht empfangen kann, der ihr zugewandt ist;
- die Entstehung von Tag und Nacht damit erklären, daß sich die Erde in 24 Stunden einmal um ihre eigene Achse dreht."

Unter dieser Zielsetzung sollte mit Hilfe des "Globusversuchs" im anschließenden Unterrichtsgespräch vor allem hervorgehoben werden, daß der Eindruck, nicht die Erde, sondern die Sonne bewege sich, eine Täuschung ist.

Außerdem sollten die Kinder erfahren, daß die Menschen dieser Täuschung jahrhundertlang erlagen, weil man die Bewegung der Erde nicht unmittelbar wahrnehmen kann. Erst nach langen Beobachtungen mit komplizierten Geräten - so der Lehrerkommentar - wäre es möglich, diesen Sachverhalt zu beweisen. Auch andere Sachunterrichtsbücher schlagen in ähnlicher Weise vor, mit Hilfe von Modellen, z.B. Gymnastikbällen, die Körper in unserem Sonnensystem symbolisieren, eines Telluriums oder eines Baader-Planetariums sowie durch den Besuch einer Planetariumsvorführung Schülern Bewegungsabläufe im Sonnensystem zu demonstrieren und die Entstehung verschiedener Himmelsphänomene wie z.B. Tag und Nacht, Sommer und Winter, Sonnen- und Mondfinsternisse zu erklären. Durch weitere "Zahlen- und Tatsacheninformationen" im Unterricht, aus Büchern, Zeitschriften und Fernsehsendungen werden die Schüler so im Laufe ihrer Schulzeit zu beachtlichem Wissen über das Geoid Erde gelangen. Im Informationsblatt der Volkssternwarte und Planetarium Recklinghausen für Grundschüler beispielsweise liest sich das dann wie folgt: "Wichtigstes Zahlen- und Tatsachenmaterial" ausschnittsweise über die Erde: "Umfang 40.000 km, Durchmesser 12.750 km, Umdrehungszeit 24 Stunden, Umlaufzeit um die Sonne 365 1/4 Tage, Entstehung der Jahreszeiten: Erdachse steht nicht senkrecht auf der Erdbahn, son-

dern ist dazu um 23° Grad geneigt. (Die meisten Zahlen sind absichtlich gerundet, damit sie besser im Gedächtnis behalten werden können.)"

Dieses Wissen ist zu vorgegebener Zeit abrufbar und überprüfbar. Gute Noten bescheinigen dem Schüler, daß er Bescheid weiß. Doch weiß der Schüler wirklich Bescheid? Anstelle von Verständnis ist abrufbares Auswendiggelerntes gefragt und daher auch opportun. Aber die Qualität des Unterrichts wird nicht durch die Fülle an Wissen, sondern durch den Intensitätsgrad der Auseinandersetzung mit dem Unterrichtsstoff bestimmt.

2. Kritisches zum Wissen aus zweiter Hand

An die Stelle einer direkten Begegnung mit dem Phänomen treten nach der obigen Unterrichtskonzeption Zeichnungen, Modelle, Informationen aus zweiter Hand (Lehrervortrag, Medientext). Ähnliches beobachtet man auch bei astronomischen Sachbüchern für Kinder. Auch im landläufigen Unterricht aller Stufen wird (Winnenburg 1987, S. 5) das eigentliche Phänomen mit Hilfe von Bildern oder Modellen nach wie vor in kurzer Zeit "ein für allemal" geklärt.

Direkte Schülerbeobachtungen werden anscheinend für nicht praktikabel gehalten. Statt einen elementaren Weg in die Astronomie aufzuzeigen, wird durch Modelle und uneinsichtige Zahlwerte die erlebnishafte Beobachtung verbaut. In der Tübinger Resolution (Wagenschein 1951, S. 227) wird auf diesen didaktischen Fehler wie folgt aufmerksam gemacht: "durch eine Anhäufung von bloßem Stoff, der nicht eigentlich verstanden ist und darum bald wieder vergessen wird", werden die "ursprünglichen Phänomene der geistigen Welt verdeckt."

Natürlich kann man aus Büchern, Vorträgen und anderen Medien lernen. Die vermittelten Kenntnisse und Vorstellungen versetzen den Schüler in die Lage, Phänomene und Abläufe zu simulieren und zu berechnen. Derartige Informationen aus zweiter Hand sind sicher nicht zu umgehen. Überall da, wo relevante Phänomene und Abläufe nicht direkt beobachtbar sind, sind sie unumgänglich zur Erfahrungsergänzung und Vertiefung. Sie können aber nie die direkte Begegnung mit dem Phänomen ersetzen. Ein übersteigerter Einsatz von Medien im Unterricht (siehe Bild 1) stumpft vielmehr die Sinne ab und

verleitet Kinder, passiv Zahlen und Tatsacheninformationen aufzunehmen, anstatt sich aktiv mit der Sache auseinanderzusetzen.

Bei Lichtenberg (Requadt 1953, S. 158) heißt es dazu: "Es ist ganz gut, viel zu lesen, wenn nur nicht unser Gefühl darüber stumpf würde und über die große Begierde, immer ohne eigene Untersuchungen mehr zu wissen, endlich in uns der Prüfungsgeist erstürbe."

Diese Gefahren, die Informationen aus zweiter Hand bewirken, werden im heutigen Schulunterricht häufig unterschätzt. Tests in allen Schulstufen belegen, daß Schüler an astronomischen Themen sehr interessiert sind und fleißig den Schulstoff lernen. Das unmittelbar abfragbare Wissen beschränkt sich dabei auf Faktenwissen, das ihnen in Lehrvorträgen und Medien nahegebracht worden ist. Schüler aller Schulstufen neigen häufig dazu, derartiges allzu gläubig zu übernehmen, ohne zu hinterfragen oder gar mit eigenen Erfahrungen in Beziehung zu setzen. Schüler gebrauchen dann Zahlen und Aussagen unreflektiert, d.h. ohne sie verstanden zu haben.

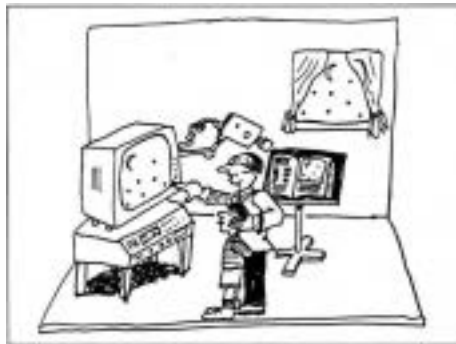


Bild 1: Moderner Medien-Wissenstrichter

Ein durch bloße Wissensübermittlung - selbst in perfektionistischer Anschaulichkeit - Belehrter ist nach Flügge (Flügge 1963, S. 128) der Wirklichkeit nicht begegnet. Es ist zu keiner Herausforderung durch ein Rätsel aufgebendes Phänomen und zu keinem selbst entworfenen "Bild" über die inneren Zusammenhänge gekommen. Bloßes Scheinwissen ist an Stelle echten

Verständnisses getreten. Auf Fehlinterpretationen von Schülerantworten durch Lehrer basiert letztendlich das sogenannte "Schülerwissen".

Signifikante Schüleräußerungen aus eigenen langjährigen Untersuchungen mögen diese These exemplarisch am Beispiel "Erdgestalt" erhärten.

2.1 Kindergarten und Primarstufe

Auf die Frage "Wie sieht die Erde aus?" antworten viele Kinder dieser Stufe: "rund". Mit dieser Antwort geben sich viele Erzieher und Lehrer zufrieden. Das gewünschte Lernziel ist erreicht, zumindest scheint es so. Analysen von Kinderäußerungen - verbal oder ikonisch - lassen jedoch erheblichen Zweifel an der richtigen Wertung solcher Kinderäußerungen aufkommen. Zunächst einmal scheinen sich Kinder dieser Altersstufe noch wenig Gedanken über die Form der Erde zu machen. Und wenn, dann ist sie natürlich "flach". "Der Globus ist rund, aber die Erde ist eine Scheibe, ist viereckig. Darum können wir nicht herunterfallen." "Die Erde sieht aus wie eine Kugel, ist aber in echt flach."

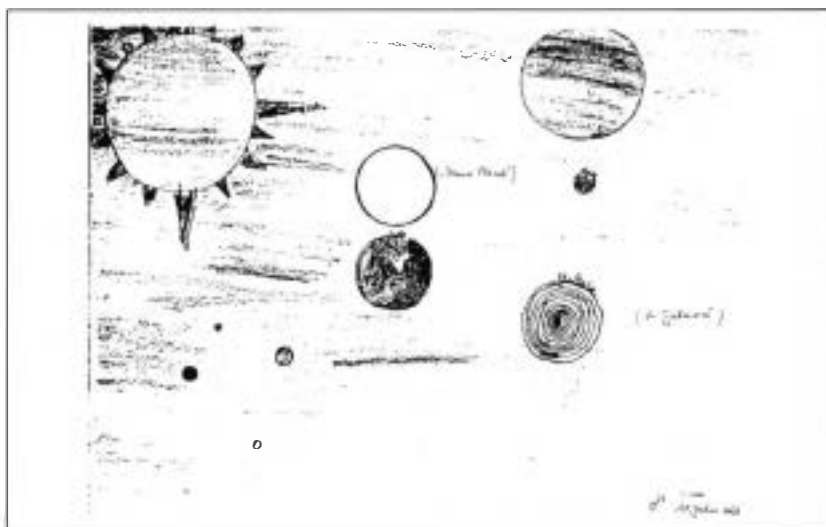


Bild 2: Kinderzeichnung vom blauen Planeten Erde

"Die Erde ist rund wie eine Insel." Das Bild von einer "flachen, runden" Insel, die man mit einem Schiff (Columbus) umfahren kann, schwirrt in vielen Kinderköpfen umher. Die einer Großzahl von Kindern bekannten Satelliten-aufnahmen von der Erde widersprechen dieser kindlichen Auffassung keineswegs. Im Gegenteil, entweder bekräftigen sie noch die Auffassung von einer runden Scheibe, weil auch Aufnahmen die Erde wie eine runde Scheibe zeigen, oder aber Kinder halten die "Fernseherde" für eine andere Erde. Dies belegen Kinderzeichnungen - neben der Erde, auf der man lebt, wird ergänzend zu Sonne, Mond und Sternen auch noch der "blaue Planet" gezeichnet - und Schüleräußerungen wie "man kann die Erde am Himmel beobachten" oder "die Erde ist im All ganz blau, unsere ist mehr grün, weil da Blume und Gras draufwachsen". Die Erde, auf der die Kinder leben, und der Planet Erde im Weltraum sind also für viele Primarstufenkinder nicht identisch.

Ähnliches kann man beobachten, wenn man Kinder nach den Bewegungsverhältnissen der Erde fragt. Sie antworten mitunter prompt, die Erde bewege sich auf einer elliptischen Bahn um die Sonne und der Mond um die Erde. Wie wenig Kinder dies tatsächlich verstanden haben, macht z.B. folgendes Bild deutlich:

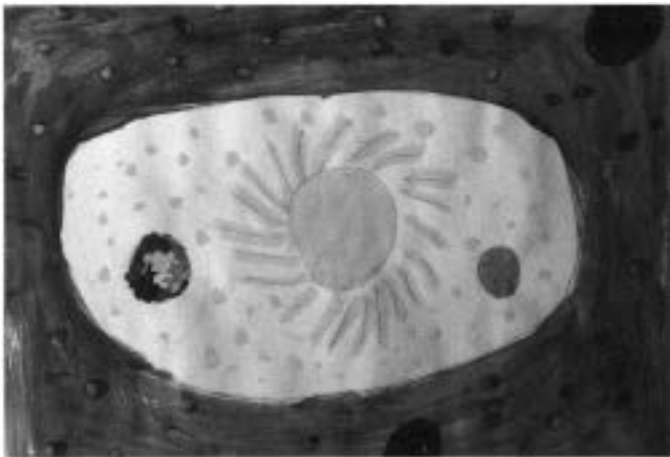


Bild 3: Kinderdarstellung zur Bewegung der Erde.

Das Bild wurde von einem Schüler einer zweiten Klasse gemalt, der zuvor den Themenkomplex Sonne, Erde, Mond, Sterne im Sachunterricht besprochen hatte. Der Begriff "Ellipse" war im Unterricht - als eiförmige Bahn der Erde um die Sonne - gefallen. Auf dem Bild wird diese "Ellipse" vom Kind als Linie tatsächlich realisiert. Dem gelernten Satz zufolge hätte das Kind die Erde auf dieser Linie plazieren müssen. Sie befindet sich auf dem Bild aber innerhalb der eiförmigen Linie ("Ellipse"). Noch bedenklicher scheint jedoch die Tatsache, daß das Kind den Mond auf der von der Erde aus betrachtet gegenüberliegenden Seite der Sonne plaziert hat. Bilder dieser Art machen deutlich, daß es nicht reicht, Sätze zu lehren und diese zu veranschaulichen.

