

Vorbereitung eines Algorithmus zur Erzeugung von Problemstellungen - Bestandsaufnahme

von Herbert BREYER und Harald RIEDEL, Berlin (D)

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

1. Vorbemerkungen

Jedermann weiß, daß theoretisches Wissen und Fordern einerseits und praktisches Handeln andererseits sehr oft weit auseinanderklaffen. Das gilt insbesondere für die Unterrichtswissenschaften, in denen bislang relativ wenige theoretische Modelle verwendet werden, die überhaupt empirisch überprüfbar sind oder gar auf empirisch überprüften Befunden basieren. Insofern mag es nicht besonders verwundern, daß Didaktiker der verschiedenen Bereiche seit langem in der Forderung übereinstimmen, Lernen solle „problemorientiert“ ablaufen, während in der täglichen Schulpraxis nur äußerst selten entsprechender Unterricht realisiert wird.

Die Ursachen hierfür sind u. E. darin begründet, daß Lehrer nur problemgesteuert unterrichten, wenn ihnen genügend geeignete unterrichtstechnische Hilfen angeboten werden. So haben wir die Erfahrung gemacht, daß allein die Aufgabe, geeignete Problemstellungen für konkrete Unterrichtsobjekte zu erdenken, viele Lehrer stark überfordert. Bevor entsprechende Hilfen jedoch erarbeitet werden können, müssen bisherige Theorien zu problemgesteuertem Unterricht weiterentwickelt werden.

Die Differenzierung didaktischer Theorien in Hinsicht auf Fragen problemgesteuerten Unterrichts und die Entwicklung entsprechender Unterrichtstechniken dürfte für den programmierten bzw. rechnerunterstützten Unterricht weitaus größere Bedeutung erhalten als sie diese schon für den herkömmlichen Unterricht besitzt. Dafür gibt es zwei Gründe:

- Empirische Arbeiten zeigen, daß der problemgesteuerte Unterricht mindestens in bestimmten Bereichen deutlich effektivitätssteigernd ist (vgl. z.B. Aebli 1962, Breyer, Riedel, Reichard 1987 u. Breyer/Riedel 1988). Zugleich ist die multiplikative Wirkung des objektivierten Unterrichts höher einzuschätzen als jene des herkömmlichen Unterrichts. Also gewinnt jede effektivitätssteigernde Maßnahme in diesem Bereich zusätzliche Bedeutung.
- Für den objektivierten Unterricht entfallen wichtige Möglichkeiten zur Motivierung der Lernenden, die im üblichen Unterricht immer vorhanden sind. Allein bei der Auswahl von Operationsobjekten müssen Einschränkungen in Kauf genommen werden, und zwar hinsichtlich der Konkretionsstufe, der Nachrichtenkanäle und der Reizintensität:

- Im objektivierten Unterricht werden auf absehbare Zeit kaum reale Operationsobjekte eingesetzt werden, so daß lediglich auf die weniger motivierenden ikonischen und nicht-ikonischen Operationsobjekte zurückgegriffen werden kann.
- Die Inanspruchnahme des taktilen, des gustativen und olfaktorischen Kanals im Umgang mit den Operationsobjekten entfällt.
- Die Reizintensität der Operationsobjekte kann nicht den jeweiligen Gegebenheiten der (nicht bekannten) Lernenden angepaßt werden.

Da nach bisherigem Wissen aber gerade dem problemgesteuerten Unterricht eine stärkere Motivierung durch anwendungsorientiertes Lernen eigentümlich ist, kann durch ihn dieser Mangel zu einem erheblichen Teil ausgeglichen werden.

Seit etwa zwei Jahren beschäftigen sich Dozenten des „Instituts für Unterricht im allgemeinbildenden Bereich“ der Technischen Universität Berlin in einem wissenschaftlichen Colloquium* mit Aspekten der Modellbildung zum problemgesteuerten Lernen.

Zielsetzung dieser Bemühungen ist es, die erarbeiteten theoretischen Modelle zum problemgesteuerten Unterricht in konkrete unterrichtstechnische Hilfen für Lehrer und für Autoren objektivierten Unterrichts zu überführen. Bevor wir auf einzelne der schon erarbeiteten Teilmodelle eingehen, sollen zunächst die wichtigsten jener Ansätze betrachtet werden, auf die sich unsere Modelle stützen. Das sind die Arbeiten von Hans Aebli, Ernst König / Harald Riedel, Dietrich Dörner und Otto Lange.

