

## Überlegungen zu einem unterrichtstechnologischen Experiment über die Wirkung von Problemstellungen zu Beginn des Unterrichts

von Harald RIEDEL, Berlin (D)

aus dem Institut für Unterricht im allgemeinbildenden Bereich der Technischen Universität Berlin

### 1. Anlaß

Eine Reihe experimenteller Untersuchungen über den Schwierigkeitsgrad von Internoperationen hatte ergeben, daß „Auswerten“ eine leichtere Internoperation ist als „konvergentes Denken“ (Riedel 1985a, b. Breyer u.a. 1986a, b). Die Befunde ermutigten uns, Voruntersuchungen für ein technologisches Experiment durchzuführen, durch das die Wirksamkeit verschiedener Folgen von Internoperationen in übliche Unterrichtsprozessen überprüft werden sollte. Aufgrund einer alten Forderung der Systemtheoretischen Didaktik, wonach bestimmte Lernprozesse durch geeignete Problemstellungen eröffnet werden sollen, wurden u. a. auch solche Versuchsgruppen gebildet, deren Unterricht einerseits durch eine Problemstellung, andererseits durch gewöhnliche Zielangaben eingeleitet wurde. Dabei erzielte die Gruppe „Problem“ (einer 4. Klasse) signifikant bessere Ergebnisse als die Gruppe „Zielangabe“ ( $p < 0,005$ ). Dieses für unterrichtstechnologische Untersuchungen ungewöhnlich eindeutige Ergebnis veranlaßte uns, die Wirkung von Problemstellungen gegenüber Zielangaben zu Beginn des Unterrichts in einer gesonderten Untersuchung zu überprüfen.

### 2. Zur Theorie

Spätestens seit Anfang der sechziger Jahre scheint es aufgrund der Publikation von Hans Aebli's „Psychologische Didaktik“ (1962) im deutschsprachigen Raum unumstritten, daß Problemstellungen zu Beginn des Unterrichts einen positiven Einfluß auf die Fähigkeit der Schüler ausüben, „aktiv“ und „produktiv“ zu lernen.

Folgende Vorteile von Problemstellungen im Unterricht werden in der Literatur behauptet (vgl. H. Aebli 1966, S. 95 ff, H. Aebli 1985, S. 278 f und E. König/H. Riedel 1975, S. 175 ff):

- Die an üblichen Unterrichtsstoffen meist uninteressierten Schüler werden durch die Problemstellung kognitiv motiviert.
- Die Schüler müssen nicht erst neue Begriffe oder Zeichen lernen, bevor sie die Bedeutung der Begriffe operational erfassen.
- Schüler mit geringerem Begriffsrepertoire werden nicht benachteiligt.
- Die Lernvorgänge werden vorwiegend durch Operationsobjekte und weniger durch die Person des Lehrers initiiert.
- Unerwünschte „Abschweifungen“ und notwendige Neuinitiiierungen sowie die damit verbundenen Begleitprozesse entfallen

Im Zuge der Problemstellung folgenden Problemlösung

- können Ansätze wissenschaftlicher Denk- und Fragehaltungen entwickelt werden,
- können spezielle Verfahren, Methoden und Heuristiken gelernt werden,
- wird die Übertragbarkeit und Anwendbarkeit des Unterrichtsstoffes erleichtert.

So beschäftigen sich neuere empirische Arbeiten aus Aebli's Schule mit der Fähigkeit und Bereitschaft von Schülern, Problemlösungs-Strategien systematisch zu erwerben und mit der Möglichkeit, die Beobachtungsfähigkeit von Lehrern hinsichtlich der Problemlöseprozesse bei Schülern zu verbessern (H. Aebli/U. Ruthemann 1986 und E. Beck u.a. 1986). Ob aber die Problemstellung zu Beginn des Unterrichtsprozesses an sich und unabhängig von bestimmten Lehrstrategien die angedeuteten positiven Wirkungen besitzt, darüber gibt es unseres Wissens keine experimentelle Untersuchung. Wer mit dem üblichen Unterricht in deutschen Schulen vertraut ist, weiß jedoch, daß der überwiegende Teil der Unterrichtseinheiten nicht mit Problemstellungen eröffnet wird, sondern (unter dem Einfluß der Vorstellungen von R.F. Mager (1965) zum Programmierten Unterricht) bestenfalls mit exakten Zielangaben.