2.2 Sekundarstufe I

Auch für Schüler der Sekundarstufe I ist die Erde, auf der sie leben, noch nicht selbstverständlich identisch mit dem auf Satellitenfotos gezeigten blauen Planet. Dafür sei beispielsweise folgende wahre Begebenheit angeführt: Ein Astronomieprofessor wird von einem befreundeten Ehepaar aufgesucht. Der Sohn dieser Familie hat gerade einen Physikttest über das Sonnensystem mit der Note "sehr gut" wiederbekommen. Der Professor erkundigt sich neugierig nach den gestellten Fragen und stellt erstaunt fest, daß der Junge Größeneinheiten des Sonnensystems auf mehrere Dezimalstellen auswendig hersagen kann. (Ob der Schüler sich wohl seines Scheinwissens aufgrund vorgetäuschter Genauigkeit bewußt ist?)

Da es gerade ein sternklarer Abend ist, bietet er dem Jungen an, durch ein Fernrohr zu sehen, was dieser erfreut annimmt, da in der Schule eine Beobachtung astronomischer Phänomene oder Objekte bislang nie stattgefunden hat. Der Professor läßt den wißbegierigen Jungen die Planeten Jupiter und Saturn beobachten. Zum Erstaunen des Professors möchte der begeisterte Junge nun auch noch den blauen Planeten sehen (siehe Bild 4).

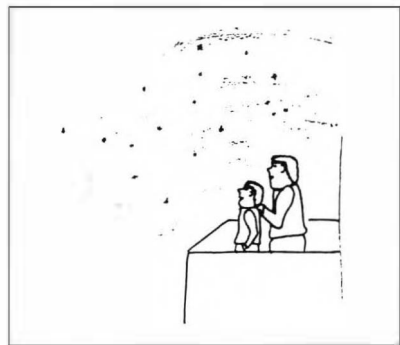


Bild 4: Welches ist der blaue Planet?

2.3 Sekundarstufe II und Tertiärstufe

Schüler dieser Stufe haben keine Schwierigkeit mit der Identität von Erde und blauem Planet. Auch "kennen" sie i.a... verschiedene historische Beweise für die Kugelgestalt der Erde. Schüler der Sekundarstufe II und Studenten wissen zudem formal Bescheid über Größen und Bewegungsabläufe der Erde.

Und trotzdem staunt man über Antworten von Studienanfängern auf die Frage: Woher weiß man, daß die Erde rund ist? Ihre Antworten sind häufig eine Art Mixtur von aufgestülptem und unverarbeitetem Halbwissen zum weiten Themenkomplex Erde, der die Schlaglichter Columbus, Kopernikus, Galilei und deren Widerpart zur religiösen Lehrmeinung umspannt. Hierzu einige charakteristische Beispiele, entnommen aus empirischen Befragungen:

"Ich glaube, das hängt irgendwie mit den Schwerkraftgesetzen, die im Weltraum gelten, zusammen, da ja, nach meinem Wissen, alle Planeten so ziemlich rund sind." - "Die Erde ist rund, weil es alle so erzählt haben. Außerdem sieht sie in jedem Atlas rund aus." - "In der Grundschule wurde uns im Bereich des Sachunterrichts zum Thema Erde usw. bereits vermittelt, daß die Erde rund sei, nur ihre Pole seien abgeflacht. Dieses Bild wurde von uns übernommen und später bestätigte sich dieses Bild durch Atlasanschauungen und 'Weltbildkonstruktionen'." - "Wo ich zuerst erfahren habe, daß die Erde 'rund' ist, kann ich jetzt nicht mehr genau sagen. Vielleicht zu Hause von meinen Eltern oder in der Schule. Jedenfalls hatte Galileo Galilei etwa im 17. Jahrhundert diese These beweisen wollen. Bis dahin galt die allgemeine Auffassung des kopernikanischen Weltbildes, daß die Erde eine Scheibe sei." - "Um ehrlich zu sein, kann man da gar nicht so sicher sein, da man es nicht nachprüfen kann. ...Es kommt hinzu, daß der Papst immer noch der Auffassung ist, daß die Erde eine Scheibe ist. Und der muß es doch wissen, oder?" - "Ich habe im Sachunterricht in der Grundschule erfahren, daß die Erde ein runder Planet ist und keine Ebene, wie ich es mir bis dahin vorgestellt hatte. Mit Hilfe eines Globus und Modellen unseres Sonnensystems verdeutlichte ich mir diese Aussage." - "In Atlanten habe ich auf Bildern gesehen, daß die Erde rund ist. Diese Tatsache, übrigens eine richtige, wurde von mir niemals in Zweifel gezogen."

Nach diesen Antworten traut man sich gar nicht mehr in Physikseminaren die Frage zu stellen: ob man beim Schwimmen in einem größeren See das gegenüberliegende Ufer als Folge der Erdkrümmung sehen kann oder nicht. Daß am

Meer in Folge der Erdkrümmung ein Schiff zum Horizont hin langsam verschwindet, wird allgemein akzeptiert, nicht aber, daß die Wasseroberfläche eines Sees gekrümmt sein soll. "Schließlich fließt ja kein Wasser ab. - Auch merkt man nicht, daß man aufwärts schwimmen muß." Und doch ist beispielsweise bei einem 4 km breiten See die Wasseroberfläche infolge der Erdkrümmung bereits etwa 30 cm hoch gewölbt. Bei einer größeren Seeuferdistanz kann die Wölbung sogar mehrere Meter betragen. Ein beeindruckendes Beispiel ist der Neusiedler See, wo man erst nach Besteigung einer Aussichtswarte (Franz-Josef-Warte) das gegenüberliegende Ufer erblicken kann. Zugestanden, die Dynamik des Schiffeverschwindens am Meer ist auffälliger als das Nichtsehen eines zweifellos existierenden Gegenstandes, sprich gegenüberliegendes Ufer. Erschwerend kommt hinzu, daß man unbewußt das Nichtsehen auf einen zu kleinen Sehwinkel, wohl kaum aber auf die Erdkrümmung zurückführt.

Die obigen Negativbeispiele zeigen die Misere unserer heutigen Ausbildung. "Der moderne Mensch hat hier also oft gerade das verlernt, was die Naturwissenschaft ihn hätte lehren können, einer Sache gewahr werden, beobachten. Bedenklicher noch: statt zu wissen, was er sehen könnte, wenn er gelernt hätte hinzusehen, hat er leere Sätze bereit" (Wagenschein 1970, S. 59)

3. Naturphänomene sehen, erleben und verstehen

In der Praxis stößt Unterricht nach Schreier (Schreier 1982, S. 79) in der Regel sehr rasch zum Begriff, zum Merksatz, zum Konzept und zu komplexen, vom Schüler oft nicht nachvollziehbaren Erklärungsmodellen vor, so daß Schule in diesem Sinne "dem Menschen das Urteil in den Kopf (bringt), ehe er die Sache sieht und kennt ..." (Pestalozzi 1949, 5.147). "Verstehen" heißt nach Wagenschein (Wagenschein 1983, 135) "Stehen auf den Phänomenen". Daher kann nach Raebiger (Raebiger 1988, S. 77) keine noch so gute Zeichnung, kein noch so stimmungsvolles und farbenprächtiges Photo, schon gar nicht der Besuch im Planetarium das Naturphänomen ersetzen. "Einzig und allein freies, ruhiges und inständiges Betrachten eines Naturphänomens" fördert "letzten Endes gründliches und volles Verstehen". So muß in der Schule nicht mehr länger das Ergebnis, sondern der Weg dorthin im Vordergrund stehen.

Naturphänomene bieten also eine Möglichkeit zu einer tiefgründigen, langfristigen Auseinandersetzung mit der Sache, die nach Wagenschein (Wagenschein, Banholzer, Thiel 1973, S. 11) dann auch die Sache der Schüler ist.

Die affektive Dimension - im Unterricht an den Erlebnissen der Kinder anzuknüpfen, den Unterricht selbst zum Erlebnis werden zu lassen - rückt zunehmend in den Blick der Diskussion um die Gestaltung von Unterricht, insbesondere als Reaktion auf die innerhalb der Wissenschaftsorientierung kritisierte Überbetonung der kognitiven und rationalistischen Momente im Unterricht. So fordern die Grundschulrichtlinien NRW 1985 (Kultusminister des Landes NRW 1985, S. 25) im Lehrplanteil: "Im Sachunterricht haben konkrete Anschauung, unmittelbares Erleben und handelnder Umgang grundlegende Bedeutung für den Lernprozeß." Hierhin gehört auch die Tatsache, daß die Schule nicht nur "Unterrichtsstätte" sein darf, sondern zugleich "Lebens-, Lern- und Erfahrungsraum" sein muß.

Obwohl heute viele Grundschul Kinder bereits durch sogenanntes Scheinwissen, d.h. durch nicht verstandene Begriffe und Erläuterungen, die sie von Erwachsenen oder aus den Medien übernommen haben, belastet sind, bewirken himmelskundliche Beobachtungen bei Kindern spontan Staunen und Ergriffensein. Beides veranlaßt Kinder, Fragen zu stellen, Probleme zu entdecken und schließlich zu lösen, Grundvoraussetzungen zu einem selbständigen Handeln, Forschen und Denken.

Das einfachste astronomische Weltbild ist das geozentrische Weltbild, bei dem sich der Beobachter inmitten der imposanten Sternenkugel befindet. Dieser Beobachtungsstandpunkt erscheint vielen Menschen sowie den Autoren der obigen didaktischen Anleitungen unwissenschaftlich. Vom kinematischen Standpunkt aus ist er jedoch durchaus wissenschaftlich und zudem auch noch kindgerecht. Seit Galilei gilt Bewegung nicht mehr als absolut, sondern als relativ. So ist es nur eine Frage der sinnvollen Wahl des Bezugssystems, worauf wir die Bewegungen der beobachteten Gestirne beziehen.

Auf der Primarstufe befinden wir uns noch im praephysikalischen Raum. Dynamische Betrachtungen bleiben daher vorerst außen vor, lediglich Bewegungsabläufe sind hier von Bedeutung. Um diese zu erkennen, muß dem Kind Gelegenheit gegeben werden, die Himmelsphänomene selbst zu erleben und zu beobachten. Dabei ist das, was es sieht und das, was es erlebt, Wirklichkeit. Mit anderen Worten, die Sonne geht morgens auf, wandert am Himmel von

links nach rechts und verschwindet am Abend hinter dem Horizont. Folglich muß Ausgang jeder Himmelsbeobachtung das topozentrische, allgemeiner das geozentrische Bezugssystem sein.

Ein Übergang zur heliozentrischen Betrachtungsweise wäre meines Erachtens in dieser Entwicklungsphase verfrüht, würde das Kind verunsichern und der Natur entfremden. Auf der SI-Stufe kann zu dem geozentrischen das heliozentrische Bezugssystem treten und der Bezugssystemwechsel durchaus sinnvoll und vorteilhaft sein.

Zu allen Zeiten zählte die Frage nach der Gestalt der Erde mit zu den wichtigsten Problemen der menschlichen Erkenntnis. Der Einsatz von Satelliten zur Erdmessung hat sämtliche diesbezüglichen Unsicherheiten zunichte werden lassen: Die Erde ist in guter Näherung ein abgeplattetes Ellipsoid, das sogenannte Erdsphäroid. Wie kann man nun diese Erkenntnis als Schüler nachleben?

Das sukzessive Auftauchen bzw. Verschwinden von Schiffen am Meereshorizont läßt augenscheinlich auf eine Wölbung der Erde an dieser Stelle schließen. Bei Fahrten auf der Erde nach Osten oder Westen bleibt die relative Lage der Sterne zueinander am Himmel unverändert. Hieraus kann man folgern, daß die Entfernungen der Sterne zur Erde, verglichen zu den auf der Erdoberfläche zurückgelegten Strecken, ungeheuer groß sein müssen. Bei Reisen gegen Süden oder Norden bemerkt man Veränderungen gegenüber dem heimatischen Sternenhimmel. Je mehr man gegen Süden oder Norden reist, um so mehr neigt bzw. hebt sich der Himmelspol gegen den Horizont, was sehr leicht am Polarstern beobachtet werden kann. Diese Erscheinung widerspricht offensichtlich der Annahme, die Erde sei eine ruhende Scheibe.

Bei einer ruhenden Scheibe müßte der Anblick des Sternenhimmels unabhängig vom Ort stets der gleiche sein. Unter Annahme einer kugelförmigen Erde läßt sich der ortsabhängige Anblick des Sternenhimmels ohne Schwierigkeiten verstehen.

Als unwiderlegbarer Beweis für die Kugelgestalt der Erde gilt seit dem Altertum die Mondfinsternis. Der dabei auftretende Schatten ist gerade das Abbild der Erde. Um die Sonne-Mond-Konstellation gestaltpsychologisch als Einheit nachvollziehen zu können, nach Wagenschein "Genie-Blick" genannt, ist die Beobachtung einer Mondfinsternis durch den Schüler selbst notwendig. Nur

wenn der Schüler das Zustandekommen einer Mondfinsternis nachvollziehen kann, d.h. wenn er beobachtet hat, daß eine Mondfinsternis nur eintritt, wenn sich Sonne und Mond genau gegenüberstehen und es der Schatten unserer Erde ist, der sich über die Mondscheibe schiebt, kann er aus der Form des stets kreisförmigen Erdschattens schlußfolgern, daß die Erde die Form einer Kugel besitzen muß, da es außer der Kugel keinen Körper gibt, der stets kreisförmige Schatten wirft.