2. Ansätze der Psychologischen Didaktik von Hans Aebli

H. Aebli kommt das Verdienst zu, als erster im deutschsprachigen Bereich die zentrale Bedeutung der Problemstellung für den Unterricht eingebracht und begründet zu haben.

Ein Jahrzehnt nach der Veröffentlichung seiner französisch abgefaßten Original-Arbeit erschien die deutsche Übersetzung seines grundlegenden Werkes 1962 unter dem Titel „Psychologische Didaktik“. Die darin enthaltene allgemeindidaktische Lehre basiert vorwiegend auf den psychologischen Forschungsergebnissen seines Lehrers J. Piaget hinsichtlich des Aufbaus „höherer geistiger Funktionen“, also der Bildung von Begriffen, komplexen Vorstellungen und Operationen.

Grundlegend für alle didaktischen Vorschläge Aebli ist die Erkenntnis, daß die aktive Auseinandersetzung des lernenden Subjekts an neuen Objekten Voraussetzung für die Bildung neuer Begriffe und Operationen ist und daß die Bildung neuer Begriffe und Operationen immer in der Differenzierung früherer Denkschemata besteht. Wichtigste Aufgabe des Unterrichts ist es daher, diese aktive Auseinandersetzung des Schülers in der Form von Such- und Forschungsbemühungen auszulösen. Aebli stellt überzeugend dar, daß hierin die bedeutsamste Funktion der unterrichtlichen Problemstellung liegt.

Probleme faßt Aebli als vorweggenommene „Schemata“ der neu zu erwerbenden Unterrichtsobjekte auf. Sie müssen also bereits die Struktur des jeweiligen Unterrichtszieles repräsentieren. Die Struktur liegt aber noch nicht in abstrakter Form vor, sondern wird - möglichst als eine Alltagssituation aus dem Leben der Schüler - konkretisiert. Damit soll das Problem einen Rahmen für das aktive Suchen und Forschen der Schüler darstellen, der allerdings die operativen Details noch nicht enthält.

Somit fällt nach Aebli dem Stellen eines Problems die wichtige Funktion zu, die Aktivität des Lernenden auf die zu erwerbende Operation hin auszurichten. Hieraus ergibt sich bereits die didaktische Forderung, daß die Problemstellung beim Schüler „klare und lebendige“ Vorstellungen erzeugt, damit das angestrebte zielgerichtete Suchen und Forschen überhaupt zustande kommen kann.

Aebli erkennt schon, daß ein dementsprechend problemgesteuerter Unterricht dem Lehrer große Schwierigkeiten bereitet und stellt daher zwei wichtige didaktische Regeln auf.

- Da sich die das Denken konstituierenden Operationen der Schüler durch stufenweises Verinnerlichen tatsächlicher Handlungen fortschreitend bilden, soll das Problem in einer Form gestellt werden, die den Schülern die Möglichkeit bietet, Operationen „effektiv auszuführen“. (Mit „effektiv“ ist nicht wirkungsvoll gemeint, sondern der Vollzug externer Operationen.)
- Lernende werden sich eine unterrichtliche Problemstellung nur dann zu eigen machen, wenn diese auf die Befriedigung für sie nachvollziehbarer menschlicher Bedürfnisse gerichtet ist. Aebli fordert daher vom Unterrichtsproblem, daß es als „Plan praktischen Handelns“ aufgefaßt wird.

So konfrontierte Aebli schon 1949 in seinem berühmt gewordenen Unterrichtsexperiment zur Überprüfung der Wirkung und Praktikabilität seiner didaktischen Vorstellungen Schüler anstatt mit einer bloßen Aufgabe zur Berechnung des Flächeninhalts eines Rechtecks mit einer Zeichnung, die die Lage von Feldern zweier Bauern wiedergibt. Die Bauern wollen je eine (rechteckige) Wiese tauschen. Bevor überhaupt ein rechnerischer Weg zur Bestimmung der Größe von Rechteckflächen erarbeitet wird, zerschneiden die Schüler die zu vergleichenden Flächen und gewinnen durch diese konkreten Externoperationen zunächst eine Vorstellung von der Notwendigkeit eines Einheits-Quadrats als Vergleichsgröße.

Aebli macht deutlich, daß mit dieser (damals und teilweise auch heute noch völlig unüblichen) Einführung in die Flächenberechnung von Rechtecken folgende unterrichtliche Vorzüge verbunden sind:

- Die Schüler müssen noch keine genauere Vorstellung von „Flächen“ haben, da zunächst der Grasertrag der jeweiligen Felder als Bezugsgröße fungiert. Schüler mit geringerem Begriffsrepertoire sind wegen der für sie damals alltäglichen Ausgangssituation (wird der Bauer vom Feld B genauso viel Gras ernten wie von Feld A?) nicht bei der Problemlösung benachteiligt.
- Alle Schüler können sich an der Problemlösung beteiligen, ohne Termini wie „Quadratmeter“, „Flächeninhalt“ und dgl. zu kennen.
- Den Schülern ist von vornherein bewußt, daß dieses (schulische) Unterrichtsobjekt einen Bezug zu ihrem Alltagsleben hat.

