

Lernen und Lehren auf der Grundlage inhaltlich-logischer Verallgemeinerungen

Wilhelm Walgenbach

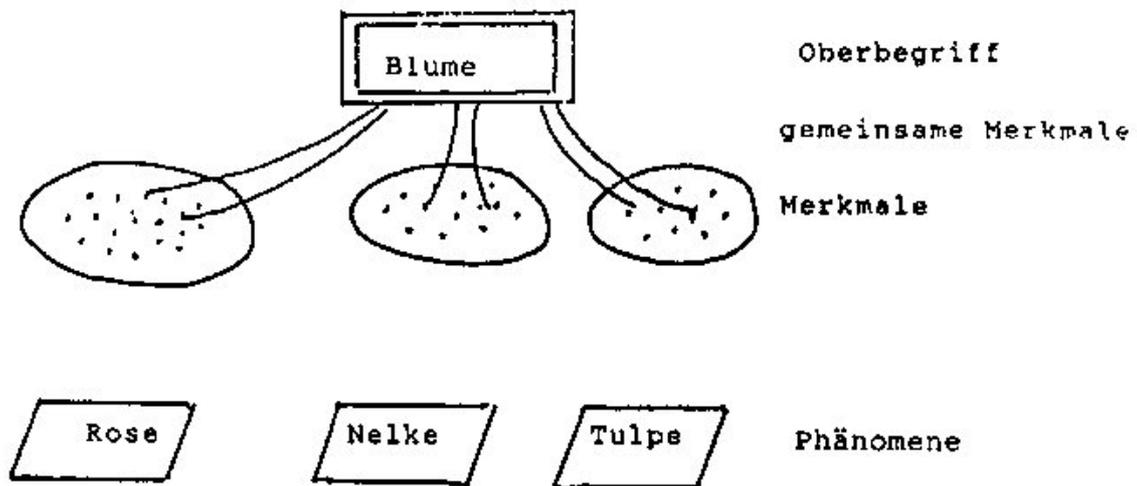
Vorgestellt werden vier Formen von Verallgemeinerungen bei der Wissenserzeugung und in eine entwicklungslogische Reihenfolge gebracht. Als höchstentwickelte Form werden inhaltlich-logische Verallgemeinerungen in Form dialektischer Begriffspaare ausgewiesen, die die unteren Formen in sich „aufbewahren“ und als heuristische Mittel für komplexe, interdisziplinäre Systembildungen genutzt werden können. Ihre pädagogisch-didaktische Leistungsfähigkeit wird am Thema „Systembildungen mit Flüssigem“ vorgestellt. Aufgezeigt wird ein Lehr-Lern-Prozeß, der vom Abstrakten zum Konkreten insofern aufsteigt, als elementare Vorstellungsbilder von Chaos und Ordnung ausdifferenziert und entwickelt werden bis hin zum Chaos-Begriff in dynamisch-evolutionären Systemtheorien.

Für den in der Tradition der deutschen Bildungstheorie stehenden Pädagogen Adolf DIESTERWEG (1791-1866) war die Selbsttätigkeit der Lernenden Ausgangs- und Mittelpunkt pädagogischen Denkens und Handelns: Nicht die Reproduktion fertigen Wissens sollte Ziel des schulischen Lernens sein, sondern die Entwicklung des Selbst, der eigenen Persönlichkeit in und durch Tätigkeit (s. dazu etwa: A. DIESTERWEG 1958, 76 f.). Dieses Ziel ließ sich nicht mit einer dogmatischen Methode erreichen, die Wissensresultate zu vermitteln sucht, sondern nur über eine heuristische Lehrweise, die die Selbsttätigkeit der Lernenden „erregt“ und in ihrer Entwicklung unterstützt (s. dazu: A. DIESTERWEG 1958, 110ff). Für die Entwicklung von Heuristiken (Findungshilfen) wünschte er sich einen „pädagogischen Homöopathen, der uns lehrt, die geistigen Gaben in solcher Dosis zu reichen, daß sie möglichst energisch wirken, daß ein geringes Maß die höchste Wirkung hervorruft“ (A. DIESTERWEG 1958, 177).

Aus der Sicht moderner Wissenschafts- und Erkenntnistheorie formuliert, könnte DIESTERWEGS Problemstellung so heißen: Wie kann Allgemeines durch die Lehrenden so in den Lernprozeß eingegeben werden, daß die Selbsttätigkeit der Lernenden auf dieses Allgemeine hin „erregt“ und gleichzeitig nicht durch dieses Allgemeine erstickt wird?