Drei Gründe dürften hierfür hauptsächlich verantwortlich sein:

- a) Das Erdenken geeigneter Problemstellungen verlangt vom Lehrer besonders kreative und teilweise zeitaufwendige Planungs- und Vorbereitungsarbeiten. Überdies zeigt unsere langjährige Erfahrung in der Lehrerbildung, daß die Heranbildung entsprechender Fähigkeiten bei Lehrerstudenten relativ aufwendig ist und auch in viel zu geringem Maße betrieben wird.
- b) Es wird allgemein angenommen, daß die Problemstellung und die folgende Phase der Problemlöseversuche die Unterrichtszeit (angesichts des Stoffdrucks im Schulalltag) unzumutbar verlängern. Möglicherweise wird auch die Fähigkeit der Schüler unterschätzt, Probleme lösen zu können.
- c) Aus strukturellen Gründen lassen sich längst nicht für alle Unterrichtseinheiten geeignete Problemstellungen erzeugen. Sie sind einerseits auf solche Unterrichtseinheiten beschränkt, deren Unterrichtsobjekt eine Information

oder aber eine Intern-Technik (mit relativ hohem Anteil an Informationsverarbeitung) darstellt. Andere Techniken sowie Einstellungen oder Verhaltensweisen lassen sich nicht durch Problemstellungen initiieren. Andererseits lassen sie sich nur für solche Unterrichtseinheiten herstellen, bei denen es um den erstmaligen Erwerb, nicht aber um Speicherung oder Vervollkommnung geht. Hieraus wird erklärlich, warum beispielsweise im Muttersprachenunterricht oder auch im Mathematikunterricht, wo es sehr häufig um Speicherung von Informationen bzw. Techniken geht, viele Unterrichtseinheiten nicht durch Problemstellungen eröffnet werden können. Hinzu kommt, daß Problemstellungen relativ leicht für Unterrichtsobjekte als Systeme, schwieriger dagegen für Klassen und kaum für Elemente herzustellen sind.

Die drei genannten Gründe scheinen uns eine Untersuchung zu rechtfertigen, mit der zunächst folgende Hauptfragen beantwortet werden sollen:

- a) Begünstigt die Problemstellung die Fähigkeit zum produktiven Denken? Falls ja, bei Schülern welchen Anfangszustands?
- b) Wird die Gesamtunterrichtszeit durch die Problemstellung gegenüber der reinen Zielangabe verlängert?

### 3. Zur Definition des Begriffs „Problemstellung“

Durch Übernahme des angelsächsischen Sprachgebrauchs wird in der Umgangssprache wie leider auch in der pädagogisch-didaktischen Literatur nicht sauber zwischen „Aufgabenstellung“ einerseits und „Problemstellung“ andererseits unterschieden. Für didaktische Zwecke jedoch ist diese Unterscheidung von großer Bedeutung: „Ein Problem liegt dann vor, wenn eine Person ein Ziel erreichen will, ihr jedoch nicht jene Informationen und/oder Techniken bewußt sind, die zur Erreichung des Zieles notwendig sind. Die Person sieht sich einem Hindernis, einer Barriere, einer Schwierigkeit gegenüber, für deren Überwindung die *zur Zeit verfügbaren* Informationen und/oder Techniken nicht ausreichen.“ (König/Riedel 1979, S. 176)

Gegenüber der „Aufgabe“ ist das Schwierigkeitsniveau allein kein Unterscheidungsmerkmal. Aufgaben können ebenfalls sehr schwierig sein, z.B. weil sehr viele Informationen verarbeitet werden müssen, doch kennt die Person den zur Bewältigung der Aufgabe notwendigen Lösungsalgorithmus. Zur Unterscheidung eines *Problems* von einer Aufgabe sind die folgenden Merkmale wesentlich:

- Dem Lernenden fehlen Teil-Informationen, ohne die er den Lösungsweg nicht entwickeln kann.
- Dem Lernenden fehlen Teil-Techniken, ohne die er den Lösungsweg nicht ausführen kann.
- Der Lernende verfügt zwar über alle notwendigen Informationen und Techniken, ihm ist aber zur Zeit der Zusammenhang gerade dieser Informationen und Techniken zum Lösungsweg nicht bewußt.