Im Unterschied zur Arbeitsschul- und Aktivitätspädagogik betont Aebli sodann, daß nicht nur *real* im Leben der Schüler auftretende Probleme, sondern auch *fiktiv* gestellte, „praktische“ Probleme die gewünschte Motivation zu eigenem Suchen und Forschen der Schüler bewirken können, sofern nur Sorge dafür getragen wird, daß die Schüler die Lösung durch tatsächliche äußere Handlungen finden können.

Der Vollständigkeit halber sollte nicht unerwähnt bleiben, daß Aebli in späteren Publikationen (z.B. 1983, S. 278 ff), aufbauend auf den im 4. Kapitel dargestellten Ansätzen von D. Dörner (1979), Problemstellungen weiter differenziert. Er unterscheidet

- Probleme mit Lücken und diese wiederum in Interpolationsprobleme und Gestaltungsprobleme,
- Probleme mit Widerspruch,
- Probleme mit unnötiger Komplikation.

Da der Autor aus dieser Trennung jedoch keine Konsequenzen für die Konstruktion von Problemstellungen zieht, außerdem terminologische Unverträglichkeiten im Vergleich mit der Differenzierung von D. Dörner existieren und eine Diskussion der Diskrepanzen den gegebenen Rahmen sprengen würde, verzichten wir auf eine ausführlichere Darstellung.

Allerdings verweisen wir Leser, die außer an der schon spezielleren Frage der Konstruktion von Problemstellungen an der Realisierung problemgesteuerter Unterrichts überhaupt interessiert sind, auf die genannten Publikationen, da Aebli hierin eine Reihe beachtenswerter didaktischer Ratschläge erteilt.

3. Ansätze der Systemtheoretischen Didaktik von Ernst König und Harald Riedel

Vom Wert der Aebli'schen Vorstellungen überzeugt, übernahmen König/Riedel bereits in ihrer ersten Veröffentlichung zur Systemtheoretischen Didaktik (1970) und in differenzierterer Form in weiteren Veröffentlichungen ab 1975 die Problemstellung als fundamentales didaktisches Element für die Unterrichtsplanung.

Durch eigene Unterrichtsarbeit hatten die Autoren zwar ihre positive Einstellung zur Bedeutung der Problemstellung verstärkt, jedoch wurde ihnen bei ihrer Tätigkeit als Lehrer-Ausbilder deutlich, wie schwierig es ist, (insbesondere unerfahrenere) Lehrer dazu zu befähigen, selbst geeignete Problemstellungen zu konstruieren. Dies gilt sogar für Unterrichtsobjekte, die sich wegen ihres systemhaften Charakters geradezu anbieten, in Problemstellungen transformiert zu werden. Daraus ergab sich zwangsläufig die Absicht, Lehrern Konstruktionshilfen für Problemstellungen aufzuzeigen.

Allerdings erwies es sich schon damals als notwendig, die Grundaussagen von H. Aebli weiter zu differenzieren und zu präzisieren:

- Mit ihrem Klassifikationsschema zur Differenzierung von Unterrichtsobjekten (vgl. König/Riedel 1975, S. 27ff) besaß die Systemtheoretische Didaktik ein geeignetes Instrument, um den Begriff des „Problems“ für unterrichtswissenschaftliche Zwecke schärfer zu fassen. Die Definition ist zwar vielschichtiger, beinhaltet jedoch keinen Widerspruch zu den Vorstellungen von H. Aebli und anderen psychologischen Auffassungen, wie sie beispielsweise von F. Süllwold (1965, S. 273 ff) und D. Dörner (1979) publiziert werden:

„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. Diese Informationen bzw. Techniken muß sich entweder der Lernende selbst durch Relationentransfer oder Elemententransfer verschaffen, oder sie müssen durch Unterricht aufbereitet werden . . .“ (König/Riedel 1975, S. 176). Damit werden bereits unterschiedliche Schwierigkeitsstufen von Problemstellungen angedeutet, nämlich je nachdem, ob dem Lernenden bestimmte Informationen oder Techniken oder beide zur Lösung einer Situation fehlen.