Als heuristisches Mittel propagierte DIESTERWEG einen Erkenntnisweg, den DAVYDOV als „farnal-induktive Verallgemeinerung“ (s. dazu etwa: V.V. DAVYDOV 1972, 243) bezeichnet: Den Lernenden werden bestimmte Phänomene - wie etwa Rosen, Nelken und Tulpen - zur Anschauung gebracht, sie konstatieren bestimmte Merkmale, sondern sie gemeinsam aus und fassen

sie in dem Oberbegriff „Blume“ zusammen (s. dazu: A. DIESTERWEG 1958, 107f.).



In Unterricht führt das formal-induktive Verfahren dazu, daß Schüler die Merkmale der Phänomene durch sinnlich-konkrete Anschauung selbst finden und durch Vergleich gemeinsame Merkmale aussondern können. Der Lehrende hat aber aus zwei Gründen eine dominierende Position gegenüber den Lernenden: Zum einen gibt er die Gegenstände vor, die erfaßt werden sollen, zum anderen ist ihm im voraus der zu bildende Oberbegriff bekannt. Das führt dazu, daß er in direkter Weise die Beiträge der Schüler sortiert, etwa mit Bemerkungen wie die eines Lehrers, der unerwünschte Beiträge mit den Worten zurückzuweisen pflegte: „Das auch, aber das meine ich jetzt nicht!“

Das formal-induktive Verfahren hat insofern seinen Stellenwert im Gesamtsystem der Erkenntniserzeugung, als es die Bildung von Klassifikationen, Systematiken oder Typologien auf empirischer Basis ermöglicht. Es führt aber leicht zu einer empiristischen Grundhaltung bei der Ausbildung von Wissen über Wissen, da die Gegenstände und die Organisatoren der Systematiken, Klassifikationen und Typologien als quasi aus der Natur der Sache heraus gegeben angesehen werden. Die Determination des Wissens durch das Material tritt damit in den Vordergrund und läßt leicht aus den Blick geraten, daß Wissen immer auch durch das erkennende Subjekt konstruiert wird.

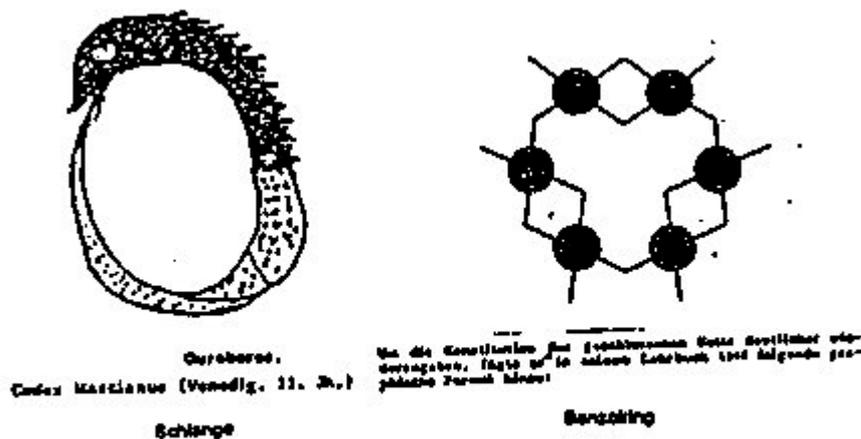
ALBERT EINSTEIN hat die Dimension des Konstruierens von Wissen sehr drastisch durch den Vergleich der Tätigkeit eines Wissenschaftlers mit der eines Detektivs charakterisiert. Dabei stellt er die Gemeinsamkeiten und Unterschiede heraus: Beide müssen nach Spuren und Beweisen suchen, aber im

Gegensatz zum Wissenschaftler weiß der Detektiv im allgemeinen, daß ein Mordfall vorliegt. Demgegenüber muß der Wissenschaftler, „wenn man so sagen darf, sein Verbrechen zumindest teilweise selbst begehen. Dann erst kann er mit der Untersuchung beginnen.“ (A. EINSTEIN, L. INFELD 1968, 54f.).

Formal-induktive Verallgemeinerungen verdecken genau diesen „Verbrechensakt“ der Konstitution von Wissen. MAX WERTHEIMER kritisierte dementprechend an diesem auf Regeln der traditionellen Logik aufbauenden Verfahren:

- Die Konstruktion des Gegenstandes wird nicht untersucht, sondern für selbstverständlich gehalten und vorausgesetzt.
- Gegenstände werden nicht als Ganzheit gesehen, sondern Stücke aus einem Zusammenhang herausgeschnitten.
- Die Abstraktion ist subtraktiv. Gemeinsame Merkmale werden isoliert und konstant gesetzt, sie erscheinen unabhängig von der Natur der nicht-gemeinsamen Merkmale.