Literatur

- Flügge, J.: Die Entfaltung der Anschauungskraft. Ein Beitrag zur Anthropologie. Heidelberg: Quelle & Meyer 1963.
- Kaiser, E.; Schaub, H.: Lehrerband zum CVK-Sachbuch (2. Schuljahr). Bielefeld: CVK 1978.
- Kultusminister des Landes NRW (Hrsg.): Richtlinien und Lehrpläne für die Grundschule in Nordrhein-Westfalen, Sachunterricht. Frechen: Ritterbach 1985
- Pestalozzi, J. H.: Briefe an den Hauslehrer Peter Petersen in Basel, Frühjahr 1782. In: sämtliche Briefe, Band 3. Berlin: de Gruyter 1949.
- Raebiger, Ch.: Was lehren uns des Mondes Licht und Schattenphänomene? In: Festschrift der Pädagogischen Hochschule Flensburg zur Eröffnung der Phänomenta. Flensburg: PH Flensburg 1988.
- Requadt, P. (Hrsg.): G. Ch. Lichtenberg: Aphorismen, Briefe, Schriften. Stuttgart: Kröner 1953.
- Schreier, H.: Die Sache des Sachunterrichts. Entwurf einer Didaktik auf der Grundlage der Erfahrungspädagogik. Paderborn: Schöningh 1982.
- Volkssternwarte u. Planetarium Recklinghausen: Wichtiges Zahlen- und Tatsachenmaterial. Informationsblatt für Schüler. Recklinghausen 1991.
- Wagenschein, M.: Ursprüngliches Verstehen und exaktes Denken II. Stuttgart: Klett 1970.
- Wagenschein, M.; Banholzer, A.; Thiel, S.: Kinder auf dem Wege zur Physik. Stuttgart: Klett 1973.
- Wagenschein, M.: Erinnerungen für morgen. Weinheim: Beltz 1983.
- Wiesner, H.; Claus, J.: Stundenblätter Licht und Schatten 1.- 3. Schuljahr. Stuttgart: Klett 1985.
- Winnenburg, W.: Sonne, Mond und Sterne - Kinder erleben den Sternhimmel. In: *physica didactica* (1987), 51-60

ORDNUNG UND GESETZMÄßIGKEIT IM VERHALTEN DER NATUR ALS FRÜHE ERFAHRUNG

Roland SZOSTAK, Universität Münster

1. Ordnung in der Natur als authentische Erfahrung

Ordnen ist eine grundlegende Kulturtechnik, und als solche ist es Bestandteil aller großen Kulturtechniken. So besitzt die Sprache die Ordnung des Alphabets, der Orthographie und der Grammatik. Die Rechenkunst geht aus von der geordneten Zahlenreihe und ihrer (dezimalen) Strukturierung. Die Grundrechenarten lehren den geordneten Umgang mit diesem Zahlensystem. Die Musik errichtet ihre bewunderungswürdigen Klanggebilde auf einem Tonsystem, in dem sehr geordnete innere Beziehungen bestehen, deren elementare Anfänge wir in der Tonleiter kennenlernen. Die Wissenschaften versuchen, ein geordnetes Bild der Welt zu entwerfen. Einer der großen Begründer der modernen Naturwissenschaften hat eines seiner Werke "Harmonices mundi" überschrieben.

Eine der grundlegenden Aufgaben der Schulen ist es, diese Kulturtechniken zu vermitteln. So steht am Anfang des Aufgabenkatalogs die Einführung in das Lesen, Schreiben und Rechnen. Dieser Katalog setzt sich später fort in der analysierten Pflege der Sprache, dem Zugang zu anderen Sprachen und in der Einführung in wissenschaftliche Inhalte. Die Fähigkeit des Ordners, des Strukturierens, des Erkennens und Zuordnens von Merkmalen ist eine Voraussetzung für eine erfolgreiche Durchführung dieser Aufgaben. Insofern kommt dem Erlernen des Ordners und der Erfahrung geordneter Inhalte ein wichtiger didaktischer Stellenwert zu.

In diesem Sinne gibt es Vorschläge, bei naturkundlichen Inhalten die Fähigkeit des Ordners propädeutisch einzuüben. In entsprechenden Programmen

werden beispielsweise Ensembles von Blättern, Steinen, Muscheln, Seesternen oder auch Bauklötzen nach Merkmalen geordnet. Dabei müssen z.T. die Kriterien des Ordners jeweils erst entwickelt werden, z. B. in dem man nach Formmerkmalen, nach Größe oder nach Belebtem und Unbelebtem unterscheidet. Je nach gewähltem Ansatz lassen sich in solchen Ensembles sehr unterschiedliche Ordnungsschemata einrichten. Diese ad hoc aufgestellten Systematiken enthalten verständlicherweise vielfach Inkonsistenzen und Zufälligkeiten; die Kriterien des Zuordnens werden z. T. willkürlich. Das ist sicherlich in Übereinstimmung mit vielen Bereichen der Lebenspraxis. Den Inhalten indes gibt das zu wenig Verbindlichkeit. Hier wird dem Prozeß des Ordners die entscheidende Aufmerksamkeit geschenkt und der Gegenstand in gewisser Weise sogar als Nebensache erklärt. Vor dieser Akzentverschiebung möchte ich etwas warnen. Bei diesem Glasperlenspiel, vom Gegenstand abgekoppelt, entsteht ein Stück Scholastik. Kinder wollen jedoch ernstgenommen und nicht auf eine künstliche Spielwiese geschickt werden. Beim Erlernen der Naturbetrachtung muß der Gegenstand dominant bleiben. Nicht die Gegenstände sind nach Belieben hin- und herzurücken, sondern wir müssen unseren Blick schulen, um die in der Natur vorhandene Ordnung zu erkennen. Dann entdecken sich uns - um an einer Formulierung von Max Planck zu erinnern - "die offenbaren Geheimnisse der Natur", und wir erleben, daß die Natur geordnet ist. Die Erfahrung einer solchen Entdeckung ist in jedem Fall ein hoher didaktischer Gewinn.

Der vorliegende Beitrag will ein Beispiel dafür zeigen. Es handelt von dem Vorhandensein einer Ordnung in der Natur, von dem Erfahren dieser Ordnung, von ihrem Entdecken, ihrer Sichtbarmachung und dem Vertrautwerden mit ihr. Sichtbar gemacht wird die tägliche Bahn der Sonne am Himmel, und zwar im vertrauten lokalen System. Dies gelingt mit einfachsten Mitteln in erstaunlich genauer Weise, ebenso anschaulich wie konkret. Zugleich gibt die Aufzeichnung der Sonnenbahn, die die Kinder selbst durchführen, dieser Naturerfahrung viel Authentizität. Denn hier wird nicht mit einem künstlichen Modell hantiert, sondern es ist die Bewegung der Sonne selbst, die beobachtet und aufgezeichnet wird. Die Kinder entdecken, mit welcher Präzision und Verläßlichkeit diese Bahn durchlaufen wird. Sie machen eine erste Erfahrung von beeindruckender, strenger Naturgesetzlichkeit.

2. Die Sonnenbahn

2.1 Die Registrierung der Sonnenbahn am Fenster

Ich komme zurück auf eine Methode zur Registrierung der Sonnenbahn, die man mit den Kindern der Grundschule im Klassenzimmer durchführen kann und über die ich im vorigen Jahr an dieser Stelle berichtet habe (Szostak 1991, S. 147-165). Dabei wurde mit Hilfe einer Lochblende in einem Stück Pappe, das man gegen das Fenster hält, die Richtung des einfallenden Sonnenlichtes festgestellt. Als fester Bezugspunkt für das auftreffende Sonnenlicht dient ein im Klassenzimmer gewählter Punkt, beispielsweise eine Markierung an der Wand. Bei Wiederholung dieser Messung in Abständen von 5 Minuten ergibt sich eine recht genaue Registrierung der Sonnenbahn, die man mit gelben runden Klebeetiketten am Fenster gefällig dokumentieren kann. Das Ergebnis präsentiert dem Auge eindrucksvoll die Gleichmäßigkeit und Ungestörtheit dieser aufsteigenden Bahn und macht das Wirken eines Naturgesetzes in seiner Einfachheit, in seiner Präzision und Unbeeinflußbarkeit erlebbar (Bild 1).



Bild 1

Die Wiederholung dieser Naturbeobachtung nach einigen Tagen ergibt Bestätigung und Überraschung zugleich. Die Sonne zieht mit derselben gleichmäßigen Geschwindigkeit in derselben Richtung ihre Bahn, aber etwas versetzt (Bild 1). Diese Neuigkeit führt uns in großer Genauigkeit vor Augen, wie die Sonne im Frühjahr mit dem heraufkommenden Sommer von Tag zu Tag eine höhere Bahn zieht. So enthält die Beobachtung zugleich Bestätigung des Regelmäßigen und Aufbruch zu neuen Einsichten. Das jahreszeitliche Verhalten beginnt in ersten ursächlichen Zusammenhängen erklärbar zu werden. Man sieht, wie die Sonne im Frühjahr von Tag zu Tag früher aufgeht und wie sich ihr Aufgangsort zunehmend nach Nordost verlagert. Genau dies hat die Menschheit schon sehr früh mit großer Aufmerksamkeit und offenbar mit guter Genauigkeit verfolgt, was uns sogar Anlagen wie die in Stonehenge bezeugen.

All diese Beobachtungen sind authentische Erfahrungen. Keine Modellsonne, sondern die Sonne selbst hat die registrierte Bahn geliefert. Außerdem geschieht dies in einer sehr aktiven Gemeinschaftsaktion der ganzen Klasse. Es sind wirklich selbst und aus eigener Kraft gewonnene Meßpunkte, die sich als hübsche, regelmäßige Kette gelber Punkte am Fenster aufreihen, eingebettet in den vertrauten Lebensraum, der mit Häusern, Bäumen und Menschen aus buntem Papier zumeist die Klassenfenster dekorativ schmückt. Es ist ein wissender Blick der Kinder, der später im Laufe des Jahres über diese Fenster gleitet. Das Wissen um die Präzision, die Verlässlichkeit und um die über menschliche Kraft hinausreichende Gültigkeit naturgesetzlichen Wirkens wird zum Bestandteil der übrigen vertrauten Welt. Hier erwachsen die Voraussetzungen für ein späteres stabiles Verständnis von Naturwissenschaft.

2.2 Die räumliche Aufzeichnung der Sonnenbahn im lokalen System

Diese Merkmale können mit einer erweiterten Registrierungsmethode umfassender dargestellt werden. Die Messung der Sonnenbahn erfolgt in diesem Fall auf einer Plexiglashalbkugel. Auf dieser Halbkugel kann der ganze Tagesbogen der Sonne verfolgt werden. Im Mittelpunkt der Kugel befindet sich der Referenzpunkt, von dem aus betrachtet die Richtung des einfallenden Sonnenlichtes festgestellt wird. Diese Richtung wird mit einer Lochblende

herausgefunden, die man auf der Plexiglaskugel so justiert, daß das durch diese Blende gelangende Sonnenlicht auf den Referenzpunkt trifft (Bild 2). Die Blende ist ein einfaches Stück Papier mit einem etwa stecknadelgroßen bzw. nähnadelgroßen Loch, dessen Größe lediglich die Helligkeit des Sonnenbildes am Referenzpunkt bestimmt. Dort entsteht ein etwa 2 mm großes Bild der Sonne, das sich auf wenige Bruchteile eines Millimeters genau auf den Referenzpunkt zentrieren läßt. Mit dieser Genauigkeit kann die Richtung des einfallenden Sonnenlichtes auch auf der Kugel festgehalten werden. Man erhält so eine sehr saubere Bahndarstellung.

Die Registrierung auf der Halbkugel erweitert also die Möglichkeit der Bahnverfolgung im Vergleich zur Messung am Fenster. Die Durchführung der Messung am Fenster ist ihrerseits durch einige einschränkende Faktoren begrenzt. Einerseits muß ein Klassenraum mit Fenstern verfügbar sein, die möglichst nach Osten hin orientiert sind. Außerdem sollten sich vor dem Fenster keine Bäume oder andere Hindernisse für das Licht befinden. Die Registrierung muß sich auf die morgendliche Zeit beschränken, in der das Sonnenlicht noch nicht zu steil einfällt. Am zweckmäßigsten führt man die Versuche am Fenster datumsmäßig im ungefähren Umfeld der Tag-Nacht-Gleiche durch, also etwa im März oder im September. Dann ist die Sonne zur rechten Tageszeit mit flachem Lichteinfall verfügbar.