Des Weiteren wurde berücksichtigt, in welchem Lernzustand eine Person mit einer Problemstellung konfrontiert wird:

- Probleme können deshalb für jemanden existieren, weil die benötigten Informationen und/oder Techniken noch gar nicht erworben wurden.
- In anderen Problemsituationen sind die benötigten Informationen und/oder Techniken zwar zuvor gelernt worden, jedoch sind die Informationen dem Lernenden nicht vollständig bewußt, oder er vermag die gelernte Technik nicht mehr auszuführen. Die ggf. notwendigen unterrichtlichen Hilfen werden in beiden Fällen völlig anders sein.

Weiterhin zeigten König/Riedel, daß Problemstellungen unterschiedliche Funktionen im Unterricht haben, je nachdem welche Art und Qualität von Lernprozessen ausgelöst werden soll:

- Für Elemententransfer und Relationentransfer sind Problemstellungen unabdingbare Voraussetzungen.
- Lernt der Schüler dagegen durch „bewußte Imitation“, so begünstigt die Problemstellung den Unterricht aufgrund der schon von Aebli aufgezeigten Vorteile.
- Ein weiterer nicht zu unterschätzender Vorzug des Lernens mit Problemstellung ist darin zu sehen, daß die Lernanreize nun nicht von außenstehenden Personen, sondern von der sachorientierten Problemsituation ausgehen und damit den Aufbau autonomen Lernens fördern.

Aebli hatte noch nicht wie König und Riedel zwischen „Aufgaben“ und „Problemen“ unterschieden, doch deutete er die Notwendigkeit der Unterscheidung bereits an. Er erwähnte zwei Extremfälle von Problemsituationen. Der erste Fall erfordert lediglich

die unveränderte Ausführung einer bereits beherrschten Operation an einem neuen Objekt. Im zweiten Fall dagegen muß der Schüler frühere „Schemata“ verändern und differenzieren, bevor das Problem gelöst werden kann.

Aufgrund der soeben beschriebenen unterschiedlichen Funktion der Problemstellung bei Transferprozessen einerseits und übrigen Lernprozessen andererseits mußte in der Systemtheoretischen Didaktik eine genauere Unterscheidung beider Fälle erfolgen. Denn Aufgaben können wie Probleme für Lernende sehr schwierig zu lösen sein, können auch u.U. motivierende Funktion ausüben. Der Unterschied gegenüber Problemen besteht jedoch in folgendem:

- Im Falle der Aufgabenstellung stehen dem Lernenden die zur Lösung notwendigen Informationen, Techniken und Operationen zur Verfügung, so schwierig die Erledigung der Aufgabe auch sein mag.
- Im Falle der Problemstellung dagegen hat der Lernende ein Defizit entweder hinsichtlich der benötigten Informationen oder der Techniken oder der Operationen, möglicherweise sogar hinsichtlich mehrerer Komponenten (vgl. dazu H. Riedel 1987, S. 65ff).

Die Konstruktionshilfen, die König/Riedel schließlich für den Entwurf von Problemstellungen zur Verfügung stellten, leiteten sich aus drei Ursprüngen ab:

- die pädagogische und soziokulturelle Begründung, mit der der Lehrende das zu lernende Unterrichtsobjekt legitimiert. Sie soll als Bezugspunkt für Überlegungen dienen, wie das Unterrichtsobjekt durch eine Problemstellung repräsentiert werden kann, die sich auf eine „praktische Lebenssituation“ bezieht.
- die Operationsstufe, auf der die zu lernende Information und/oder Technik vom Lernenden gehandhabt werden soll. Das Erkennen einer Lücke oder eines Widerspruchs allein genügt nicht, um Such- und Forschungsbemühungen auszulösen. Die Problemsituation muß vielmehr so angelegt sein, daß der Schüler das im Laufe des Unterrichts zu lernende Unterrichtsobjekt produzierend, also auswertend, konvergent denkend oder divergent denkend anwendet, um das reale oder simulierte Bedürfnis zu befriedigen.
- Die Ausnützung der anthropologisch fundierten Erkenntnis, daß Widersprüche zu eigenem Denken und Handeln ungerne ertragen werden und das von Aebli in Erinnerung gebrachte gestaltpsychologische Wissen, daß die Person nach harmonischen und geschlossenen Gestalten sucht. Daraus werden die folgenden Teilhilfen abgeleitet:
 - scheinbare Widersprüche zu intern gespeicherten Informationen provozieren (in der Psychologie als „kognitive Dissonanz“ bekannt),
 - ein Objekt oder ein Ereignis in unterschiedlichen zeitlichen Situationen zeigen,
 - ein Objekt oder ein Ereignis in unterschiedlichen räumlichen Situationen zeigen,
 - unterschiedliche Objekte in derselben zeitlichen Situation zeigen,
 - unterschiedliche Objekte in derselben räumlichen Situation zeigen.