(vgl. dazu: M. WERTHEIMER 1965, 239-248).



Wie aber konstituiert man Erkenntnis? Ein bekanntes Beispiel ist die Entdeckung des Benzolringes, die der Chemiker KEKULE 1890 vor der Gesellschaft Deutscher Chemiker wie folgt beschrieb: Milde vor den Kamin seines Studierzimmers sitzend, fällt er in einen Tagtraum. Vor seinen geistigen Auge tanzen die Atome, verwandeln sich in Schlangen, eine dieser Schlangen beißt sich selbst in den Schwanz und bildet so einen Kreis. Das bringt

KEKULE auf die Idee, die empirischen Daten des Benzols ringförmig zu organisieren. Nachdem er dieses „Verbrechen“ begangen hat, verbringt er „den Rest der Nacht um die Konsequenzen der Hypothese auszuarbeiten (A. KEKULE 1890, 1306).

Der auf der Grundlage formal-induktiver Verallgemeinerungen gebildete Oberbegriff ist ein Mittel, um Systeme zu bilden: Systematiken, Klassifikationen und Typologien lassen sich mit ihm erstellen. Die Voraussetzungen für die Konstruktion dieses Mittels aber bleiben weitgehend im Dunkeln, weil die Konstitution der Grundlage formal-induktiver Verallgemeinerungen unaufgeklärt bleibt und sich so eine empiristische Einstellung gegenüber dem Prozeß der Wissenserzeugung einstellt.

KEKULE gebraucht auch ein Mittel für seine Systembildung:

das Bild der sich selbst in den Schwanz beißenden Schlange. Eigentlich ist es ein altes alchemistisches Symbol für die Vereinigung von Gegensätzen (festflüssig, männlich-weiblich usw.) und wird von C.G. JUNG zu den Archetypen gezählt, jenen an der Grenze von Bewußtem und Unbewußtem angesiedelten Bildern, die allgemein sind, weil sie Menschheitserinnerungen an sich aufbewahren, und zugleich individuell, weil sie von einzelnen Menschen in ihrer Auseinandersetzung mit der Wirklichkeit gebraucht werden können (s. dazu ausführlicher: M. MINNSEN, W. WALGENBACH 1985, 63f.).

Symbole sind also Mittel der Wissenskonstitution. Mit ihnen läßt sich die Mannigfaltigkeit von Erfahrung in ein System bringen, das dann - etwa über formal-induktive Verallgemeinerungen - weiterentwickelt werden kann.

Wieweit Menschen Bild und Wirklichkeit gleichsetzen können, zeigt sich bei den Alchemisten, die Symbole in abgebauten Bergwerkstollen anbrachten und erwarteten, daß aus ihnen die Naturstoffe nachwachsen würden. Der surrealistische Maler R. MAGRITTE malte das Bild einer Pfeife und schrieb darunter „Dies ist keine Pfeife“, um auf dieses Problem der Verwechslung von Bild und Wirklichkeit aufmerksam zu machen.

Deutlicher wird der Konstruktionsanteil des Menschen bei der Metapher, versteht man darunter das Zusammenbringen Zweier eigentlich voneinander unabhängiger Wirklichkeitsbereiche, um aus der entstehenden Spannung etwas Drittes, Neues entstehen zu lassen (Beispiel: „Die Nacht ist eine blaue Seidendecke“; s. dazu ausführlicher: B. FICHTNER 1990). Auch die Analogie bringt zwei voneinander getrennte Dinge in Beziehung zueinander, dieses allerdings in schwächerer Form insofern, als sie nicht wie die Metapher sagt „Dies ist das!“, sondern nur „Dieses ist wie das!“.

Symbole, Metaphern und Analogien sind Mittel für die Konstitution von Wissenssystemen. Diesen Vorgang, in dem Material aus der Wirklichkeit zu einer Einheit organisiert wird, nennt FICHTNER in Anschluß an eine von KANT und BAUMGARTEN als Theorie unterer Erkenntnisvernögen verstandene Ästhetik ästhetische Integration (s. dazu: B. FICHTNER 1977).

Diesen Akt aktiver Systembildung hat der Philosoph J. RITTERs am Bild der Besteigung des Mont Ventoux durch den Renaissance-Dichter PETRARCA zu verdeutlichen versucht: Mit seiner Bergbesteigung geht PETRARCA auf Distanz zur Natur, stellt sich ihr - im Gegensatz zu den mit ihr in einer Einheit lebenden Hirten und Bauern - gagenüber und bildet den Begriff Landschaft, um damit der Zersplitterung von Wirklichkeit durch die (analytischen) Wissenschaften ein Gegengewicht entgegenzusetzen (s. dazu: R. RITTER 1963).