Hierbei ist noch mindestens zwischen folgenden Situationen zu unterscheiden:

- Das Problem wird unmittelbar nach einer Instruktionsphase (über die benötigten Informationen und Techniken) gestellt.
- Zwischen Instruktionsphase und Problemsituation liegen Zeiträume von Stunden bis Tagen, innerhalb derer sich der Lernende mit völlig anderen Inhalten beschäftigt hat.
- Die Problemsituation stellt sich unabhängig vom Unterrichtsgeschehen in einer „Alltagssituation“.
- Der Lernende verfügt über alle notwendigen Teil-Informationen und Teil-Techniken, ihm ist auch bewußt, daß sie zur Lösung notwendig sind, er verfügt aber nicht über jene operativen Fähigkeiten, um den Lösungsweg auf den genannten Grundlagen selbständig aufbauen zu können. (Da sich ein Problem bereits zu einer Aufgabe reduziert, sofern dem Lernenden der Lösungsweg bekannt ist und „nur noch“ konvergent denkend angewendet werden muß, wird der operative Mangel vorrangig die Internoperationen divergentes Denken und originales Denken betreffen, vgl. dazu H. Riedel 1985a, S. 101)

Wie für Aufgaben gilt auch für Probleme, daß sie für den Lernenden einen unterschiedlichen Schwierigkeitsgrad aufweisen können. Von inhaltlichen Aspekten abgesehen, erhöht sich die Schwierigkeit eines Problems in der Reihenfolge der o.g. Merkmale. Weitere Stufungen des Schwierigkeitsgrades ergeben sich aus der Tatsache, daß für manche Probleme nicht nur ein Merkmal, sondern mehrere zutreffen.\*<sup>1</sup> Für didaktische Zwecke, insbesondere für die systematische Förderung der Fähigkeit von Schülern, Probleme zu lösen, ist die angedeutete Unterscheidung der Schwierigkeitsgrade von Problemen sehr wichtig.

Aus den genannten Merkmalen ergibt sich auch die Definition einer *Problemstellung*:

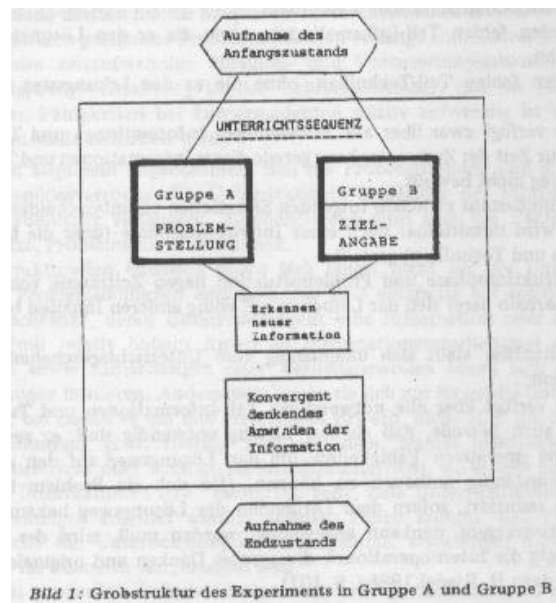
Eine „Problemstellung“ im didaktischen Sinn ist ein Operationsobjekt, das (bei gegebenem Anfangszustand) geeignet ist, den Lernenden in eine Situation zu versetzen, die eines oder mehrere der oben genannten Merkmale aufweist.

### 4. Hypothesen

Es soll die Wirksamkeit von Unterricht in zwei Versuchsgruppen überprüft werden. Der Unterricht beginnt in Gruppe A mit einer Problemstellung, in Gruppe B mit einer üblichen Zielangabe. Hinsichtlich aller anderen Variablen ist der

<sup>1</sup> Ein Modell zur Differenzierung von Aufgaben und Problemen wird z. Z. von der Forschungsgruppe „Systemtheoretische Didaktik“ in unserem Institut entwickelt. Die Notwendigkeit eines solchen Modells für didaktische Zwecke ergibt sich m. E. aus der Tatsache, daß die von Aebli vorgenommene Unterscheidung in „Gestaltungsprobleme“ und „Interpolationsprobleme“ zu ungenau ist, um didaktische Konsequenzen daraus ziehen zu können. Im Rahmen der Klassifikation von „Barrietertypen“ in Problemen nach D. Dörner (1979, S. II ff) ist das Modell als Differenzierung der bislang nur dichotomen Unterscheidung der „Bekanntheit der Mittel“ innerhalb der Kategorie „Interpolationsprobleme“ anzusehen.