4. Ansätze von Dietrich Dörner

Im Mittelpunkt der Arbeiten von Dörner steht die Frage, „wie die Informationsverarbeitungsprozesse beim Problemlösen aussehen oder aussehen sollen“ (1979, S. 10). Als Voraussetzung für eine befriedigende Behandlung dieser Frage bemüht sich Dörner um Definitionen und Klassifikationen von Problemen. Er versucht also zu klären, was ein Problem ist und welche verschiedenen Formen von Problemen es gibt.

Dörners Vorschlag zur Definition des Begriffes „Problem“ erscheint uns zutreffend und hilfreich. Darin geht er von drei Bestimmungsgrößen aus:

1. einem unerwünschten Anfangszustand,
2. einem erwünschten Endzustand und
3. einer Barriere, die die Transformation des Anfangszustandes in den Endzustand im Moment verhindert.

Hinsichtlich der Barrieren unterscheidet Dörner drei Typen, die sich aus drei verschiedenen Lernzuständen des vom Problem Betroffenen ergeben:

- Die Mittel zur Problemlösung sind unbekannt.
- Es sind zu viele Mittel bekannt.
- Das Ziel ist unbekannt.

Dörner weist jeder dieser Barrieren spezifische, d.h. ihnen adäquate Formen der Problemüberwindung zu. Da sein Interesse vornehmlich der Frage gilt, wie Informationsverarbeitungsprozesse beim Problemlösen aussehen, versucht er offenbar, Regelmäßigkeiten des Lösungsverfahrens zur Klassifikation von Problemtypen heranzuziehen. Er geht also davon aus, daß die Barrieretypen durch die jeweils möglichen

Lösungsoperationen zutreffend gekennzeichnet werden können und kommt dabei zu folgenden Unterscheidungen:

- Probleme enthalten Interpolationsbarrieren, wenn der Anfangs- und Endzustand der Problemsituation bekannt ist und wenn die zur Problemlösung erforderlichen Operationen zwar auch bekannt sind, deren Anzahl jedoch zu groß (oder sogar unendlich) ist, so daß die „Interpolation“ dieser Operationen zu einer geeigneten Operationskette nicht ohne Schwierigkeiten gelingt.
- Probleme enthalten Synthesebarrieren, wenn der Anfangs- und Endzustand der Problemsituation bekannt ist, „wichtige Einzeloperationen aber unbekannt sind oder nicht in Betracht gezogen werden“. Hier sieht Dörner die Hauptschwierigkeit in der „Zusammenstellung oder Synthese eines brauchbaren Inventars von Operationen“, d.h. im Entwurf neuer Lösungsverfahren.
- Probleme enthalten dialektische Barrieren, wenn man lediglich weiß, daß eine gegebene Situation verändert werden muß, ohne mehr oder weniger globale Kriterien dafür zu haben, wie die neue Situation beschaffen sein soll. Hier besteht nach Dörners Auffassung die Schwierigkeit darin, daß ein gewünschter Endzustand in einem dialektischen Prozeß durch wiederholte Überprüfung von Zielentwürfen hinsichtlich äußerer oder innerer Widersprüche gefunden werden muß.

In seinen weiteren Überlegungen bezeichnet Dörner das Problemlösen als „das Auffinden eines Weges in einem Labyrinth möglicher Wege“, wobei sich dieser Weg nicht nur aus der Art der Barriere, nach Dörners Auffassung also dem Unvermögen zu bestimmten Lösungsoperationen, bestimmt, sondern auch aus Eigenschaften des Realitätsbereiches, in dem sich das Problem stellt.

Unter einem Realitätsbereich versteht Dörner ein beliebiges Handlungsfeld (z.B. das Schachspiel), das durch die Konstellation seiner Elemente (Anzahl, Art und Position der Figuren), also durch Sachverhalte konkret vorgegeben ist und innerhalb dessen es eine mehr oder weniger begrenzte Anzahl von Operationsmöglichkeiten (Schachzüge), d.h. von Operatoren gibt. Die Eigenschaften eines Realitätsbereiches sind also die Eigenschaften der darin gegebenen Sachverhalte und die Eigenschaften der zu ihrer Veränderung einsetzbaren Operatoren. Eigenschaften von Sachverhalten erfaßt Dörner in den Dimensionen