Mit den Begriff wie den der Landschaft wird am System konstituiert, ein Innen (das zur Landschaft Gehörige) und Außen (die Umgebung) gesetzt, Unterscheidungen wie Teil und Ganzes, Selbstentwicklung und Entwickeltwerden, Zustand und Prozeß und das Verfolgen und Organisieren ihrer Wechselwirkungen provoziert. Phänomanorientierte Ansätze in der Pädagogik, die sich etwa an GOETHE und ihn verpflichtete Künstler und Naturforscher wie H. KÜKELHAUS (1978), Th. SCHWENK (1988) oder H. JENNY (1972) orientieren, geraten leicht in eine fundamentalistische Haltung, weil sie das konstruktive Element in der intuitiv-ästhetischen Verallgemeinerung verkennen, das spannungsvolle In-Beziehung-setzen von Phänomen und Idee, von Material aus der Wirklichkeit und den ästhetischen Mitteln Symbol, Metapher oder Analogie.

Formal-induktive Verallgemeinerungen, verabsolutiert eingesetzt wie im Falle DIESTERWEGS oder heute noch vor allem von Grundschuldidaktikern, verhindern den Zugang zu intuitiv-ästhetischen Verallgemeinerungen. Die Selbsttätigkeit der Lernenden erfährt damit eine entscheidende Einschränkung, da ihnen der Akt der Wissenskonstitution verborgen bleibt. Es wird ihnen eine empiristische Haltung zum Wissen vermittelt. Sie können keine theoretische Einstellung zur Wirklichkeit gewinnen, weil ihnen die Spannung zwischen dem Bildhaften des Symbols, der Metapher oder Analogie einerseits und der Wirklichkeit andererseits verborgen bleibt.

DAVYDOV kritisiert daher die Verabsolutierung formal-induktiver Verallgemeinerungen auch von einer anderen Seite, nämlich von der Theorie her. Er betont, daß eine andere Konzeption notwendig ist, wenn man Schüler befähigen will, Wirklichkeit unter theoretischem Aspekt zu erfassen: „Dazu bedarf es einer anderen Konzeption, die es uns ermöglicht, die Spezifik der Herausbildung theoretischer Begriffe und die Verfahren ihrer Anwendung zu erschließen, besonders die Spezifik des Verhältnisses zwischen dem Abstrakten und dem Konkreten im System theoretischer Kenntnisse“ (V.V. DAVYDOV 1972, 245).

Steht man nicht wie DAVYDOV in der Tradition der dialektischen Logik, so denkt man bei theoretischen Begriffen an die theoretischen Konstrukte der Fachwissenschaften, wie etwa Kraft, Masse, Energie oder Feld in der Physik. Wohl das wesentlichste Problem der Naturwissenschaftsdidaktik ist, Beziehungen herzustellen zwischen solchen theoretischen Konstrukten und

dem Alltagsdenken der Schüler (s. dazu etwa: R. DUIT, H. PFUNDT 1985). Empirische Untersuchungen zum naturwissenschaftlichen Unterricht zeigen, daß dieses Problem weitgehend ungelöst bleibt: Physik etwa wird auch in Leistungskursen der gymnasialen Oberstufe - grob gesagt - kaum oder gar nicht verstanden (s. dazu etwa: H. SCHECKER 1985). Aus der Sicht der hier verfolgten These, daß Wissen nur dann verstanden und organisiert werden kann, wenn der Akt der Wissenskstitution Ausgangs- und Mittelpunkt des Lernens und Lehrens ist, können dafür folgende Gründe angegeben werden:

1. Auch für wissenschaftliche Systembildungen sind bildhafte Mittel konstitutiv. So sagt etwa EINSTEIN: „Mein Denken baut auf mehr oder weniger klaren Bildern auf, die bald sichtbar, bald spürbar sind“ (s. EINSTEIN zitiert nach F.H. QISKE u.a., 1973, 61). Naturwissenschaftler aber teilen diese Bilder nur ungern mit, sie behandeln sie - wie es der Physikdidaktiker H. HÄRTEL einmal drastisch ausdrückte - wie Huren, die man gebraucht, über die man aber nicht spricht. Bei wissenschaftlichen Begriffen handelt es sich oft um „abgesunkene Metaphern“ (H.H. STEINER 1988), deren bildhafter Ursprung nicht mehr erkennbar ist.