Unterricht in beiden Gruppen gleich (vgl. Bild 1). Ziel ist in beiden Gruppen, daß die Lernenden die zuvor erkannten Informationen (über „Abschirmung der Magnetkraft“) konvergent denkend anwenden. (Zur Definition von Intern-Operationen s. Riedel 1985a, S. 99ff. Zum Inhalt und zur Struktur des Unterrichtsobjekts vgl. Bild 2.)



In der Annahme, daß die unter Punkt 2 beschriebenen Vorzüge von Problemstellungen zutreffen, kann erwartet werden, daß die Unterrichtserfolge in Gruppe A, und zwar unabhängig vom Anfangszustand, besser als in Gruppe B sind. Insbesondere aber führen die beiden folgenden theoretischen Vorstellungen zu dieser Erwartung:

- Die Problemstellung zu Beginn des Unterrichts steuert die Aufmerksamkeit der Lernenden in konkreter und leicht faßbarer Form in Richtung auf das Unterrichtsziel. Daher können die Lernenden in der Erkennensphase Elemente des Operationsobjekts bereits unter jenen Aspekten wahrnehmen, die für die zu erkennenden später konvergent denkend anzuwendenden Relationen wichtig sind.
- Die Situation, in der zu Ende des Unterrichts die Informationen konvergent denkend angewendet werden sollen, ist im Gegensatz zu Gruppe B durch die Problemstellung bereits bekannt. Außerdem müßte den Lernenden der Zusammenhang der gerade erkannten Informationen mit dem Lösungsweg bewußt sein. Dadurch wird der notwendige Suchraum der Denkhandlungen eingeengt. Die Lösung ist also durch eher konvergentes als divergentes Denken möglich. Diesen Vorteil besitzen die Lernenden der Gruppe B nicht. Unter Umständen müssen sie den Lösungsweg am Ende des Unterrichts erst durch divergentes Denken entwickeln. Aus diesen Überlegungen ergeben sich die beiden folgenden Hypothesen:

*Hypothese H 1:* Nach einer Erkennensphase können *mehr* Schüler (unabhängig von ihrem Anfangszustand) soeben erkannte Informationen konvergent denkend anwenden, wenn der Erkennensphase eine Problemstellung anstatt einer einfachen Zielangabe vorangeht.

*Hypothese H 2:* Nach einer Erkennensphase können Schüler (unabhängig von ihrem Anfangszustand) soeben erkannte Informationen *sicherer* konvergent denkend anwenden, wenn der Erkennensphase eine Problemstellung anstatt einer einfachen Zielangabe vorangeht.

Wie schon erwähnt, stützen sich die beiden *technologischen* Hypothesen H1 und H2 auf *theoretische Annahmen*. Nun sind die unter Punkt 2 genannten Vorteile von Problemstellungen zwar sehr plausibel, und Beobachtungen praktischer Unterrichtssituationen scheinen jene Behauptungen zu untermauern. Doch liegen unseres Wissens keine experimentellen Untersuchungen vor, in denen versucht wurde, die theoretischen Annahmen zu falsifizieren.

Dementsprechend muß bei der Planung dieser (technologischen) Untersuchung auch bedacht werden, daß die Hypothesen H1 und H2 sich möglicherweise nicht verifizieren lassen. Dies vorausgesetzt, könnte man von der Annahme ausgehen, daß sich die Vorteile der Problemstellung nicht bei allen Lernenden, sondern nur bei jenen mit höherem Anfangszustand positiv auswirken. Bei zu geringem Anfangszustand könnte die möglicherweise zu informations- und operationsträchtige Problemstellung eher dazu führen, daß die Schüler

- nicht motiviert, sondern eher entmutigt werden
- nicht in der Lage sind, jene Merkmale des Operationsobjekts zu erkennen, die das Unterrichtsziel repräsentieren.

Damit aber würden die für die Hypothesen H1 und H2 genannten Voraussetzungen entfallen. Entsprechend lassen sich die beiden folgenden Hypothesen aufstellen:

*Hypothese H 3:* Nach einer Erkennensphase können *mehr* Schüler mit *hohem* Anfangszustand soeben erkannte Informationen konvergent denkend anwenden, wenn der Erkennensphase eine Problemstellung anstatt einer einfachen Zielangabe vorangeht.