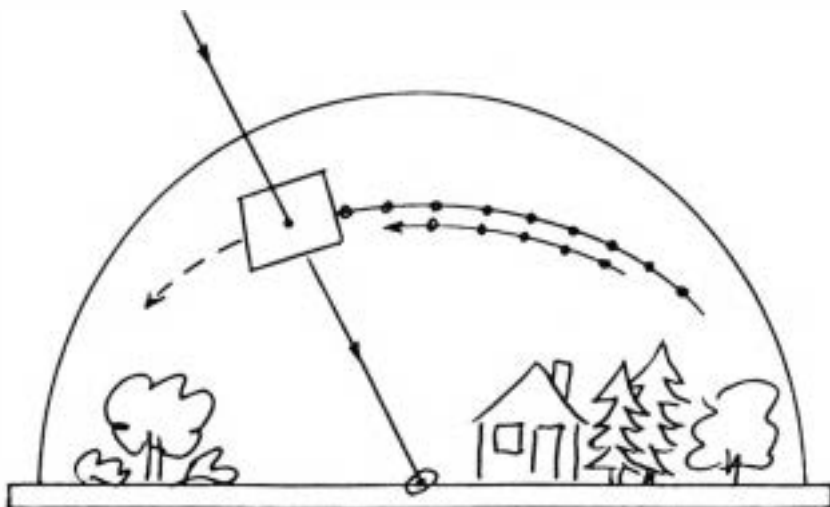


Bild 2

Die Plexiglaskugel indessen erlaubt die Messung der Sonnenposition zu jeder Tages- und Jahreszeit. Sie wird zweckmäßig draußen aufgestellt. Wichtig ist, daß sie bei jeder erneuten Aufstellung genau die gleiche Orientierung wie zuvor besitzt. Bei einem Kugeldurchmesser von 40 cm beträgt die Wanderungsgeschwindigkeit auf der Kugeloberfläche etwa 50 mm/h. Die Registrierungen können also in Abständen von einer oder einer halben Stunde vorgenommen werden, so daß eine längere Registrierung möglich ist, ohne den ganzen Unterricht nach draußen zu verlagern. Jede einzelne Registrierung braucht nur wenige Augenblicke.

Die Registrierung auf der Kugel bietet den Vorteil, daß sie ein gutes räumliches Verständnis ermöglicht. Wiederum ist die Eigenständigkeit der Schüler gefragt. Als Fundament für die Plexiglaskugel dient ein Brett von etwa 40 cm x 40 cm. Dort bauen sie ihre eigene Umgebung mit Häusern und Bäumen auf, mit der sie sich identifizieren. Zumeist wird das Schulgebäude imitiert. In dieser Modelllandschaft ist es für die Kinder keine Schwierigkeit, sich vorzustellen, sie befänden sich an der Stelle des Referenzpunktes und sähen von dort, in welcher Richtung die Sonne steht.



Bild 3

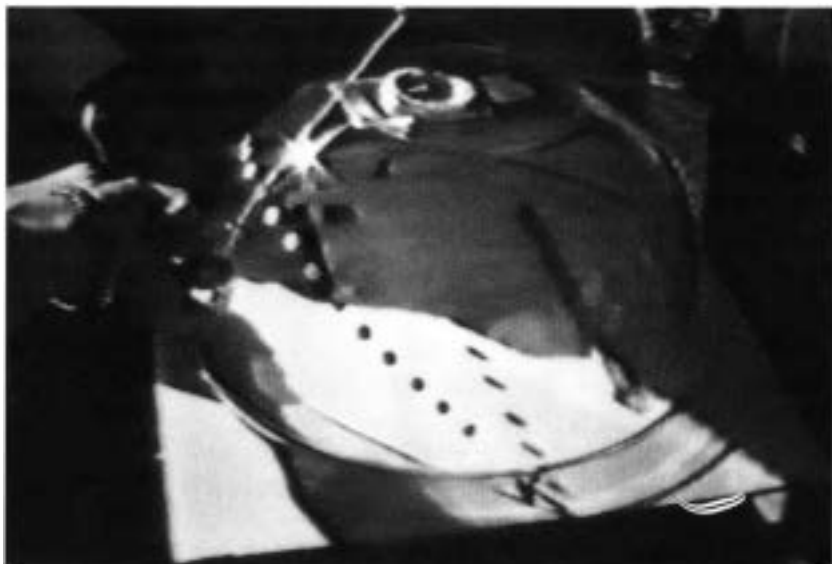


Bild 4

In dieser räumlichen Vermessung wird dem Auge evident, daß die tägliche Bahn der Sonne ein sehr gleichmäßig durchlaufener Kreisbogen ist (Bild 3). Es wird auf quantitative Weise erlebt, wo diese Bahn der Sonne am Himmel erscheint, mit welchen Auf- und Untergangsrichtungen und mit welcher Mittagshöhe. Die diesbezüglich sonst sehr diffusen Alltagswahrnehmungen werden zu einer präzisen Erfahrung. Die Verfolgung der Sonnenbahn gelingt mit einer Sonnenuhr üblicher Bauart nicht mit dieser Klarheit. Man frage einmal Erwachsene nach derartigen Einzelheiten der Sonnenbahn, um festzustellen, wie wenig der moderne Mensch diesen Bereich seiner natürlichen Umgebung wahrnimmt. - Auch die Identifizierung der Himmelsrichtungen in der lokalen Umgebung ist für Grundschulkinder eine sehr wissenswerte Orientierung. Die vermessene Sonnenbahn zeigt, wie sich die Richtung Süden aus der symmetrischen Lage des Kulminationspunktes der täglichen Bahn ergibt. Man kann dies schön mit dem Kompaß bestätigen (Bild 4). Daß dieser Kulminationspunkt Mittag bedeutet, liegt auf der Hand. Eine Nachprüfung, ob dies auch genau um 12 Uhr der Fall ist, kann einige Komplikationen mit sich bringen, die zwar für ältere Schüler interessant sind, in der Grundschule jedoch viel-

leicht mit Zurückhaltung zu handhaben sind. So würde eine solche Messung z. B. in Berlin ein überzeugendes Resultat liefern. In Münster hingegen würde man feststellen, daß der Kulminationspunkt erst gegen 12.30 Uhr erreicht wird. Es stellt sich also das Problem der lokalen astronomischen Zeit gegenüber der in Zeitzonen zusammengefaßten gebräuchlichen Uhrzeit. In Berlin, das annähernd auf dem 15. Längengrad liegt, ergibt sich gute Übereinstimmung mit der Mitteleuropäischen Zeit; Münster hingegen liegt um etwa $7,5^\circ$ Länge davon entfernt. Dort erreicht die Sonne den Meridian erst eine halbe Stunde später. Es wird evident, daß eine Sonnenuhr mit dieser Korrektur gegenüber der Nord-Süd-Richtung aufgestellt werden sollte. - Umgekehrt kann man aus dem Zeitpunkt, in dem der Kulminationspunkt der registrierten Sonnenbahn erreicht wird, den lokalen Längengrad ermitteln. Das ist nicht unbedingt ein Thema für die Grundschule; eine Fortführung dieses Versuches an den anderen Schulen indessen macht derartige Fragestellungen reizvoll. Die Zeitverstellung um 1 Stunde während der Sommerzeit muß bei diesen Auswertungen übrigens auch bedacht werden. Bei höherer Genauigkeit kommt außerdem noch die Problematik der Zeitgleichung hinein.

Besonders informativ ist diese Vermessung der Sonnenbahn, wenn man sie in größeren Abständen über das Jahr verteilt wiederholt. Als besondere Termine sind natürlich die Solstitien im Juni und im Dezember interessant, weil sie zeigen, wie stark die Sonnenbahn sich zwischen Sommer und Winter verlagert. Auf einer Kugel von 40 cm Durchmesser liegen die Tagesbögen der beiden Solstitien um 163 mm voneinander entfernt! Da die Verlagerung der Bahn im Bereich der Sonnenwenden sehr langsam erfolgt (etwa 3 mm in 2 Wochen), kommt es auf den genauen Termin nicht so sehr an. Selbst ein halber Monat Abweichung ergibt also noch keine auffällige Ungenauigkeit. Insofern ist die Frage, ob das Wetter mitspielt, dort keine nennenswerte Einschränkung.

Es ist eine überraschende Erfahrung, wie tief und wie kurz der Tagesbogen im Dezember ist (Bild 5). An den Zeitmarkierungen der Meßpunkte kann man ablesen, wie drastisch die Länge der Tageshelligkeit zwischen Dezember und Juni variiert. Immerhin steht die Sonne im winterlichen Solstitium nur knapp 8 Stunden über dem Horizont, im sommerlichen Solstitium jedoch mehr als 16 Stunden. Ebenso überraschend ist die starke Verlagerung der Aufgangsrichtungen von Südost bis Nordost. Immerhin liegen die Aufgangsrichtungen im Dezember und Juni im lokalen System um etwa 60° auseinander.



Bild 5

Ebenso stellt sich die Frage nach derjenigen Bahn, bei der die Sonne genau im Osten und im Westen auf- bzw. untergeht. Aus Symmetriegründen ist dann leicht erkennbar, daß der Tagesbogen von Horizont zu Horizont an diesem Tag 12 Stunden ausmacht und daß dies die Tag-Nacht-Gleiche ist. Diese Vermessung wird man hier also zweckmäßig auch durchführen. Allerdings wird man hier den Zeitpunkt genauer wählen müssen, weil die Verlagerungsgeschwindigkeit in diesem Bereich maximal ist. Innerhalb einer Woche beträgt dort die Verlagerung auf der Kugeloberfläche etwa 10 mm, so daß man den Spielraum von 1 Woche in dem Bereich des 21. Juni oder 21. September nicht überschreiten sollte, wenn man die Tag-Nacht-Gleiche möglichst genau darstellen will.

In der Zusammenschau dieser während eines Jahres registrierten Tagesbögen wird unmittelbar ersichtlich, daß alle diese Tagesbögen zu parallelen Kreisen gehören, die eine gemeinsame Achse haben, die man ihrerseits auf der Kugel genau angeben kann. Nachts wird man in dieser Richtung den Polarstern fin-

den. Um diesen Polarstern dreht sich in gleicher Weise der gesamte Fixsternhimmel. Anhand eines Globus, der so gehalten wird, daß sich der Wohnort oben in horizontal richtiger Orientierung befindet, läßt sich unmittelbar sehen, daß die Richtung der registrierten Sonnenbahn mit der Äquatorebene übereinstimmt. Bild 6 zeigt dies im Falle der am Fenster registrierten Bahn. Aus all diesen Vergleichen sieht man, wie sich die registrierte Sonnenbahn aus der Erdrotation ergibt. Außerdem wird erkennbar, daß sich die Sonne während der Tag-Nacht-Gleiche in der Äquatorebene befindet und daß sie im Sommer oberhalb der Äquatorebene und im Winter unterhalb der Äquatorebene steht.



Bild 6

In den meisten Lehrbüchern des Sachunterrichts der Grundschule ist der Jahreszeitenzyklus mit seinen vielseitigen Bezügen ein tragendes Fundament. Das reicht vom Verhalten und Aussehen der Natur in Frühling, Sommer, Herbst und Winter über unsere Lebensweise, unsere Kleidung, unsere Unternehmungen bis hin zu den kalendermäßigen Festen. In diese Grundstruktur einer Ordnung ist unser Leben eingebettet, und im Umfeld dieser gegebenen Ordnung bieten die bewährten Lehrbücher ihre Inhalte an. Es macht dann ein Stück beachtlicher naturwissenschaftlicher Kompetenz aus, wenn die Schüler die Ursachen dieser jahreszeitlichen Veränderungen selbst sichtbar gemacht haben. An die Stelle der diffusen Vorstellungen, die sonst vorherrschen, tritt ein Wissen über die Ursachen dieser Ordnung, das in seiner lokalen, geozentrischen Form zunächst völlig ausreichend ist.

Wenn diese Einsichten in der Grundschule vermittelt werden, ist der Boden für eine spätere heliozentrische Erklärung der Entstehung der Jahreszeiten in guter Form vorbereitet. Für die Grundschule ist es wichtig, diese Grunderfahrungen zunächst im lokalen System zu vermitteln, noch nicht im heliozentrischen System und abgehoben von der direkten Beobachtung, sondern auf dem Boden eines eigenen sicheren Verständnisses. Das ist in diesem Fall die direkt beobachtete saubere, ruhige, präzise Bahn und ihre regelmäßige Verlagerung mit den Jahreszeiten und, einhergehend damit, die Verlagerung der Aufgangsrichtungen und die Veränderung der Aufgangszeiten.

3. Das Paradigma einer tragenden Ordnung

Die geordnete Bewegung der Sonne ist ein konstitutives Element der Welt für alle Kulturen gewesen. Eines der grundlegenden kulturstiftenden Paradigmen in allen Kulturkreisen war der tiefe Eindruck von übergreifender und unzerstörbarer Ordnung, den der regelmäßige Gang der Gestirne im Menschen bewirkt. Wohl alle Religionen der Antike beziehen sich auf diese manifeste Ordnung. Und selbst die Philosophie der Aufklärung entzieht sich später dem Zauber dieses Paradigmas nicht; Immanuel Kant, ihr hervorragendster Vertreter, bekennt am Schluß der "Kritik der praktischen Vernunft": "Zwei Dinge erfüllen das Gemüt mit immer neuer und zunehmender Bewunderung und Ehrfurcht, je öfter und anhaltender sich das Nachdenken damit beschäftigt: Der bestirnte Himmel über mir und das moralische Gesetz in mir."

Wie sehr das übergreifende Vorhandensein der Gestirne von konstitutiver Bedeutung für den Lebensraum ist, zeigt sich bei einigen Anlässen, bei denen diese tragende Ordnung in Frage gestellt wird. Wir verlassen uns auf die tägliche Wiederkehr der Sonne, und der Gedanke, daß sie unerwartet nicht wiedererschiene, ist furchteinflößend. Der plötzliche Verlust der Sonne, wie er bei einer totalen Sonnenfinsternis noch heute eindrucksvoll erlebbar ist, hat bei allen Völkern in vorwissenschaftlicher Zeit tiefe Spuren hinterlassen. Die Wegnahme der Sonne war gleichbedeutend mit dem Verlust der Welt. Die Beschwörungsrituale im alten Babylon, Ägypten und China waren keine leeren Zeremonien. Nicht minder gründet sich selbst der Ruhm des Thales bei seinen Zeitgenossen hauptsächlich auf die erfolgreiche Voraussage der Sonnenfinsternis vom 22.5.585 v. Chr., die zugleich dramatisch in aktuelle politische Vorgänge eingriff. Sie erzwang sogar den Abbruch einer Entscheidungsschlacht im Krieg zwischen den benachbarten Lydern und den aus dem Perserreich bedrohlich herandrängenden Medern.