2. Die Verbindung atomistischen Denkens mit dem Formalismus der Differentialgleichungen ermöglichte zwar eine Berechnung und eine darauf aufbauende technische Beherrschung von Wirklichkeit, führte aber zu zunehmender Unanschaulichkeit: „Ein Teil der Metaphorik fehlt. Wenn man danach fragt, was die Gleichungen wirklich bedeuten und was dieser Theorie nach die Beschreibung der Welt ist, so ist es keine Beschreibung, die unserer intuitiven Erfassung der Welt entspricht“ (M. FEIGENBAUM, zitiert nach J. GLEICK 1990, 266).

3. Da Schülern die mit dem Gebrauch bildhafter Mittel verbundene theoretische Einstellung zur Wirklichkeit (ein Bild ist immer zugleich Abbild gegebener und Werkzeug für die Gestaltung möglicher Wirklichkeit) nicht vermittelt wird, finden sie auch keinen Anschluß an die von Wissenschaft konstituierte theoretische Ebene, die zugleich - wie M. WERTHEIMER (1965, 185 ff.) sehr schön an GALILEI'S Entdeckung der Fallgesetze beschrieben hat - auf die Erfassung gegebener Wirklichkeit und Konstruktion von Möglichkeit ausgerichtet ist.

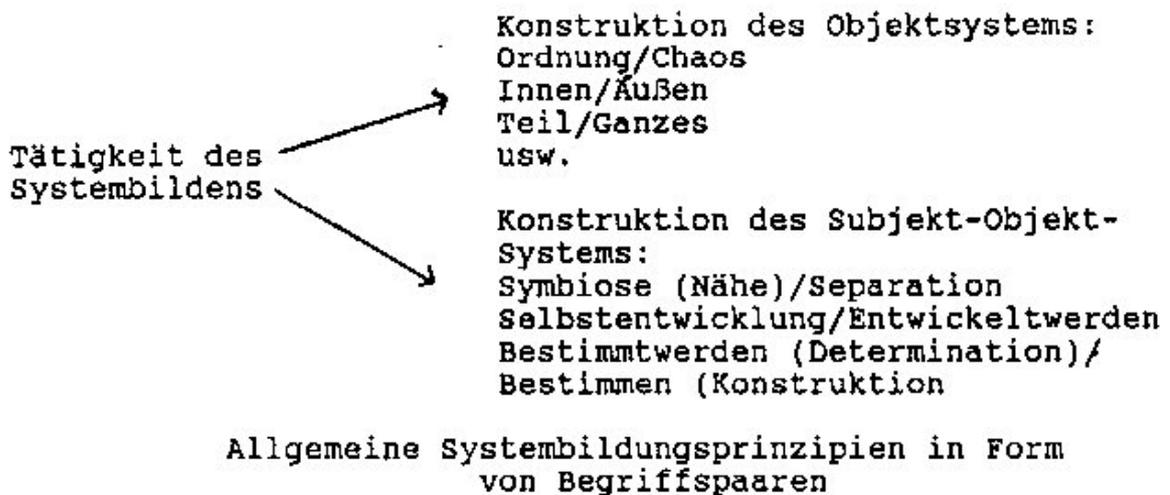
Die Fülle und Heterogenität der in den Fachwissenschaften ausgebildeten theoretischen Begriffe führte vor allen in der Curriculumsdiskussion der 50er und 60er Jahre zur Suche nach Vernetzungs- und Integrationsmöglichkeiten etwa über „big concepts“, „big ideas“ oder „red treatments“ wie dem Wechselwirkungskonzept, dem Energiekonzept oder dem Teilchenkonzept (s. dazu etwa: L. LYBECK 1973).

Solchen Integrationskonzepten kann auch das interdisziplinäre Konstrukt „System“ zugeordnet werden, das einerseits analytisch mit Begriffen wie

Element, Relation, Struktur und Gesamtzusammenhang ausdifferenziert werden kann. Andererseits ergibt sich eine sehr konstruktive Ausrichtung, wenn man in modernen dynamischen Systemtheorien mit Begriffen wie etwa Teil/Ganzes, Ordnung/Chaos, Selbstentwicklung/Entwickeltwerden operiert (s. dazu etwa: E. JANTSCH 1979). Systeme werden hier nicht mehr statisch festgeschrieben, sondern in der Entwicklung ihrer komplementären Verhältnisse zu erfassen versucht.

Grundsätzlich erkennbar wird aber auch, daß Systeme nicht einfach von Natur aus gegeben sind, sondern in einem mehr oder weniger großen Maße mit allgemeinen Systembildungsprinzipien erfunden werden: Sie stellen eine komplementäre Einheit dar von Determination (durch des Material) und Konstruktion (durch den Systembildner). Die „Tätigkeit des Systembildens“ aber ist das „Muster, das verbindet“ (G. BATESON 1983).