*Hypothese H 4:* Nach einer Erkennensphase können Schüler mit *hohem* Anfangszustand soeben erkannte Informationen *sicherer* konvergent denkend anwenden, wenn der Erkennensphase eine Problemstellung anstatt einer einfachen Zielangabe vorangeht.

In Punkt 2b wurde die Tatsache, daß im täglichen Unterricht Problemstellungen nur sehr selten realisiert werden, auch damit begründet, daß Lehrer davon ausgehen, Unterricht mit Problemstellungen koste zuviel Unterrichtszeit. Unabhängig von der Frage, ob diese Mehr-Zeit nicht durch die erwartete, höhere Operationsfähigkeit der Schüler wettgemacht würde, soll daher überprüft werden, ob sich die Annahme der Lehrer bestätigt. Dies kann nur unter der Einschränkung geschehen, daß sich Befunde des geplanten Laborversuchs nicht ohne weiteres auf die tägliche Unterrichtspraxis übertragen lassen.

Bei Schülern mit geringerem Anfangszustand ist durchaus zu erwarten, daß die Problemstellung zusätzliche Unterrichtszeit kostet. Für Lernende mit höherem Anfangszustand dagegen könnte davon ausgegangen werden, daß jene Zeit, die die Schüler der Gruppe A in der Phase der Problemstellung verbrauchen, ausgeglichen wird,

- da Schüler der Gruppe A in der Anwendungsphase durch zielbewußtes, (nur) konvergentes Denken Erfolg haben können, weil der Zusammenhang der soeben erkannten Informationen mit der Problemlösung sogleich bewußt ist,
- und Schüler der Gruppe B dieselbe Zeit in der Lösungs- und Anwendungsphase verbrauchen werden, da sie gegebenenfalls die notwendigen Zusammenhänge erst durch divergentes Denken herstellen müssen.

Schon bei Experimenten, die zur Überprüfung theoretischer Fragestellungen entworfen werden, treten Schwierigkeiten auf, nicht nur die objektbezogenen, sondern auch die operationalen Komponenten des Anfangszustands zu bestimmen. Diese Schwierigkeiten vergrößern sich bei unterrichtstechnologischen Experimenten. Daher haben wir zwei Hypothesen formuliert, die aus den o.g. Vorstellungen resultieren. H5 stützt sich auf den Versuch, beide Komponenten des Anfangszustands (Unterrichtsobjekt und Operationsfähigkeit) zu erfassen. H6 geht von der sehr pragmatischen Annahme aus, daß als Schüler mit „höherem Anfangszustand“ jene anzusehen sind, die das Unterrichtsziel uneingeschränkt erreichen, als Schüler mit „geringerem Anfangszustand“ jene, die das Unterrichtsziel nur mit zusätzlichen Hilfen erreichen.