Schon in der frühen mythologischen Welt Griechenlands findet sich der Gedanke, wie existentiell wichtig es übrigens ist, daß die Sonne auch zuverlässig ihren richtigen Weg einhält. Die Furcht, daß sie von ihrer gewohnten Bahn abkommen und abstürzen könnte, findet ihren Niederschlag in der Göttersage von Phaeton, der von seinem Vater Phoebus, dem Sonnengott, die Zusage ertrotzt, einmal den Sonnenwagen lenken zu dürfen. Er kann den Wagen dann nicht auf der Bahn halten und stürzt ab. Phoebus selbst - und das ist bezeichnend für die Feinfühligkeit griechischen Geistes - hatte zu bedenken gegeben, daß dieses schwierige Geschäft, den Sonnenwagen auf seinem steilen Weg zu lenken, von keinem der anderen Götter beherrscht werde, und daß ihn selbst oft schwindelnde Furcht auf der Höhe der Bahn ergreife. - Später, im wissenschaftlich denkenden Griechenland zur Zeit Platons war die unberechenbare Bewegung einiger "umherirrender Gestirne", der Planeten, dann Anlaß und Antrieb, nach einem rationalen Mechanismus für die Gestirnsbewegungen zu suchen, um diese als nicht willkürliche, geordnete Bewegungen zu verstehen.

Unser Bewußtsein stützt sich also fundamental darauf ab, daß auf diese Konstituenten der Welt Verlaß ist. Um einen Diskussionsbeitrag von Herrn Spreckelsen ergänzend einzufügen: Im Bewußtsein des Kindes spielt bereits die Wegnahme viel geringerer Bestandteile der Umgebung eine immense Rolle. So ist beispielsweise der Bau eines Hauses ein durchaus normal einge-

ordneter Vorgang. Aber der Abriß oder die plötzliche Zerstörung eines Hauses ist das Erlebnis einer Katastrophe mit Irritationen, die nicht unterschätzt werden sollten. Von ähnlicher Art sind die Folgen eines Ortswechsels, der die verlässlichen Koordinaten der vertrauten Umgebung fortnimmt.

Es spricht also vieles dafür, den Verlauf der Sonnenbahn im lokalen System den Kindern vertraut zu machen. Dies ist kein beliebiger, austauschbarer Gegenstand sondern ein Inhalt, der grundlegende Orientierungen für die Beobachtung und das Verstehen der Natur schafft. Hier entsteht eine vertrauensbildende Erfahrung der Verlässlichkeit von Naturgesetzen.

4. Warum damit in die Grundschule ?

Es spricht außerdem einiges aus der neueren Sichtweise der Entwicklungspsychologie dafür, diese Erfahrungen den Kindern früh genug in der Grundschule zu vermitteln. Hierzu sei auf die Ausführungen von Frau Bäuml-Roßnagel in diesem Band hingewiesen, daß die in den intuitiven Phasen angeeigneten Erfahrungen als eigene, tragende Struktur bei der weiteren Entwicklung erhalten bleiben. Hier ist die Piagetsche These zu modifizieren, derzufolge sich die intuitiv erfaßte Begriffsstruktur in eine formal-logische Begriffsstruktur transformiert. Demgemäß sieht man nicht mehr Entwicklungsstufen, deren Strukturen sich bei Übergang zur nächsten Entwicklungsstufe wieder auflösen und durch andere ersetzt werden, sondern Strukturen, die sich in ihren eigenen Ebenen entwickeln, erhalten bleiben und unverändert fortwirken, wenn sich die folgenden Entwicklungsstufen mit ihren eigenen Strukturen darüberlagert haben. Das gibt insbesondere den intuitiv gewonnen Einsichten einen ganz anderen, bedeutsamen Stellenwert. Aus dieser Sicht werden Konsequenzen für curriculare Kriterien gefordert.

Ein Vergleich möge diese Instinktsicherheit früher intuitiver Erfahrungen beleuchten: Die Muttersprache wird intuitiv erlernt und bleibt stets die sichere Grundlage allen Sprachempfindens, und zwar unverwechselbar bis in feinste Nuancen. Selbst die subtilsten Abweichungen eines Dialekts oder einer sprachlichen Variante bleiben für das Ohr intuitiv äußerst auffällig. So bleibt auch jede Fremdsprache immer mit Akzent behaftet, auch wenn dieser noch so verschwindend gering sein mag. Es bleibt eben eine "Fremd"-Sprache. Sie ist nicht in der intuitiven Phase angelegt worden.

Ebenso wird das elementare Zählen intuitiv gelernt, beginnend mit dem einfachen Abzählen. Diese intuitiv aufgenommene Erfahrung verleiht der Zahl das Kriterium der Eindeutigkeit. So gilt die Mathematik im allgemeinen Bewußtsein als Paradigma des verbindlich Genauen und Zuverlässigen.

Entsprechend intuitiv wird die lokale Umgebung im frühen Alter aufgenommen. Die in dieser Umgebung gewachsene Orientierungsfähigkeit ist von solcher Sicherheit, daß sich eine später in einer anderen Umgebung angeeignete Orientierung nie damit vergleichen läßt. In dieser Hinsicht kommt der Heimatkunde zur Grundlegung einer darauf aufbauenden, sich weitenden sicheren Orientierungsfähigkeit in der Welt entsprechende Bedeutung zu. Bestandteil dieses Lebensraumes ist auch der Bereich der Gestirne. Eine früh erworbene Kenntnis ihrer zuverlässigen und äußerst regelmäßigen Bewegung kann sich bewußtseinsmäßig zum Paradigma des zuverlässigen Wirkens der Naturgesetze entfalten.

Für ein späteres stabiles Verständnis von Naturwissenschaft kann es von großer Bedeutung sein, wenn Schulprogramme für das Alter, in dem Erfahrungen noch weitgehend intuitiv entstehen, geeignete Erfahrungen von Naturgesetzlichkeit anbieten. Im propädeutischen Feld, in dem von Naturwissenschaft noch nicht die Rede ist, können hier sehr instinktsichere Grundorientierungen angelegt werden.

Literatur

Szostak, R.: Erkennen von Naturgesetzlichkeit - Astronomie in der Primarstufe. In: Lauterbach, R. et al. (Hrsg.): *Wie Kinder erkennen*. Kiel: GDCP und IPN 1991

ZUM ENERGIEBEGRIFF IM (PHYSIK)UNTERRICHT

Konrad SCHMIDT-WOLBRANDT, Technische Universität Berlin

Dietrich ENGEMANN, Humboldt-Universität zu Berlin

Hansjoachim LECHNER, Humboldt-Universität zu Berlin

Manfred KURZE, Humboldt-Universität zu Berlin

1. Lehrplananalyse zum Themenkreis Energie in den Klassen 5 und 6

Konrad SCHMIDT-WOLBRANDT, Technische Universität Berlin

1.1 Zum Forschungsansatz Energie

Die Arbeitsgruppe Energie der Humboldt-Universität zu Berlin und der Technischen Universität Berlin arbeitet an einem gemeinsamen Forschungsvorhaben "Neue Wege zur Behandlung der Energie im Physikunterricht" mit dem Ziel, ein praxisorientiertes geschlossenes Unterrichtskonzept zum Erlernen des Energiebegriffs im Physikunterricht der Sekundarstufe I zu entwickeln, das neben Energieerhaltung, Energietransport, Energieumwandlung auch den Aspekt der Energieentwertung einbezieht.

Die Ausgangsfrage dieses Projekts lautet: Wie lassen sich neue Wege zur Herausbildung des Energiebegriffs im Physikunterricht der Sekundarstufe I (Klassen 7-10) gestalten und begründen, die unsere Schüler zu gefestigten, physikalisch korrekten, anwendungsbereiten und im Hinblick auf die Alltagserfahrungen widerspruchsfreien Vorstellungen führen?

Untersuchungen des IPN-Kiel zu Energieauffassungen von Schülern und Jugendlichen (Duit 1984, 1986) aber auch Befragungen von Berge/Hauke

(1983) oder Praxisanalysen in der ehemaligen DDR zeigen, daß Schüler eine sehr mangelhafte Vorstellung von Energie besitzen. Diese Untersuchungen stützen auch die These, daß Schüler aus ihrer Umwelterfahrung heraus der *Energieerhaltungsvorstellung* verständnislos, ja sogar ablehnend gegenüberstehen. Die Einstellungen der Schüler resultieren aus dem scheinbaren Widerspruch zwischen *Energieerhaltung* und *Energieentwertung*. Dabei wird die Entwertungsvorstellung mit den Begriffen Energieverbrauch, Verschleiß, Energieverlust und Energiesparen verbunden. Die Schüler messen offenbar dem Begriff Energie in der Alltagssprache eine andere Bedeutung als in der Physik zu. Es ist daher notwendig, mit weiterentwickelten Prozeßkonzepten eine physikalische Bildung bezüglich der Energie zu erreichen, die den gegenwärtigen gesellschaftlichen Anforderungen an die Allgemeinbildung gerecht wird.

1.2 Zur gegenwärtigen Behandlung des Energiebegriffs im Physikunterricht

Der gegenwärtige Physikunterricht ist durch die wenig überzeugende, ausschließlich an der Fachsystematik orientierte Behandlung des Energiebegriffs nicht in der Lage, dem Schüler wichtige Hilfen für die Bewältigung seiner Lebenssituation zu geben. Das betrifft das Verständnis für Alltagsphänomene ebenso wie daraus sich entwickelnde Handlungsweisen im täglichen Leben unter der Sicht verantwortungsvollen Umgangs mit Energie (Energiebewußt sein!).

Im herkömmlichen Physikunterricht der Klassen 7 bis 10 wird den Schülern die Einsicht vermittelt, daß Energie weder erzeugt noch vernichtet werden kann. *Energie ist eine Erhaltungsgröße!* Zu dieser Auffassung wird der Schüler durch das Studium mechanischer Phänomene geführt. Ausgehend von den sogenannten einfachen Maschinen wie Rolle, Hebel, schiefe Ebene und Flaschenzug wird die "goldene Regel der Mechanik" erarbeitet. Das Produkt aus Kraft und Weglänge bleibt bei einfachen Maschinen unverändert.

Nach den einfachen Maschinen werden weitere Systeme betrachtet, die verbunden sind mit den Begriffen Spannenergie und Höhenenergie, Lageenergie bzw. potentielle Energie (gespannte Feder, im Schwerfeld

angehobener Körper). Derartige Systeme vermögen an anderen Körpern mechanische Arbeit zu verrichten. Jedem mechanischen System wird dann, vereinfacht betrachtet, eine bestimmte Energie zugeschrieben, die durch Zufuhr oder Abgabe von mechanischer Arbeit verändert werden kann. Im Anschluß an diese Vorgehensweise wird die Wärmeenergie als weitere Form von übertragener Energie behandelt. Gegenwärtig kann davon ausgegangen werden, daß die überwiegende Zahl der Lehrpläne und Schulbücher in vergleichbarer Näherung dieser Vorgehensweise entspricht.

Bei der Behandlung der Energie als strukturelle Leitlinie im Physikunterricht ab Klasse 7 wird aus den zentralen Aspekten Energieerhaltung, Energietransport, Energieumwandlung die Aufmerksamkeit der Schüler zunächst auf die Energieerhaltung gerichtet. Die in verschiedenen Lehrplänen und Unterrichtswerken gegebenen methodischen Vorschläge verzichten zum überwiegenden Teil auf das wesentliche Problem der Energieentwertung.

Hierzu hat Buck (1978, S. 199) die folgende These formuliert: "Die Betonung der Invarianzeigenschaften der Energie verschleiern tendenziell, daß die Energiearten nicht gleichwertig sind, nicht gleich nützlich sind, sollte man vielleicht deutlicher sagen!" Er stellt danach die Frage, ob wir die Energie in der Sekundarstufe I wirklich als Erhaltungsgröße einführen sollten.

1.3 Der Energiebegriff in den Klassen 5 und 6

Das IPN Curriculum Physik behandelt den Energiebegriff im Rahmen eines Grundkonzepts, das in der Klassenstufe 5/6 beginnt und konsequent und systematisch im Rahmen eines Spiralcurriculums bis zur Klasse 10 ausgeprägt und erweitert wird. Anknüpfend an den sehr allgemein und unscharf gefaßten Begriff "Arbeit" wird innerhalb einer ersten Unterrichtseinheit "Arbeit und Energie" für das 5./6. Schuljahr der Begriff Energie eingeführt. Dabei wird Energie als Voraussetzung für das Verrichten einer Arbeit verstanden. Physikalische Arbeiten sind mit körperlichen Anstrengungen verbunden, wie z.B. das Heben, Verformen oder Beschleunigen eines Körpers. Auf die Definition "Energie als Fähigkeit, Arbeit zu verrichten" wird verzichtet; zugleich wird jedoch hervorgehoben, daß beim Verrichten von Arbeit wieder Energie entsteht.