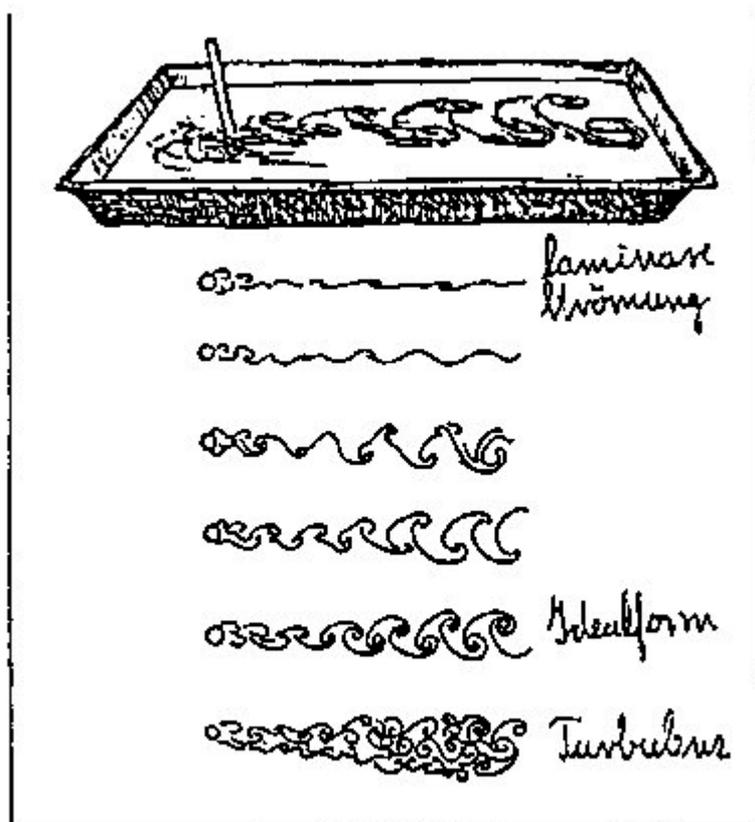
Allgemeine Systembildungsprinzipien können zwei Dimensionen zugeordnet werden: der Dimension der Konstruktion des Objektsystems einerseits und der Dimension der Konstruktion des Subjekt-Objekt-Systems andererseits:



Solche Begriffspaare können von einer dualistischen über eine komplementäre in eine dialektische Form überführt werden (s. dazu: J.R. BLOCH 1990). Im Gegensatz zu disziplinären theoretischen Konstrukten, die als formallogische Verallgemeinerungen bezeichnet werden können, weil sie formal sind (sie erfassen nur disziplinäre (Teil-)Aspekte und logisch (sie werden auf theoretischer Grundlage gebildet), sind dialektische Begriffspaare inhaltlich-logische Verallgemeinerungen: Mit ihnen wird die zentrale Kategorie „Tätigkeit“, die ein interdisziplinäres Konstrukt mit ganzheitlicher Ausrichtung darstellt und den formalen Charakter disziplinärer Begriffe übersteigt, inhaltlich bestimmbar (s. dazu ausführlicher: W. WALGENBACH 1979, 143ff.).

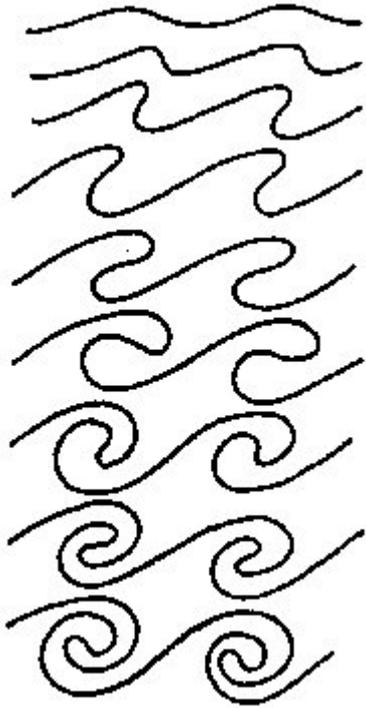
Inhaltlich-logische Verallgemeinerungen können als die „homöopathischen Mittel“ angesehen werden, nach denen DIESTERWEG suchte, um die Selbsttätigkeit von Lernenden durch Verallgemeinerungen zu „erregen“ und gleichzeitig nicht durch zu starke Dosierung zu ersticken. Um einen Eindruck von ihrer pädagogisch-didaktischen Leistungsfähigkeit zu vermitteln, soll im folgenden ein möglicher Lernprozeß auf der Grundlage solcher inhaltlich-logischer Verallgemeinerungen skizziert werden (s. dazu ausführlicher: W. WALGENBACH 1990 und 1991).