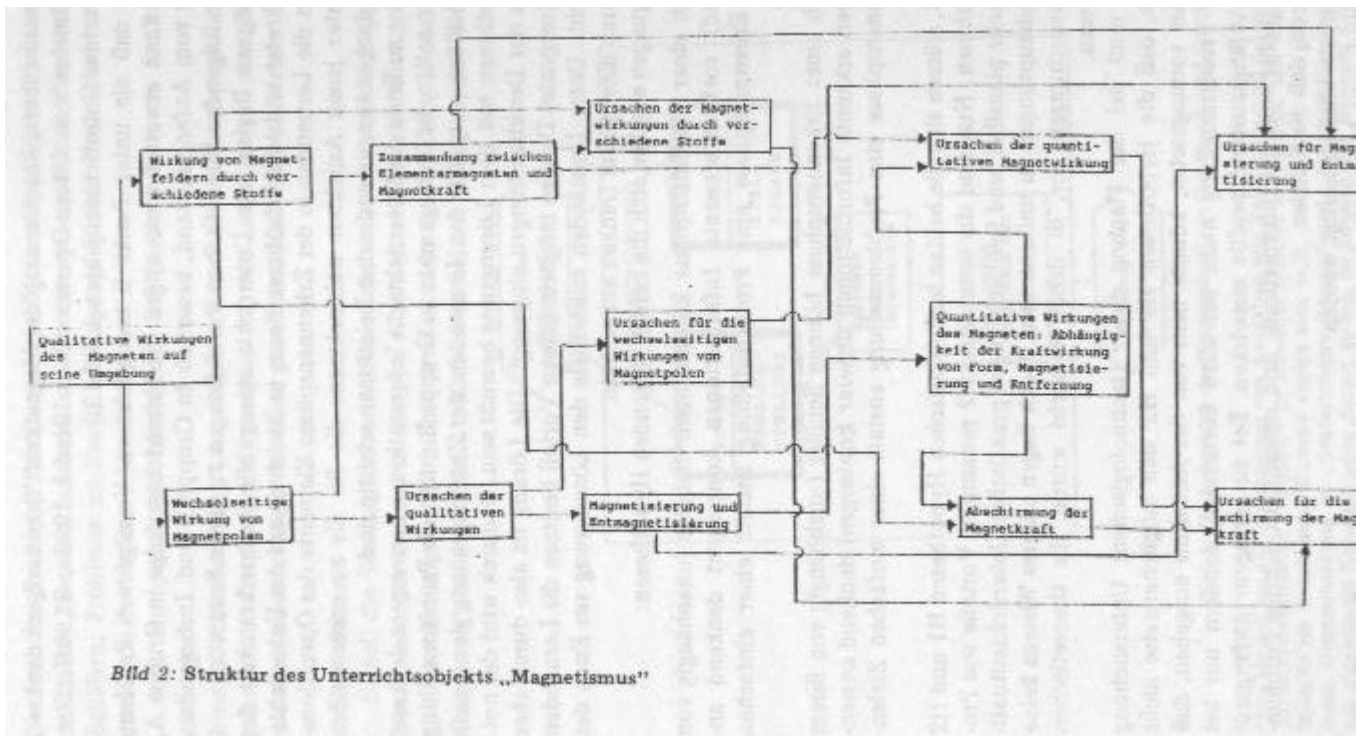


Bild 2: Struktur des Unterrichtsobjekts „Magnetismus“

*Hypothese H 5:* Für Schüler, die entweder das Unterrichtsobjekt „... Wirkung von Magnetpolen“ kennen oder eines der Unterrichtsobjekte „... Wirkung von Magnetpolen“ oder „Wirkung... durch verschiedene Stoffe“ konvergent denkend anwenden können, wird die Gesamtunterrichtszeit *nicht länger* sein, wenn der Erkennensphase eine Problemstellung anstelle einer einfachen Zielangabe vorausgeht (vgl. Bild 2).

*Hypothese H 6:* Für Schüler, die das Unterrichtsziel *ohne* zusätzliche *Hilfen* erreicht haben, wird die Gesamtunterrichtszeit *nicht länger* sein, wenn der Erkennensphase eine Problemstellung anstelle einer einfachen Zielangabe vorausgeht.

Bevor die Lernleistung von Schülern beurteilt werden kann, muß in geeigneter Weise der Endzustand des Lernenden festgestellt werden. Es mag als banale Selbstverständlichkeit gelten, daß bei der Aufnahme des Endzustands nur jener Lernzustand erwartet werden kann und darf, den der Lernende durch den vorangegangenen Unterricht zu erwerben Gelegenheit hatte. Jedoch wird in der Unterrichtsrealität immer wieder gegen diese Selbstverständlichkeit verstoßen.

Konkret bedeutet die obige Forderung nämlich, daß das Operationsobjekt zur Überprüfung des Endzustands und die dabei verlangte Operation des Lernenden nicht schwieriger sein darf als jene Operationsobjekte und Operationen, die während des Unterrichts realisiert wurden. Auf unsere Untersuchung bezogen heißt das:

- Die Schüler beider Gruppen erkennen die notwendige Information über das magnetische Feld und seine Störung im Unterricht. Die Schüler der Gruppe A erfahren außerdem durch die Problemstellung zu Anfang des Unterrichts, wie jene Situation aussehen wird, in der sie die erkannte Information zum Schluß konvergent denkend anwenden müssen. Aber auch sie haben die Information bislang nur *erkennen*, nicht aber konvergent denkend anwenden müssen.
- Erst nachdem die Schüler die erkannten Informationen an einem Operationsobjekt gemäß der Problemstellung wenigstens einmal konvergent denkend angewendet haben, kann nun der Endzustand aufgenommen werden. Dafür muß natürlich ein neues Operationsobjekt verwendet werden, das dieselben Informationen, aber in neuer Art, also wiederum konvergent denkend, anzuwenden verlangt.