Ergebnisse lernzielorientierter Leistungstests belegen, daß es im Rahmen des

nach dem IPN Curriculum erteilten Unterricht gelungen ist, die Schüler des 5. Schuljahres mit verschiedenen Energieformen vertraut zu machen (IPN Curriculum Physik 1970b). Zugleich hat sich gezeigt, daß die Schüler den Energiebegriff zur Erklärung einfacher Umweltsituationen kaum anwenden. Den meisten Schülern fällt es außerdem sehr schwer, Energieumwandlungsprozesse zu analysieren, d. h. die einzelnen Prozeßschritte aufzugliedern und näher zu beschreiben.

Eine systematische Heranführung der Schüler an den Energiebegriff im Physikunterricht ab Klasse 7 fordert eine gründliche Kenntnis des Vorwissens, das die Schüler in den vorangegangenen Klassen erworben haben. Aus diesem Grunde wird gegenwärtig eine Lehrplananalyse der entsprechenden Unterrichtsfächer der Klassen 5 und 6 einzelner Bundesländer fertiggestellt.

Die von einigen Bundesländern bereitgestellten Unterlagen wurden nach bestimmten Energiekriterien ausgewertet. Es wurde geprüft, ob bestimmte Elemente des Energiebegriffs Aufnahme in den Lehrplänen gefunden haben. Die Auswertung erfolgte, ohne Wichtung in der Reihenfolge, nach folgenden Aspekten:

- Einführung Energiebegriff
- Einfache Energieumwandlung
- Energietransport
- Mechanische Energie (M)
- Bewegungs-, Lage-, Spannenergie
- Wärmeenergie (W)
- Chemische Energie (Ch)
- Elektrische Energie (E)
- Lichtenergie (L)
- Verknüpfung verschiedener Energieformen
- Energiebegriff und Thema Mensch
- Exergetische Betrachtung ohne Energiebegriff
- Umschreibung des Energiebegriffs als Synonym

1.4 Kurze Erläuterung der Energieaspekte

Einführung Energiebegriff (EB): Der Energiebegriff ist ein zentraler Begriff der Naturwissenschaft, da alle Vorgänge mit Energieumwandlungen verbunden sind und das Vorhandensein einer Energie notwendige Voraussetzung aller dieser Vorgänge ist. Außerdem wird der Begriff Energie vor dem Begriff der Kraft eingeführt, weil er skalar (= Zahl) ist, und so dem Verständnis des Schülers näher liegt als die vektoriell aufzufassende Kraft. Den Begriff Energie etwa in folgender Form umschreiben: Um eine Arbeit zu verrichten, braucht man Energie. Energie als Voraussetzung für das Verrichten einer Arbeit deuten.

Einfache Energieumwandlung: Erkennen, daß elektrische Energie durch Umwandlung anderer Energieformen gewonnen wird und Einblick in die damit verbundene Belastung der natürlichen Umwelt gewinnen. Umwandlung unterschiedlicher Energieformen in Drehbewegung. Umwandlung von Bewegungsenergie in elektrische Energie am Beispiel der Fahrradbeleuchtung.

Energietransport: Wärmeenergetransport: Wärmeenergie kann mit Wasser transportiert werden (vgl. Zentralheizungsmodell). Erkennen, daß die Wärmeenergie mit dem Wasser transportiert wird.

Mechanische Energie (M): Es gibt drei mechanische Energieformen: Lage-, Bewegungs- und Spannenergie. Bei reibungsfreien mechanischen Vorgängen wandeln sich diese Energieformen verlustlos in einander um. Insgesamt bleibt dabei die Energie erhalten. Wenn Reibung auftritt, fließt ein Teil der Energie als Wärme ab.

Bewegungs-, Lage und Spannenergie: Ein Körper, der sich in Bewegung befindet, besitzt Bewegungsenergie. Richtigen Gebrauch des Wortes Bewegungsenergie anstreben. Abhängigkeit der Bewegungsenergie von Masse und Geschwindigkeit erkennen und formulieren.

Lageenergie (Höhenenergie): Beschreibung der Lageenergie durch Untersuchung anhand der von ihr verrichteten Arbeit.

Spannenergie (Spannungsenergie): Eine gespannte Feder besitzt Spannenergie. Die gespannte Feder kann Arbeit verrichten. Spannenergie kann in andere Energieformen umgewandelt werden. Richtigen Gebrauch des

Begriffs Spannenergie anstreben. Umwandlung der Spann- in Bewegungs bzw. Höhenenergie erkennen.

Wärmeenergie (W), Chemische Energie (Ch): Wärmeenergie und chemische Energie als weitere Energieformen kennenlernen (Umwandlung chemischer Energie in Wärme). Wärme läßt sich mit elektrischen Geräten aber auch aus mechanischer Arbeit gewinnen. Wärme erhält man ebenfalls beim Verbrennen verschiedener Stoffe z.B. Holz oder Gas.

Elektrische Energie (E), Lichtenergie (L): Bei der Behandlung des "Stromkreises" wird noch keine Modellvorstellung (Wassermodell) eingesetzt. Anstelle der Ausdrücke "Stromquelle" und "Spannungsquelle" sollte der Ausdruck "elektrische Energiequelle" verwendet werden, obwohl der Begriff Energie noch nicht geklärt ist. Unter Nutzung der Lichtenergie wird in Pflanzen Stärke gebildet.

Verknüpfung verschiedener Energieformen: Die chemische Energie ist der Ausgangspunkt vieler Umwandlungsketten, wie das Beispiel Wärmekraftwerk zeigt: Chemische Energie (Verbrennung fossiler Stoffe) ---> Wärmeenergie (Frischdampf) --> Bewegungsenergie (Turbine) ---> Elektrische Energie (Generator)

Bewegungsenergie und Lageenergie können ineinander umgewandelt werden. Dabei wird Arbeit verrichtet, wie das Beispiel der Umwandlungskette eines Pumpspeicherkraftwerks demonstriert: Höhenenergie (Speichersee) ---> Beschleunigungsarbeit (strömendes Wasser) ---> Bewegungsenergie (Rotationsenergie der Wasserturbine) ---> elektrische Energie (Generator). Für die Aufgliederung von Umwandlungsketten wird folgende Form empfohlen:

	Arbeitsform 1	Arbeitsform 2
Energieform 1	----->	Energieform 2 ----->

Energiebegriff und Thema Mensch: Im Muskel wird die chemische Energie des Zuckers in Bewegungsenergie umgewandelt. Das Blut transportiert den entstandenen Zucker in gelöster Form zum Muskel. Fett als Energiequelle (Winterschlaf).

Exergetische Betrachtungen ohne Energiebegriff: Die Vorgänge in Verbrennungs-Wärmequellen werden lediglich der Chemie zugeordnet, ohne daß die Begriffe "chemische Energie" und "chemische Reaktion" näher geklärt werden.

Umschreibung des EB (Synonym): Mit dem Begriff Energie werden exergetische Betrachtungen umschrieben (z.B. Zentralheizung: Verhalten von Körpern bei Erwärmung bzw. Abkühlung). Mit Hilfe der "Wärme" wird Strom erzeugt.

LEHRPLANANALYSE EINZELNER BUNDESLÄNDER

Zum Energiebegriff												
Einführung Energiebegriff												
Einfache Energieumwandlungen												
Energietransport												
Mechanische Energie (M)												
Bewegungs-, Lage-, Spannenergie												
Wärmeenergie (W), chemische Energie (Ch)												
Elektrische Energie (E), Lichtenergie (L)												
Verknüpfung verschiedener Energieformen												
Energiebegriff Thema Mensch												
Exergetische Betrachtungen ohne EB												
Umschreibungen des EB (Synonym)												
Bundesland												
Baden-Württemberg	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bayern	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-
Berlin	X	X	X	X	B	W	X	X	-	-	-	-
Bremen	X	X	X	M	X	W	E	X	-	-	-	-
Hamburg	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hessen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Niedersachsen	X	X	X	-	-	W	E	X	-	-	-	-
Nordrhein-Westfalen												
Rheinland-Pfalz	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Saarland												
Schleswig-Holstein	X	X	X	X	X	W	E	X	X	-	-	-

Bild 1: Lehrplananalyse einzelner Bundesländer.

Zusammenfassung: Das bisher vorliegende Ergebnis der Lehrplanauswertung zeigt, daß mit unterschiedlichen Anteilen die Bundesländer/Stadtstaaten Berlin, Bremen, Niedersachsen und Schleswig-Holstein den Energiebegriff berücksichtigen.

Literatur

Berge, O. E.; Hauke, B.: Schüler äußern sich über Energie. In: NiU P/C 31 (1983), 352-355.

Buck, P.: Sollten wir Energie auf der Sekundarstufe 1 wirklich als Erhaltungsgröße einführen? In: *physica didactica* 5 (1978), 199-218.

Duit, R.: Energievorstellungen. NiU P/C 34 (1985).

Duit, R.: Der Energiebegriff im Physikunterricht. Habilitationsschrift, Universität Kiel 1984.

IPN Curriculum Physik: Unterrichtseinheit "Arbeit und Energie", Erprobungsfassung 1970 b.

2. Lehrbuchanalyse

Dietrich ENGEMANN, Humboldt-Universität zu Berlin

Die Analyse von Lehrbüchern, Lehrerbänden, Arbeitsheften usw. dient dem Ziel herauszuarbeiten, inwieweit der Energiebegriff vor dem Physikunterricht ab Klasse 7 in naturwissenschaftlich ausgerichteten Unterrichtsfächern (Sachkunde, Orientierungsstufe, Werken usw.) eingeführt oder verwendet, in welchen Zusammenhängen er ggf. erläutert wird. Die Analyse ist vorrangig auf die Klassenstufen 5 und 6 gerichtet.

2.1 Zum Analysematerial

Die Aufstellung der bisher erfaßten Bücher, insgesamt 33, zeigt ein breit gefächertes Analysematerial, erhebt aber keinen Anspruch auf Vollständigkeit, auch wenn alle in Berlin zugelassenen Lehrbücher der Orientierungsstufe bzw. des Technikunterrichts erfaßt wurden. Die analysierten Bücher erschienen zwischen 1973 und 1990, 30 Bücher beziehen sich auf die Klassen 5 und 5, ein Buch auf Klasse 7, 2 Bücher auf die Klassen 7 bis 9; insgesamt sind 15 der Bücher offiziell als Lehrbücher zugelassen, bei einigen Büchern war dies nicht zu ermitteln.

2.2 Zu einigen Ergebnissen der Analyse

Tabelle 1 faßt Aussagen zur Einführung des Energiebegriffs zusammen.

	Anzahl	Prozent (%)
	der analysierten Bücher	
ohne Einführung	15	45%
Einführung ohne Erläuterung	6	18%
Beschreibung	10	30%
physikalische Definition	5	15%
davon Klasse 7	3	9%
Definition aus Alltagssprache	4	12%

Tabelle 1: Zur Einführung des Energiebegriffs in den 33 erfaßten Büchern

In fast der Hälfte aller Bücher wird auf eine Einführung und Verwendung des Energiebegriffs verzichtet. Wird der Energiebegriff eingeführt bzw. verwendet, erfolgt diese Einführung vorwiegend über Beschreibungen, vor allem der Wirkungen, die durch Energieumwandlungen hervorgerufen werden. Eine physikalische Definition findet sich (bis auf die 3 Bücher ab Klasse 7) nur in zwei Büchern. In rund einem Sechstel der Bücher wird der Energiebegriff ohne Erläuterung genutzt (z.B. Energiezufuhr zum Erhitzen, elektrische Energie wird in Wärme umgewandelt, mit Hilfe von Wasserdampf wird in Wärmekraftwerken Elektroenergie erzeugt). Es sind auch "gemischte" Formen der Einführung/Verwendung des Energiebegriffs festzustellen (zunächst beschreibend, dann die Definition).

In Tabelle 2 ist zusammengestellt, welche Stoffgebiete in den 18 Büchern genutzt werden, die den Energiebegriff einführen.

Stoffgebiet	Anzahl der Bücher
Wärmelehre	10
Elektrizitätslehre	7
Mechanik (Arbeit, Leistung)	3
selbständige Kapitel	3 (2 x Kl. 7, 1 x Kl. 6)
Praxisbezug gesichert	nur in 17
Beispiele repräsentativ	nur in 11
Darstellung entwickelnd	nur in 5

Tabelle 2: Genutzte Stoffgebiete zur Einführung des Energiebegriffs und Art der Darstellung

Es werden fast ausschließlich die Stoffgebiete Wärmelehre und/oder Elektrizitätslehre genutzt, im bulgarischen Lehrbuch der Klasse 5, im russischen Lehrbuch der Klasse 9, sowie im noch gültigen Lehrbuch Kl. 7 der neuen Bundesländer (Schuljahr 1990/91) wird die "Energie" in einem gesonderten Kapitel eingeführt, erörtert, definiert.

Wenn der Energiebegriff in den Lehrbüchern überhaupt verwendet wird, ist der Praxisbezug in fast allen Büchern hergestellt, doch nur in rund einem Viertel der Bücher kann von einer entwickelnden Darstellung des Energiebegriffs gesprochen werden.

In Tabelle 3 wird verdeutlicht, welche Aspekte der Energie in den 18 analysierten Büchern berücksichtigt und zu welchen anderen Begriffen

Beziehungen hergestellt werden. Wärme, Umwandlung, Quellen, Übertragung und Arbeit dominieren, die Energieerhaltung spielt nur in knapp der Hälfte der Bücher eine Rolle, die Energieentwertung wird niemals erwähnt.