1. In einer Wasserwanne erzeugene Lernende durch Hindurchziehen eines Stabes eine Wirbelstraße, die durch das Auftröpfeln von Ölfarba sichtbar gemacht werden kann. Elementare Bilder von Ordnung und Chaos sowie von Bestimmen und Bestimmtwerden tauchen in ihnen auf und bilden die Grundlage für die Konstitution allgemeiner Systembildungsprinzipien.

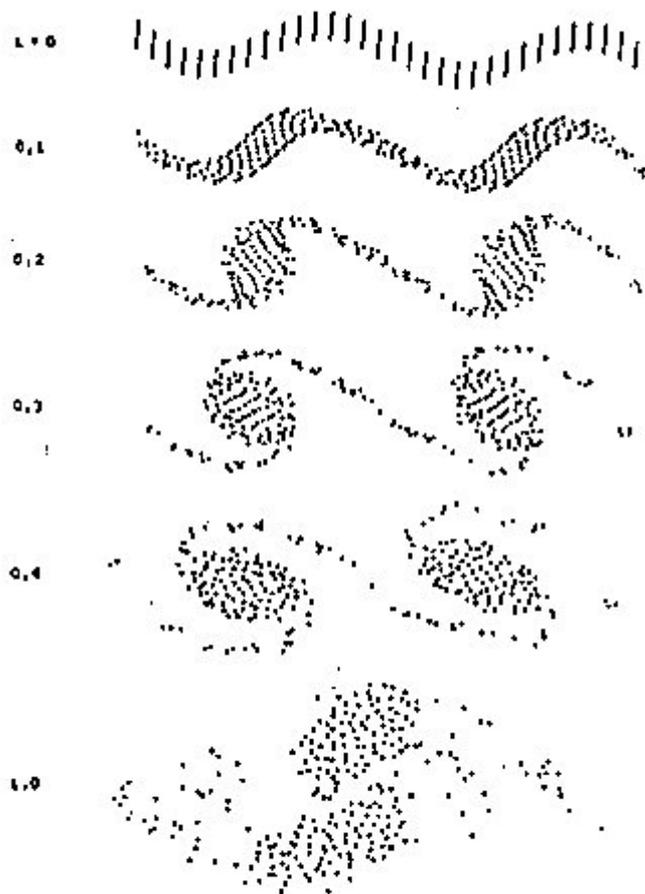


2. In künstlerischen Gestaltungsversuchen gehen die Lernenden dem Wechselspiel von Ordnung/Chaos sowie Bestimmen/Bestimmtwerden nach, indem sie etwa in Formenzeichen den Übergang einer Linie von Ordnung ins

Chaos erleben und gestalten.

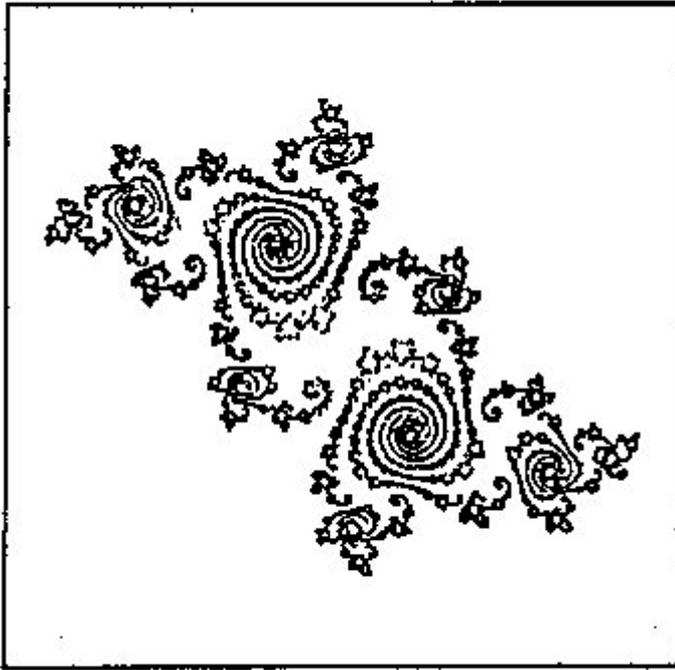


3. In naturwissenschaftlichen Experimenten operieren sie mit der Reynoldszahl, erfahren die Bandbreite zwischen der Ordnung laminarer Strömungen über die komplexe Gestalt einer unter bestimmten Bedingungen immer wieder reproduzierbaren Kármán'schen Wirbelstraße bis hin zum Übergang ins Chaos bei der Turbulenz. Die Teilchenvorstellung der Physiker ist dabei ein wichtiges Mittel, um den Bildungsgesetzen flüssiger Systeme auf die Spur zu kommen.