Zwei Situationen müssen also unterschieden werden:

a) Der Lernende kommt erstmals in die Situation, eine bestimmte Leistung zu vollbringen. (Ist er dazu noch nicht in der Lage, so ist ja eine wichtige Funktion des unterrichtenden Lehrers, Hilfen zu geben, die den Schüler zu der angestrebten Leistung befähigen.)

b) Es wird überprüft, ob der Lernende in der Lage ist, die gezeigte Leistung auch in einer neuen Situation zu erbringen. Die Unterscheidung dieser beiden Situationen wird im täglichen Unterricht meist nicht gemacht. Dadurch kommt es erfahrungsgemäß oft zu Fehlbeurteilungen von Schülern, insbesondere solcher, die als „langsam“ gelten.

Um aufzuzeigen, daß die Leistungen von Schülern in den Situationen a und b durchaus sehr unterschiedlich sein können, stellen wir eine zusätzliche Hypothese auf:

*Hypothese H 7:* Auch Schüler, die beim erstmaligen Versuch, die erkannten Informationen (im Unterricht) konvergent denkend anzuwenden, scheitern, können (nach entsprechenden Hilfen) diese Leistung bei der Aufnahme des Endzustands erbringen.

### **5. Zur Auswahl des Unterrichtsobjekts**

Das Repertoire der Unterrichtsobjekte, die für die Untersuchung verwendbar sind, wird durch folgende Überlegungen eingeschränkt:

- Das Unterrichtsobjekt muß auf der Komplexitätsstufe „System“ angesiedelt sein. Diese Entscheidung hat zwei Gründe: Einmal setzen die Hypothesen H1 bis H7 voraus, daß die Lernenden in Situationen versetzt werden, die das mindestens konvergent denkende Anwenden zuvor erlernter Informationen verlangt. Zum anderen lassen sich Problemstellungen, wie schon bemerkt, am leichtesten konstruieren wenn das Unterrichtsobjekt ein System ist.
- Es soll mit dem Kanon üblicher Lehrinhalte vereinbar sein.
- Es soll in mehreren Klassenstufen realisierbar sein, um ggf. Abhängigkeiten der Ergebnisse vom Anfangszustand bzw. vom Lebensalter der Versuchspersonen feststellen zu können.

Die Wahl fiel auf das Unterrichtsobjekt „Magnetismus“<sup>2</sup>. Seine Voraussetzungsstruktur zeigt Bild 2.

Innerhalb des Voraussetzungsnetzes kommt dem Teilobjekt „Abschirmung der Magnetkraft“ für unsere Untersuchung besondere Bedeutung zu. Wesentliche Informationen dieses Objekts sind folgende:

- Wird ein nicht-magnetisierbarer Körper in das Kraftfeld eines Magneten gebracht, so bleibt das Magnetfeld unbeeinflusst.
- Wird ein ferromagnetischer Körper in das Kraftfeld eines Magneten gebracht wird dessen Feld gestört.

Wie Voruntersuchungen ergaben, sind diese Informationen im Zusammenhang selbst bei der Mehrheit von Erwachsenen, auch bei Lehrer-Studenten nicht bekannt. Sofern sie bekannt waren, konnten sie jedoch nicht konvergent denkend angewendet werden. Sie entsprechen ja auch nicht dem üblichen Grundschulwissen, sind aber mit diesem vereinbar. Wie aus Bild 2 hervorgeht, sind fünf andere Teil-Objekte Voraussetzung zum Erwerb dieser Informationen. Damit sind gute Voraussetzungen geschaffen, Problemstellungen für Lernende verschiedenen Anfangszustands zu konstruieren.

### **6. Methodologische Bemerkungen**

<sup>2</sup> Ich danke Frau WM Frauke Reichard für ihre Mitarbeit bei der Analyse der Voraussetzungsstruktur und der entsprechenden Detaillierung der Unterrichtsobjekte.