- Komplexität (Vielfalt der Verknüpfungen zwischen den Komponenten)
- Dynamik (Situation, die sich auch ohne das Eingreifen des Problemlösers verändert)
- Vernetztheit (Situationen, deren Variablen oder Merkmale in hohem Maß voneinander abhängen, so daß es nur in geringem Grade möglich ist, sie isoliert zu beeinflussen)
- Transparenz (Anzahl der Merkmale einer Situation, deren Feststellung schwierig oder ganz unmöglich ist)
- Grad des Vorhandenseins freier Komponenten (Verfügbarkeit einsetzbarer Informationskomplexe, mit Hilfe derer der Auflösungsgrad bei der Analyse von Sachverhalten mehr oder weniger niedrig gehalten werden kann).

Folgende Eigenschaften der Operatoren hält Dörner für wichtig:

- Wirkungsbreite (Bandbreite der Merkmale eines Sachverhaltes, in der ein Operator verändernd wirkt)
- Reversibilität (direkte oder indirekte Wiederaufhebbarkeit der Wirkung eines Operators)
- Größe des Anwendungsbereiches (geringe Verknüpfung der Anwendung eines Operators an Bedingungen)
- Wirkungssicherheit (Wahrscheinlichkeit, daß sich bei fest vorgegebener Ausgangssituation nach Durchführung der Operation ein zuvor bestimmter Sachverhalt ergibt)
- materielle und zeitliche „Kosten“ des Operators (Kosten-Nutzen-Relation des Operatoreinsatzes).

Dörners weitere Untersuchungen werden hier nicht weiter verfolgt, weil für unsere Fragestellungen vornehmlich seine Klassifikationsversuche von Interesse sind.

5. Ansätze von Otto Lange

In einer Reihe von Aufsätzen hat sich seit 1974 auch Otto Lange mit Problemlösungsprozessen im Unterricht auseinandergesetzt und damit nach eigener Darlegung zunächst die Absicht verfolgt, „planenden Lehrern, Lehrbuchautoren und evtl. Autoren von programmiertem Material, die sich einem problemlösenden Unterricht zuwenden wollen, ein Hilfsmittel an die Hand zu geben, mit dem sie für ihre Klassen oder Leser bzw. Bearbeiter brauchbare Sequenzen von Problemaufgaben in Korrespondenz mit einschlägigen Methodenvorgaben entwerfen können“.

Wichtig war ihm dabei, „von wenig problemhaltigen Problemsituationen auszugehen und die Schwierigkeiten, mit denen die Problemsituationen absichtlich problemhaltiger gestaltet werden können, Schritt für Schritt in guter Dosierung zu steigern“ (Lange 1981/82, 8. 235).

Diese „wohl-dosierte Steigerung der Problemhaltigkeit“ sollte nach dem pädagogischen Prinzip vom Leichten zum Schweren einen behutsamen „Übergang von einem konventionellen Lernkursus zu einem problemlösenden Unterricht“ sichern, die „Selbständigkeit von Problemlosem fördern“ und ihnen „weiter ausgreifende Freiheiten“ gewähren.

Dazu hat Lange ein zweidimensionales Schema in Form eines Rechteckrasters entworfen, dessen Dimensionen die „Methodenvorgaben“ und die „Problemvorgaben“ in je fünf Schwierigkeitsstufen erfassen. Dieses Stufenschema sollte die Möglichkeit aufzeigen, sich in angemessener Schwierigkeitssteigerung „aus der Routineecke“ herkömmlicher Unterrichtsaufgaben „zu lösen“, d.h. solcher Aufgaben, zu denen die erforderlichen Erarbeitungsmethoden bereits gelernt und eingeübt worden sind.

In einer Umkehrung der ursprünglichen Zielrichtung versucht Lange später ein Kriterienschema zu entwickeln, mit dem einzelne und vorgegebene Problemsituationen „auf immer einfachere Typen“ zurückgeführt werden können, „bis schließlich eine reine Durchführungsaufgabe übrig bleibt“. Lange nennt diesen Vorgang das „Abarbeiten des Problemhaften an Problemsituationen“. Hierzu erscheint ihm das zweidimensionale Schema wegen der „verkürzten Darstellung eines komplexeren Sachverhaltes“ unzureichend. In drei Tabellen erfaßt er nun die Schwierigkeitsabstufungen in den Dimensionen

- Zielbereich
- Methodenvorgaben und
- Ausgangssituation.

Jede dieser Dimensionen wird in vier bis fünf Subdimensionen weiter untergliedert. Auf dieser Grundlage entwirft Lange zusätzlich Kataloge „helfender Fragen“, die dazu dienen sollen, die auf den Stufen der Subdimensionen markierten Schwierigkeiten schrittweise zu reduzieren.