Begriffe	Anzahl der Bücher	Begriffe	Anzahl der Bücher
Umwandlung	14	Erhaltung	8
Wärme	14	Einheiten	7
Übertragung	13	Energieverlust	5
Energiequellen	12	Energieformen	5
Arbeit	11	Leistung	2
Chemische Energie	9	Entwertung	0

Tabelle 3: Bezugnahme zu wichtigen Begriffen aus dem Umfeld des Energiebegriffs (bezogen auf die 18 Bücher, die den Energiebegriff einführen / verwenden)

2.3 Einige zusammenfassende Bemerkungen

Nur in 5 Büchern wird der Energiebegriff nahezu konsequent nach seiner Einführung genutzt, darunter in den Lehrbüchern der Klasse 7. Bedauerlicherweise wird der Energiebegriff im chemischen Teil der Lehrbücher nicht genutzt, die ihn im physikalischen Teil einführen. Damit wird bei den Schülern unerschwinglich der Eindruck erweckt, daß Energie eben nur etwas mit Physik zu tun habe.

Bei der Analyse sind auch unübliche Formulierungen, etwa "...die allein fließende Energie heißt Wärmeenergie" bzw. auch einige als falsch einzuordnende Formulierungen aufgefallen. Dazu sind zu zählen:

- die Energieübertragung erfolgt durch Kräfte
(Lehrbuch Kl. 6, Bulgarien)
- die Energie einer elektrischen Batterie heißt Spannung
(Denken und Wissen 5/6, Hirschgrabenverlag 1973)
- mit elektrischer Energie kann man leicht und ohne Energieverlust heizen
(Physik/Chemie 5/6, Stuttgart: Ernst Klett 1978)

Auf der Grundlage der bisher analysierten Auswahl von Büchern wird festgestellt, daß eine klare Linienführung bei der Erarbeitung bzw. Einführung des Energiebegriffes in der 5. und 6. Klasse fehlt, so daß es Aufgabe des naturwissenschaftlichen Unterrichts ab Kl. 7 ist, einen Energiebegriff systematisch aufzubauen.

Aufstellung der analysierten Literatur

- Autorengruppe: Natur und Technik Physik/Chemie 5/6. Handbuch der Unterrichtspraxis. Cornelsen-Velhagen 1984.
- Autorengruppe: Natur und Technik Physik und Chemie Kl. 7-9. Gesamtausgabe. Cornelsen-Velhagen 1987.
- Autorengruppe: Physik, Lehrbuch für Kl. 5. Berlin: Volk und Wissen, ⁷1989.
- Autorengruppe: Physik/Chemie 5/6. Stuttgart: Klett 1978.
- Beck, K.-H.; Kern, L.: Elementare Technik, Bd. 1. Stuttgart: Ernst Klett, 1980.
- Beck, K.-H.; Pohl, N.; Springer, U.: Arbeitslehre/Polytechnik. Einführung in die Arbeitswelt 5/6. Schuljahr. Darmstadt: Winkler's Verlag - Gebrüder Grimm 1990.
- Birkelbach, E.; Spengler, M.: Höfling Physik/Chemie 5./6. Schuljahr, Wärmelehre am Beispiel der Zentralheizung (Lehrerband). Köln: Aulis 1974.
- Dahncke, H.; Westphal, W.: IPN Curriculum Physik, Arbeit und Energie. Stuttgart: Ernst Klett, Ausgaben 1978, 1990.
- Duit, R.; Niedderer, H. (Hrsg.): IPN Curriculum Physik, Der elektrische Stromkreis. Stuttgart: Ernst Klett, Ausgabe 1990.
- Duit, R.; Riquarts, K. (Hrsg.): IPN Curriculum Physik, Wärme. Stuttgart: Ernst Klett, Ausgabe 1989.
- Götz, R.; Raaf, H. (Hrsg.): Physik/Chemie Kl. 7-9. Herder 1979.
- Harbeck, G. (Hrsg.): Physik Chemie in unserer Welt 5/6 Arbeitsheft. Vieweg 1977.
- Harbeck, G. (Hrsg.): Physik Chemie in unserer Welt 5/6. Metzlersche Verlagsbuchhandlung 1983.
- Henzler, S.; Leins, K. (Hrsg.): Werken und Gestalten für die Klassen 5 u. 6 - Handwerk und Technik, Hamburg 1988.
- Herausgebergruppe: Wolf - Lernplanung Physik/Chemie 6 (Lehrerausgabe). Verlag Wolf 1986.
- Hölck, P.; Duit, R.: IPN Curriculum Physik, Wärme. Stuttgart: Ernst Klett, Ausgabe 1988.
- Kuhn, W. (Hrsg.): Physik/Chemie 5/6. Braunschweig: Westermann 1978.
- Kuhn, W. (Hrsg.): Physik/Chemie 5/6 Lehrerband. Braunschweig: Westermann 1979.
- Liebers, K.; Meyer, G.; Binioschek, H.: Physik, Lehrbuch für Klasse 7. Berlin: Volk und Wissen 1984.
- Mehlhose, W.; Schütz, R.: Höfling Physik/Chemie 5/6. Schuljahr; Elektrizitätslehre am Beispiel der elektrischen Klingel (Lehrbuch u. Lehrerausgabe). Köln: Aulis 1974.
- Mehlhose, W.; Schütz, R.: Höfling Physik/Chemie 5. und 6. Schuljahr. Mechanik flüssiger Körper am Beispiel der Schifffahrt - Lehrerausgabe u. Schülerausgabe. Köln: Aulis 1975.
- Pjoryschkin, A.W.; Rodina, N. A.: Fizika 6. Moskwa: Prosveschtschenije 1971 (russisch).
- Popov; Nedjalkova; Furnadshijev; Tankovska: Physikalische und chemische Erscheinungen (bulgarisch). Lehrbuch Kl. 6. Narodna Prosveta 1986.
- Röneck, Ch. v.: IPN Curriculum Physik, Länge Zeit Geschwindigkeit. Stuttgart: Ernst Klett, Ausgabe 1982.
- Spreckelsen, K.; Eschenhagen, D. (Hrsg.): Naturwissenschaften im 5. und 6. Schuljahr (Physik - Chemie - Biologie). Schülerheft und Lehrerband. Diesterweg 1978.
- Völcke, R.; Schleip A.: Denken und Wissen 5/6 (Lehrbuch) Hirschgraben Verlag 1973, (Arbeitsblätter) Hirschgraben Verlag 1980.

3. Vermittlung von Erfahrungen zur Energie im Sachunterricht und im fachorientierten Unterricht der Orientierungsstufe

Hansjoachim LECHNER, Humboldt-Universität zu Berlin

Die Analyse des Unterrichts mit naturwissenschaftlichem Inhalt in der Orientierungsstufe der Klassen 5 und 6 zeigt, daß der Energiebegriff in diesem Unterricht sowohl vom Inhalt als auch vom Umfang her sehr unterschiedlich in den Bundesländern Verwendung findet. Bedenkt man, welchen Stellenwert der Energiebegriff und Überlegungen im Zusammenhang mit der Energie im gesellschaftlichen Leben einnehmen, wie oft das Wort im täglichen Leben genutzt wird, so ergibt sich die Notwendigkeit, die damit im Zusammenhang stehenden Fragen im Sachunterricht aufzugreifen.

In Niedersachsen, Berlin und Hamburg ist in den Rahmenplänen explizit eine Behandlung der Energie vorwiegend bezogen auf Elektroenergie (Niedersachsen), auf Gesundheitserziehung (Hamburg) bzw. Energiequellen und ökonomische Entwicklung (Berlin), während in Nordrhein-Westfalen, Hessen und in den neuen Bundesländern eine solche Forderung fehlt. In Hessen werden Fragen zu Wärme, Wärmeübertragung, Wärmedämmung, Wärmequellen behandelt, an die sich energetische Betrachtungen sehr gut anschließen können.

Es ist zu beachten, daß die Forderungen in den Rahmenplänen die eine Seite sind, aber erst die konkrete Gestaltung des Lernprozesses zu Wirkungen im Wissen und Verständnis der Schüler führt. Untersuchungen (z.B. Kersten o.J.) zeigen, daß Schüler zu Beginn der 7. Klasse sehr häufig Energie mit elektrischem Strom oder mit Kraft gleichsetzen. Diese Vorstellungen werden vorrangig geprägt durch Formulierungen des täglichen Lebens. Da die Schüler des jüngeren und mittleren Schulalters ein großes Interesse an Erscheinungen der Natur und Technik haben, sollte der Sachunterricht stärker als bisher genutzt werden, um die Entwicklung der Alltagskenntnisse zu beeinflussen.

Die im Rahmenplan des vorfachlichen Unterrichts Sachkunde (Berlin) enthaltenen Forderungen, daß "die Schüler eigene Gewohnheiten hinsichtlich des Energieverbrauchs überprüfen sollen", ist Ansatz für eine solche Beeinflussung von Alltagskenntnissen. Eine Befragung von Experten des Sachunterrichts (Vgl. Anm. 1.) bestätigt, daß die Einführung des Begriffs Energie in Klasse 5 und 6 von der überwiegenden Mehrheit der Befragten als sinnvoll bzw. machbar angesehen wird. Dabei sollten insbesondere Wärmeerscheinungen energetisch betrachtet werden. Dies betrifft "die Wärme" und "die Nahrung" gleichermaßen. Drei der neun Befragten sagen aus, daß Sachverhalte im Zusammenhang mit dem elektrischen Strom, der Bewegung und dem Sonnenlicht sich gut eignen, energetische Betrachtungen in dieser Klassenstufe anzustellen, vier nennen den elektrischen Strom und die Verbrennung in diesem Zusammenhang. Die Befragten machen darauf aufmerksam, daß die regionalen Gegebenheiten zu beachten sind, so sollte z.B. im Münsterland das Erdgas als Energiequelle unbedingt behandelt werden.

Nur wenige Hinweise sind in den Fragebögen bezüglich der Merkmale enthalten, die bei der Erarbeitung in Klasse 5 und 6 Berücksichtigung finden sollten. Genannt werden: Energie kann man festhalten, Bewegungs- und Lageenergie, Energieumwandlung, Masse speichert Energie, Energieerhaltung. Daraus wird schon deutlich, daß die energetische Betrachtung von naturwissenschaftlichen Erscheinungen in ein Konzept eingebunden werden muß, das einige Hauptmerkmale in den Mittelpunkt dieser Betrachtungen stellt. Das von Spreckelsen (Gesamthochschule Kassel) entwickelte Konzept einer "Stoffeinheit Energie" in Klasse 4 oder 5 beachtet die Besonderheiten dieser Altersgruppe und schafft die Möglichkeit, die Erfahrungen der Schüler zur thermischen Energie zu vertiefen bzw. auszuschärfen. Dieses Konzept enthält 5 Kapitel:

1. Wenn es im Winter kalt wird, möchte ich nicht frieren
 - Wie ich mich vor Kälte schütze
 - Woran es liegt, daß es im Winter kalt wird

2. Wie Tiere sich im Winter vor Kälte schützen
 - Lebensgewohnheiten der Tiere im Winter
 - Atmung/Ernährung und Körpertemperatur
 - Fell, Gefieder und Fett als wärmeisolierende Schichten

3. Wie sich Menschen in anderen Ländern vor Kälte schützen

- Kleidung
- Hausbau

4. Woher bei uns zuhause die (Wärme-)Energie kommt

- Wie unsere Wohnung warm wird
- Brennstoffe für die Wärmeerzeugung
- Elektrizität und Wärmeerzeugung
- (Elektroofen, Elektroherd, Heizlüfter, Waschmaschine etc.)

5. Wie wir (Wärme-)Energie sparen können

- Wärmeisolation im Haushalt
- Weitere Möglichkeiten zur Einsparung von (Wärme-)Energie

Dabei muß bemerkt werden, daß in den Rahmen-Richtlinien von Hessen für den Sachunterricht (naturwissenschaftlich-technischer Teil) eine Lehreinheit "gute und schlechte Wärmeleiter" vorgesehen ist, in der die Begriffe Wärme, Wärmeisolator, Wärmedämmung, Wärmequellen verwendet werden. Damit sind gute Voraussetzungen für die von Spreckelsen vorgeschlagene Stoffeinheit gegeben. Aus der Übersicht wird deutlich, daß das Konzept von den Erfahrungen der Schüler ausgeht, dann das Verhalten der für diese Altersstufe so interessanten Tiere untersucht, um danach die Menschen in anderen Ländern zu beobachten. Die Übertragung der in den ersten Abschnitten gewonnenen Erkenntnisse auf die Wärmeversorgung in der eigenen Wohnung und die Erörterung der Möglichkeiten, (Wärme-)Energie zu sparen, schafft gute Voraussetzungen der aktiven Auseinandersetzung der Schüler mit den Lerninhalten.

Es wird erreicht, daß Erfahrungen zum Komplex "Wärmequelle (Energie) und Übertragung der Wärme" auf einen anderen Körper erlebbar gemacht werden. Damit können auch Vorstellungen, die die Wärme als Substanz ansehen, die die Quecksilbersäule quantitativ vermehrt, abgebaut werden. ähnlich sind weitere Themen zu konzipieren, die sich damit beschäftigen, wie die Vorstellungen "Energie ist Kraft" oder "Elektrischer Strom", die aus einer flüssigkeitsähnlichen, sehr kleinen und deshalb unsichtbaren Substanz besteht, verändert werden können.