Aufrollen eines Wirbelbandes, das aus 136 gleichgerichteten und gleichstarken PunktWirbeln besteht (Computerbild von W. Grabovaki, David Taylor Naval Ship Research and Development Center)

4. Repräsentieren Punkte bei den Strömungswissenschaftlern Flüssigkeitsteilchen, so bedeuten auf der Grundlage fraktaler Bildungsgesetze mit dem Computer generierte immaterielle Punktmengen erst einmal nichts außer sich selbst. Sie können aber bedeutsam gemacht werden: Das sieht ja aus wie Verwirbelungen und Turbulenzen in Flüssigem!



5. Fiktive Flüssigkeitsswelten als Möglichkeitswelten lassen sich mit Computern erzeugen und nutzen als Orientierungen für den Entwurf konkreter Utopien für Landschaften mit Fließgewässern. Das Operieren mit allgemeinen Systembildungsprinzipien, das seinen Ausgang nahm von intuitiv-ästhetischer Systembildung, findet hier nach dem Durchgang durch verschiedene Disziplinen einen Endpunkt in den Entwurf von Ideen zur Gestaltung gesellschaftlicher Wirklichkeit.



Herbert DREISEITL **Konkrete Utopien.**

Literatur

- BATESON, G. (1983): Geist und Natur - Eine notwendige Einheit. Frankfurt/M.
- BLOCH, J.R. (1990): Autopoiese und Selbstorganisation. IPH-Polykop. Kiel.
- DAVYDOV, V.V. (1972): Über das Verhältnis zwischen den abstrakten und konkreten Kenntnissen im Unterricht. In: Lompscher, J. (Hrsg.): Probleme der Ausbildung geistiger Handlungem. Berlin. (S. 241-260).
- DIESTERWEG, F.A.W. (1958): Wegweiser zur Bildung für deutsche Lehrer. Paderborn.
- DUIT, R. & PFUNDT, H. (1985): Alltagsvorstellungen und naturwissenschaftlicher Unterricht - Bibliographie. Kiel. IPN.
- EINSTEIN, A. & INFELD, L. (1968): Die Evolution der Physik. Hamburg.
- FICHTNER, B. (1977): Ästhetik und Didaktik - Baumgartens „Ästhetica“ und Kants „Kritik der Urteils kraft“ als Paradigmen der Erfahrung und ihre didaktische Relevanz. In: Pädagogische Rundschau 1977, 7, 603-625.
- FICHTNER, B. (1990): Tätigkeit und Metapher - Vortrag auf dem II. Kongreß zur Tätigkeitstheorie in Lahti (Finnland). Polykop. Uni/GHS Siegen.
- JANTSCH, E. (1979): Die Selbstorganisation des Universums -Vom Urknall zum menschlichen Geist. München.
- JENNY, H. (1972): Kymatik I und II. Basel.

- KEKULÉ, A. (1890): Rede anlässlich der Feier der Deutschen Chemischen Gesellschaft zu Ehren August Kekulés. In: Bericht der Deutschen Chemischen Gesellschaft 1890/23, 1306.
- KÜKELHAUS, H. (1978): Fassen – Fühlen – Bilden - Organerfahrungen im Umgang mit Phänomen. Köln.
- LYBECK, L. (1973): Konzepte zum fächerübergreifenden naturwissenschaftlichen Unterricht. Kiel. IPN.
- MINNSEN, M. & WALGENBACH, W. (1985): Naturstoffe, Kunststoffe und das Makromolekülkonzept. Bad Salzdetfurth.
- RITTER, J. (1963): Landschaft – Zur Funktion des Ästhetischen in der modernen Gesellschaft. Münster.
- SCHECKER, H. (1985): Das Schülerverständnis zur Mechanik. Dissertation. Bremen.
- SCHWENK, T. (1988): Das sensible Chaos. Stuttgart.
- STEINER, H.G. (1988): Über Mataphern, Modelle und Mathematik. In: Bender, P. (Hrsg.): Mathematikdidaktik - Theorie und Praxis. Festschrift für Heinrich Winter. Berlin. 190-201.
- WERTHEIMER, M. (1964): Produktives Denken. Frankfurt/M.