In früheren Untersuchungen (z.B. Riedel 1985a und 1985b, Breyer u.a. li Breyer/Riedel 1986) haben wir zeigen können, daß auch im unterrichtswissenschaftlichen Bereich die Erfüllung der Popperschen Forderungen möglich ist, Hypothesen durch *falsifizierende* Experimente zu überprüfen. Dies gilt allerdings nur unter Einschränkung, daß die zu überprüfenden Aussagen theoretischer und nicht technologischer Art sind (vgl. dazu die von Riedel 1986, S. 107ff beschriebenen Kriterien für Falsifikationsexperimente).

Für unterrichtstechnologische Untersuchungen läßt sich Poppers Forderung aus folgenden Gründen nicht realisieren:

- Aussagen über die Wirkungen von unterrichtstechnologischen Maßnahmen sind immer auf bestimmte Ziele bezogen. Wegen der unvermeidlichen Subjektivität solcher Ziele und ihrer Operationalisierungen ist die Zahl und Wirkung von „Störfaktoren“ beträchtlich höher als bei theoretischen Untersuchungen.
- Nur in Idealfällen lassen sich auf der Grundlage (möglichst schon überprüfter) theoretischer Gesetzaussagen eindeutig technologische Voraussagen (Technoreme) ableiten und dann als technologische Hypothesen operationalisieren. In der Mehrheit der Fälle gehen in die Formulierung von Technoremen mehrere (überprüfte und nicht überprüfte) Annahmen über unterrichtswissenschaftliche Gesetzmäßigkeiten ein. Je nach Zielvorstellungen lassen sich dann hieraus wiederum mehrere Technoreme ableiten.

Neben anderen Gründen schließen die o.g. Tatbestände das wissenschaftsmethodische Instrument der „Falsifikation“ für unterrichtstechnologische Experimente aus. Ziel unserer Untersuchung wird demgemäß sein, den Versuch zu machen, die Hypothesen H1 bis H7 zu *verifizieren*.

Aufbau, Durchführung und Ergebnisse der Experimente sollen in einer folgenden Arbeit dargestellt werden.

### **Schrifttum**

- AEBLI, H.: Psychologische Didaktik. Didaktische Auswertung der Psychologie von Jean Piaget. Klett, Stuttgart, 1962 (2. Aufl. 1966)
- AEBLI, H.: Zwölf Grundformen des Lehrens. Eine allgemeine Didaktik auf psychologischer Grundlage. Klett-Cotta, Stuttgart, 1985 (2. Auflage)
- AEBLI, H. und U. RUTHEMANN: Angewandte Metakognition: Schüler vom Nutzen der Problemlösestrategien überzeugen. Zeitschrift für Entwicklungspsychologie und pädagogische Psychologie 1986
- BECK, E., A. BÖRNER, H. AEBLI: Die Funktion der kognitiven Selbsterfahrung des Lehrers für das Verstehen von Problemlöseprozessen bei Schülern. In: Unterrichtswissenschaft 1986, 3, S. 303-317
- BREYER, I., H. RIEDEL, A. SIEGMUND: Kontrollexperimente zur Schwierigkeitsstufung zweier Internoperationen. Grkg 2, 1986, S. 61-74
- BREYER, I., H. RIEDEL: Vergleichsuntersuchung zum Schwierigkeitsgrad der Internoperationen „Auswerten“ und „konvergentes Denken“. Grkg 4, 1986, S. 161-176
- DORNE R, D.: Problemlösen als Informationsverarbeitung. Kohlhammer, Stuttgart, 2. Aufl. 1979
- KÖNIG, E., H. RIEDEL: Unterrichtsplanung I. Konstruktionsgrundlagen und -kriterien. Beltz, Weinheim und Basel. 1979 (2. Aufl.)
- MAGER, R.F.: Lernziele und programmierter Unterricht. Beltz, Weinheim/Basel, 1965
- RIEDEL, H.: Vorbereitung eines Experiments zur Schwierigkeitsstufung von Internoperationen. Grkg 26, 3, 1985a, S. 99-110
- RIEDEL, H.: Aufbau und Ergebnisse eines Falsifikationsexperiments zur Schwierigkeitsstufung von Internoperationen. Grkg 26, 4, 1985b, S. 163-176

RIEDEL, H.: Muster eines Algorithmus zur Realisation unterrichtswissenschaftlicher Falsifikationsexperimente. Grkg 3, 1986, S. 105-118