Lange sieht in seinen Ansätzen sowohl Instrumente für die Planung von Problemlösungsaufgaben als auch Hilfsmittel für Problemloser selbst oder für Lehrer, die Problemloser bei Problembearbeitungen beraten.

In seinem 1983 erschienenen Aufsatz fügt er diesen Absichten sogar eine weitere hinzu. Dabei geht er von der Einschätzung aus, daß sich Lehrer nur schwer zu problemlösendem Unterricht entschließen können, weil in einem auf meßbare Kenntnisse ausgerichteten Schulwesen die Vermittlung von Problemlösefähigkeit nur eine Chance hat, wenn diese Fähigkeit auch nachzuweisen, d.h. beurteilbar ist. Deshalb versteht Lange sein taxonomisches Modell nun auch als Instrument zur Bewertung der Leistung in Problemlöseprozessen. Zur Verbesserung der Übersichtlichkeit entwirft er dazu eine vereinfachte Tabelle, deren abgestuften Subdimensionen Bewertungszahlen zum Messen der Problemhaltigkeit zugeordnet werden. Zugleich schränkt er jedoch ein, daß sich vergleichbare Werte in der Regel nur innerhalb einer Subdimension ergeben (Lange 1983).

Bemerkenswert an Langes Ansätzen ist mindestens der Versuch, Schwierigkeitsabstufungen in Problemlösesituationen erstmals systematisch zu erfassen.

6. Zusammenfassung und Ausblick

Wir haben gute Gründe anzunehmen, daß das Konstruieren und Realisieren geeigneter Problemstellungen für den objektivierten Unterricht noch größere Bedeutung erhalten wird als für den herkömmlichen Unterricht. Ursachen für das zu beobachtende Defizit an problemgesteuertem Unterricht dürften vor allem darin liegen, daß Lehrern bislang zu wenig differenzierte Hilfen für die erforderlichen Arbeiten zum Konstruieren und Realisieren von Problemstellungen einerseits und zum Erteilen dosierter Hilfen beim Abarbeiten der Probleme im Unterricht bekannt sind.

In den frühen Arbeiten von Hans Aebli sind bereits alle wesentlichen lernpsychologischen Begründungen für die Notwendigkeit und die Vorteile problemgesteuerten Unterrichts enthalten. Außerdem gibt Aebli erste allgemeine unterrichtstechnische Hilfen.

Ernst König und Harald Riedel nehmen die Ideen von Aebli auf, integrieren sie in ein umfassenderes didaktisches Bezugssystem und gelangen dadurch einerseits zu differenzierteren Aussagen über den Stellenwert und die Funktion von Problemstellungen innerhalb verschiedener Lernprozesse und hinsichtlich verschiedener Unterrichtsobjekte und entwickeln andererseits weitere Hilfen zur Konstruktion von Problemstellungen. Unsere bisherigen Erfahrungen zeigen, daß jedoch weitergehende Differenzierungen und zusätzliche Handlungsanweisungen erarbeitet werden müssen, wenn Lehrern oder Autoren von Unterrichtsprogrammen die notwendigen Hilfen gegeben werden sollen.

Dietrich Dörner erarbeitete ein Schema zur Klassifikation von Problemen, das allerdings

für die in unserem Zusammenhang wichtigen Überlegungen abgewandelt und differenziert werden muß. Allerdings werden wir in späteren Arbeiten auf die Differenzierung von Sachverhalten und Operatoren nach Dörner zurückgreifen können.

Otto Lange bringt in die Diskussion zum problemgesteuerten Unterricht die Absicht ein, die Fähigkeit zur Problemlösung planmäßig durch eine Stufenfolge sich ständig erschwerender Problemsituationen auszubilden. Mindestens teilweise werden seine Klassifikationsmerkmale als Bausteine verwendet werden können, um den Schwierigkeitsgrad von Problemstellungen bestimmen zu können oder dosierte Hilfen zur Lösung des Problems geben zu können.