Die in den Rahmenplänen einiger Bundesländer vorgesehenen Themenkomplexe zum elektrischem Strom (s. Lehrbuchanalyse) bieten in Klasse 5 und 6 schon jetzt gute Möglichkeiten, um die zuletzt genannten Vorstellungen zu korrigieren.

Sachunterricht in den Klassen 3 bis 6 sollte deshalb stärker als bisher üblich die zum Thema Energie vorhandenen Alltagskenntnisse aufgreifen und auch gezielt weiter ausprägen, ohne daß in diesen Klassen der Anspruch auf eine naturwissenschaftlich exakte Begriffsbildung erhoben wird.

Literatur

Duit, R.: Der Energiebegriff im Physikunterricht. Kiel: IPN 1986.

Kersten, E.: Untersuchungen zur Nutzung von Alltagskenntnissen der Schüler im Physikunterricht der Klassen 7 und 8 für die Aneignung grundlegender Begriffe und Gesetze. Diss. A., APW Berlin

Spreckelsen, K.: Entwurf einer Lehrinheit "Energie", unveröffentlichtes Manuskript

Anmerkung 1: Wir danken den Kollegen der AG Sachunterricht der GDGP für ihre Mitarbeit an dieser Befragung.

4. Überlegungen zum "Energiekonzept" aus der Sicht des Biologieunterrichts

Manfred KURZE, Humboldt-Universität zu Berlin

Alle grundlegenden Lebensfunktionen sind mit Energieumwandlungsprozessen verbunden. Es ist deshalb unbestritten, daß zum modernen Biologieunterricht auch energetische Betrachtungen des biologischen Geschehens gehören. Unterschiedliche Auffassungen bestehen

- darüber, ab wann solche Betrachtungen sinnvoll und für die Schüler erfaßbar sind, an welchen biologischen Sachgegenständen sie erfolgen;
- über die Strategie und Linienführung des Erarbeitens von Vorstellungen und theoretischen Verallgemeinerungen, den geeigneten Zeitpunkt und das Niveau der Einführung des Energiebegriffs im Fach Biologie und seine stufenweise Vertiefung;
- über die diesbezügliche Abstimmung mit den Nachbarfächern Physik und Chemie, die zwar prinzipiell gefordert, aber auch gegenwärtig keineswegs befriedigend realisiert ist.

Diesen Eindruck gewinnt man bei Gesprächen mit Lehrern ebenso wie aus der Analyse von Rahmenplänen und Schulbüchern für den Biologieunterricht in der ehemaligen DDR und verschiedenen alten Bundesländern.

In der Erläuterung zum Biologielehrplan der DDR - Schule heißt es u. a.:

"Der Biologieunterricht soll bis zu Erklärungen der Lebensvorgänge vordringen, das allen Organismen Gemeinsame gründlich erörtern, Wissen über physiologische Sachverhalte und Gesetzmäßigkeiten im Gesamtlehrgang entwickeln. Dazu ist es notwendig, Vorleistungen aus dem Physik und Chemieunterricht für das Verständnis des Stoff- und Energiewechsels geschehens im Organismus und in den Organismus-Umweltbeziehungen zu nutzen." (Horn 1989)

Die übervorsichtige und einseitige Auslegung der Vorleistungsfunktion von Physik und Chemie führte aber dazu, daß im Biologieunterricht der ehemaligen DDR Schulen der Energiebegriff erstmals in Klasse 7 verwendet wurde.

Für den Biologieunterricht in den Ländern der Bundesrepublik Deutschland betonen Skaumal/Staek (1980),

168 Kurze: Überlegungen zum Energiekonzept aus der Sicht des Biologieunterrichts

"die Orientierung auf zentrale strukturierende Leitideen und Inhalte, die das Denken in Sach- und Lernzusammenhängen fördern und eine Koordination, in Teilbereichen sogar Integration der Fächer Biologie, Chemie und Physik notwendig machen."

Der Vorschlag des Vereins Deutscher Biologen für einen neuen Rahmenplan des Schulfaches Biologie fordert deshalb bereits für die Orientierungsstufe (Klasse 5/6) eine erste Einführung in Grundphänomene lebender Systeme, das heißt Kenntnisse aus den Themenbereichen Zelle, Stoffwechsel, Verhalten, Angepaßtheit, auf denen sich in den nachfolgenden Klassen und Stufen sinnvoll aufbauen läßt.

Die in den von uns analysierten Rahmenpläne und Schulbüchern für den Biologieunterricht der Orientierungsstufe enthaltenen "Energiebezüge " lassen sich vor allem drei Themenkomplexen zuordnen, die in der folgenden Übersicht zusammengestellt sind:

Biologische Sachgegenstände Energiebezüge: Aussagen, Begriffe, Anmerkungen dazu

Umweltbeziehungen und Anpassungserscheinungen bei Wirbeltieren
- Körperdeckung, Haut
- Ernährung
- Überwinterung, Vogelzug u.a.

- Körpertemperatur, wechselwarme und gleichwarme Tiere
- Wärme- u. Kälteschutzeinrichtungen (Fell, Gefieder, Fettpolster)
- Nahrungsbedarf u. -beschaffung in Abhängigkeit von Klima, Jahreszeit

Stütz- u. Bewegungsorgane des Menschen

- Muskeln leisten Arbeit
- erforderliche Energie wird durch Nahrung zugeführt
- Umwandlung chemischer Energie der Nährstoffe in Bewegungsenergie
- Nahrungs(Energie)bedarf hängt von Arbeitsintensität ab
- Nahrungsüberschuß wird als Fett gespeichert (Übergewicht)
- bei Muskularbeit entsteht Wärme
- Abkühlung, Körpertemperatur

Ernährung und Verdauung des Menschen

(in einigen Ländern auch Haut des Menschen)

Ernährung und Wachstum der Pflanzen
- Wasser und Nährsalze
- CO₂ und Licht
- Pflanzen als Nahrungsgrundlage für Tiere und Menschen

- Photosynthese wird überwiegend phänomenologisch behandelt
- Sonnenlicht als "Energiequelle"
- Energieumwandlung/Übertragung nur genannt (keine Details, ohne physikalische Begründungen)

Anmerkung: Bezüglich der gewählten Beispiele sowie Umfang, Tiefe und sprachlich terminologischer Darstellung bestehen allerdings erhebliche Unterschiede in den einzelnen Büchern!

Zusammenfassend ergeben sich aus der Sicht des Biologieunterrichts folgende Überlegungen:

- In den unteren Klassen (Orientierungsstufe) müssen noch gezielter aus dem biologischen Lehrstoff solche Sachverhalte ausgewählt werden, an denen sich Bedeutung und Wirken der Energie in Lebensvorgängen beispielhaft und altersgemäß erläutern lassen.
- Das ist so zu gestalten, daß bei den Schülern erste Vorstellungen über allgemeine Merkmale/Kriterien der Energie entstehen.
- Zum Kriterium "Energieformen" sind das v. a. Wärmeenergie, chemische Energie, Bewegungsenergie und Lichtenergie als die für Lebensvorgänge bedeutendsten Formen.
- Zum Kriterium "Transport und Umwandlung von Energie" v. a. biologische Beispiele für Wärmetransport, Umwandlung von chemischer in Bewegungs- und Wärmeenergie, von Licht in chemische Energie.
- Zur Verbalisierung dieser Sachverhalte sollten im Schulbuch bereits physikalische Teilbegriffe und Fachtermini verwendet, im Unterricht daneben auch Alltagsbeziehungen und Umschreibungen akzeptiert werden (eindeutig falsche, irreführende aber zurückweisen und richtigstellen!)
- Vergleiche zwischen biologischen und technischen Objekten/Erscheinungen (z.B. Lebewesen und Maschinen/Motor, Körper und Heizwerk, Nahrung und Benzin/Treibstoff, Blatt und Solaranlagen) sind als Analogien zu kennzeichnen!
- Theoretische Verfrühungen und Überhöhungen sollten vermieden werden, die generalisierende Erarbeitung und Kennzeichnung des Energiebegriffs im Physikunterricht (unter gezielter Nutzung von "Vorleistungen" des Faches Biologie) sollte erfolgen, und zwar spätestens in Klasse 7.
- Auf dieser Grundlage müssen dann im Biologieunterricht der Klassen 7 bis 9/10 und weiter in Sekundarstufe II solche Themen wie biologische Oxydation, Photosynthese, Thermoregulation, Stoff und Energieflüsse in Ökosystemen noch einmal vertiefend behandelt werden.

Literatur:

Horn, F.: Erläuterung des Lehrplanes Biologie. Berlin: Volk und Wissen 1989.

Skaumal, U.; Staack, L.: Die Biologielehrpläne für die Sekundarstufe I. Köln 1980.

Danksagung

Anerkennung und Dank für die Vorbereitung und Durchführung der Tagung 1991 in Berlin möchten wir Herrn Professor Dr. Elard Klewitz und seinen Mitarbeiterinnen wie Mitarbeitern aussprechen.

Die Teilnehmer

Für die Bearbeitung der Manuskripte und Fertigstellung dieses Bandes danken wir Frau Ruth Brix, Frau Ulrike Hennig, Frau Edeltraud Glockner und Frau Barbara Kämper.

Die Herausgeber

TEILNEHMER AN DER TAGUNG

Bäuml-Roßnagl, Prof. Dr. Maria-Anna	U München
Biester, Prof. Wolfgang	U Münster
Brandt, Dieter, Wiss. OR	PZ Berlin
Brechel, Dr. Renate	HU Berlin
Cech, Prof. Dr. Diethard	U Osnabrück, Vechta
Drews, Prof. Dr. Ursula	Berlin
Engelhardt, Prof. Dr. Wolf	U Lüneburg
Feldhaus, Clemens	U Osnabrück
Flemeld, Siegrid, Doz.	Jfl Rostock
Gerecke, Prof. Dr. Rudolf	PH Erfurt
Gustaws, Dr. Gabriele	Jfl Rostock
Hemmer, Prof. Dr. Peter	U Hamburg
Jablko, Dr. Leon	HU Berlin
Kaiser, Elisabeth	U Hildesheim
Köhnlein, Prof. Dr. Walter	U Hildesheim
Kraft, Prof. Dr. Peter	U Bielefeld
Liepe, Prof. Jürgen	FU Berlin
Löffler, Prof. Dr. Gerhard	U Bielefeld
Möller, Prof. Dr. Kornelia	U Bielefeld
Müller, Dr. Angelika	HU Berlin
Niederland, Dr. Bernd	Brandbg. Landinst. Potsdam
Patzig, Werner	PH Dresden
Reuter, Katrin	FU Berlin
Schaub, Prof. Dr. Horst	U Göttingen
Schreier, Prof. Dr. Helmut	U Hamburg
Spreckelsen, Prof. Dr. Kay	GH Kassel
Stahl, Hannelore, Dipl. Päd.	Berlin
Stenzel, Walburga	HU Berlin
Szostak, Prof. Dr. Roland	U Münster
Thenent, Jürgen	U Lüneburg
Theuß, Prof. Dr. Margarete	PH Erfurt
Thiel, Prof. Siegfried	PH Freiburg
Thomann, Walter, Dipl. Päd.	BU, GH Wuppertal
Thomann, Waltraud	Wuppertal
Wiebel, Dr. Klaus, Akad. Rat	PH Freiburg
Wiesenfarth, Prof. Dr. Gerhard	PH Freiburg
Wilke, Prof. Dr. Hans-Joachim	PH Dresden
Wimmel-Steger, Dr. Elke M.	H/RS Rethem
Witt, Dr. Hans	PH Dresden

BERICHTE ZUR DIDAKTIK DES SACHUNTERRICHTS

(in der Reihenfolge ihres Erscheinens)

Köhnlein, W. (Hrsg.): Fächerübergreifender naturwissenschaftlich-technischer Sachunterricht in der Grundschule. Hildesheim 1984.

Spreckelsen, K. (Hrsg.): Schülervorstellungen im Sachunterricht der Grundschule. Kassel 1985.

Löffler, G.; Möhle, V. (Hrsg.): Die Kontinuitätsthese des Lernens im Sachunterricht Naturwissenschaft-Technik. Bielefeld 1986.

Soostmeyer, M. (Hrsg.): Erfahrungerschließung in Sachbegegnungen. Essen 1988.

Thiel, S. (Hrsg.): Uminterpretation von Sachunterrichtsthemen. Freiburg 1989.

Schwedes, H. (Hrsg.): Erziehung zur Sachlichkeit im Sachunterricht der Grundschule. Bremen 1989.

ab 1990

PROBLEME UND PERSPEKTIVEN DES SACHUNTERRICHTS

Lauterbach, R.; Köhnlein, W.; Spreckelsen, K.; Klewitz, E. (Hrsg.): *Wie Kinder erkennen*. Probleme und Perspektiven des Sachunterrichts, Band 1. Kiel: GDCP und IPN 1991

Soweit einzelne Hefte noch vorliegen, können sie gegen eine Schutzgebühr über die jeweiligen Herausgeber oder durch Vermittlung des IPN (Dr. Lauterbach) bezogen werden.

Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften (IPN)
Olshausenstraße 62, D-2300 Kiel