Auf der Grundlage eines von H. Riedel vorgelegten Entwurfs ist zu vermuten, daß ein Algorithmus zur Erzeugung von Problemstellungen im wesentlichen folgende Schritte zu berücksichtigen haben wird:

1. Genaue Formulierung des Unterrichtsziels. Hierfür stellt die Systemtheoretische Didaktik in Gestalt der Grundformen und Komplexitätsstufen von Unterrichtsobjekten, der Operationsstufen und der angestrebten Lernprozesse bereits ein hinreichend differenziertes Instrumentarium zur Verfügung.
2. Kennzeichnung einer Lebenssituation, in welcher die im Unterrichtsziel formulierte Fähigkeit von Bedeutung ist, und bei der auf die Homomorphie zwischen Problemstellung einerseits und Unterrichtsobjekt andererseits zu achten ist, und zwar im Sinne
 - des Handlungsziels (als praktisches, technisches oder theoretisches),
 - der Handlungsebene (als pragmatische, semantische oder syntaktische),und der Komplexitätsstufe der wesentlichen Problemkomponenten (hinsichtlich ihrer Qualität als Relationen und/oder Elemente noch unbekannter Systeme oder als Klassenmerkmale noch unbekannter Klassen.
3. Konstruktion einer dem Unterrichtsobjekt homomorphen Problemstruktur, die sich unter Berücksichtigung des Anfangszustands der Lernenden als Problem
 - mit Informations-Defizit
 - mit Technik-Defizit
 - und/oder mit Operations-Defizitergibt.
4. Konkretisierung der Problemstellung hinsichtlich ihres Motivationswertes unter dem Gesichtspunkt eines Bezuges zur Realität als
 - echtes (zufällig auftretendes oder didaktisch gesteuertes) Problem
 - wirklichkeitsabbildendes (den Lernenden selbst betreffendes oder nahestehende Personen betreffendes oder fremde Personen betreffendes sowie mehr oder weniger aktuelles) Problem
 - wirklichkeitsabgehobenes (die Wirklichkeit reduzierendes oder die Wirklichkeit verfremdendes) Problem.
5. Realisierung der Problemstellung
 - direkt durch Operationsobjekte, welche im wesentlichen die schon im 2. Abschnitt genannten Konstruktionsprinzipien sowie die von der Systemtheoretischen Didaktik allgemein beschriebenen Bewertungskriterien berücksichtigen müssen,
 - innerhalb einer Spanne von kaum gesteuertem und weitgehend selbständigem Entdecken des Problems durch die Lernenden bis hin zur vollständig vorstrukturierten Problemvorlage seitens des Lehrers.

Eine ausführliche Erläuterung und Begründung der einzelnen Arbeitsschritte muß in den Arbeiten vorgenommen werden, die auf diesen Beitrag aufbauen.

So soll sich ein weiterer Aufsatz mit einer Typologie von Problemstellungen unter dem Gesichtspunkt ihres Realitätsbezuges beschäftigen und damit der Klärung des 4. Schrittes dienen.

Schrifttum

- AEBLI, H.: *Psychologische Didaktik. Didaktische Auswertung der Psychologie von Jean Piaget*. Klett, Stuttgart, 1962 (2. Aufl. 1966)
- AEBLI, H.: *Zwölf Grundformen des Lehrens*. Klett-Cotta, Stuttgart, 1983
- AEBLI, H.: *Grundlagen des Lehrens*. Klett-Cotta, Stuttgart, 1988
- BREYER, I., H. RIEDEL, F. REICHARD: *Experiment über die Wirkung von Problemstellungen zu Beginn des Unterrichts*. Grkg 3, 1987, S. 125-138
- BREYER, I., H. RIEDEL: *Vergleichsuntersuchung zur Wirkung von Problemstellungen*. Grkg 2, 1988, S. 54-62
- DORNER, D.: *Problemlösen als Informationsverarbeitung*. Kohlhammer, Stuttgart, 1979 (2. Aufl.)
- KÖNIG, E., H. RIEDEL: *Unterrichtsplanung I. Konstruktionsgrundlagen und -kriterien*.

- Beltz, Weinheim und Basel, 1975*
- LANGE, O.: Das Abarbeiten des Problemhaften an Problemlösesituationen. In: LANGE, O. (Hrsg.): Problemlösender Unterricht und selbständiges Arbeiten von Schülern. Materialien Universität Oldenburg, 1982*
- LANGE, O.: Zur Bewertung von Problemlösungen im Unterricht und in Prüfungen. In: LANGE/LÖHNERT (Hrsg.): Problemlösender Unterricht II. Universität Oldenburg, 1983*
- RIEDEL, H.: Überlegungen zu einem unterrichtstechnologischen Experiment über die Wirkung von Problemstellungen zu Beginn des Unterrichts. Grkg 28, 2, 1987*
- SÜLLWOLD, F.: Bedingungen und Gesetzmäßigkeit des Problemlösungsverhaltens. In: GRAUMANN, C.F. (Hrsg.): Denken. Kiepenheuer & Witsch, 1965, S. 273ff*