Anhang

E. Ch. Wittmann

Wider die Flut der "bunten Hunde" und der "grauen Päckchen": Die Konzeption des aktiv-entdeckenden Lernens und des produktiven Übens

Ziel dieses Aufsatzes ist es, die auf den neuen Grundschullehrplänen fußende Lern- und Übungskonzeption des vorliegenden Handbuchs im Zusammenhang zu beschreiben und zu ihrer realistischen Einschätzung beizutragen. Dies ist nicht nur von theoretischem Interesse, sondern hat auch eine handfeste Bedeutung für die Unterrichtspraxis.
Der Aufsatz ist folgendermaßen gegliedert:
Zuerst werden die beiden Grundauffassungen des Lehrens und Lernens einander gegenübergestellt, die in der didaktischen Tradition, insbesondere seit Beginn des 20. Jahrhunderts, miteinander konkurriert haben:

- einerseits diejenige Position, die charakterisiert ist durch die Prinzipien der kleinen und kleinsten Schritte, des linearen Aufbaus, der methodischen Stufung und der Isolierung der Schwierigkeiten,
- andererseits die durch die Prinzipien des aktiven Lernens, des entdeckenden Lernens und das genetische Prinzip gekennzeichnete Position.

Diese Positionen und die aus ihnen abgeleiteten Übungskonzepte werden in den folgenden Abschnitten genauer analysiert und bewertet. Dabei werden die Vorteile der aktiv-entdeckenden Methode und des produktiven Übens klar heraustreten.

Da die folgenden Überlegungen das heikle Verhältnis zwischen Theorie und Praxis berühren, möchte ich zur Verdeutlichung meines eigenen Standpunktes die folgenden grundsätzlichen Bemerkungen vorausschicken:

1. Obwohl ich den Nutzen einer guten Theorie für die Praxis sehr hoch einschätze, bin ich mir der **prinzipiellen** Grenzen theoretischer Überlegungen voll bewußt. Die Praxis ist ja viel zu kompliziert, als daß man sie theoretisch im einzelnen vorwegnehmen und bestimmen könnte. Daher steht **den Praktikern selbst** das letzte Wort über ihre didaktischen Entscheidungen zu, die letztendlich **sie** gegenüber den ihnen anvertrauten Kindern und gegenüber der Gesellschaft verantworten müssen.

2. Die Leistungen der Grundschule bei der Integration und Förderung von Kindern mit unterschiedlichem sozialen Hintergrund, unterschiedlichem Temperament, unterschiedlicher Begabung und nicht selten mit Verhaltensstörungen unterschiedlichster Art können in ihrer Bedeutung für die Gesellschaft nicht genug gewürdigt werden. Aufgabe der didaktischen Theorie muß es sein, in konstruktiver Weise zur Effektivierung und Erleichterung dieser manchmal mühevollen Unterrichtsarbeit beizutragen. Ohne eine kritische Analyse des Istzustandes ist dies nicht möglich. Ich möchte aber ausdrücklich betonen, daß sich die im folgenden geübte Kritik nicht gegen Personen, sondern nur gegen Materialien und Methoden richtet, die nach meiner Überzeugung durch bessere ersetzt werden können. "Die Menschen stärken, die Sachen klären": Dieser Titel eines Buches von *H. von Hentig* beschreibt die zugrundeliegende Absicht sehr zutreffend.

1. Grundpositionen des Lehrens und Lernens

Der Geist ist kein Schiff, das man beladen kann, sondern ein Feuer, das man entfachen muß.

Plutarch (46–120 n. Chr.)

Die Geschichte der Theorie und Praxis des Lehrens und Lernens ist geprägt durch die fortwährende Kontroverse zweier grundsätzlich verschiedener Positionen:
Die *passivistische Position* gründet sich auf die Philosophie des Empirismus und die Psychologie des Behaviorismus (Assoziationspsychologie) und erklärt die Entstehung von Wissen im Lernenden durch die mechanische Wirkung **äußerer** Ursachen: In das anfangs "leere Kabinett des kindlichen Geistes" *(J. Locke)* strömen **von außen** (d.h. von der natürlichen und sozialen Umwelt und dem Lehrer) kommende Sinneseindrücke, prägen sich durch Wiederholung ein und schlagen sich in geordneten Vorstellungen und Verhaltensweisen nieder. In der trockenen Sprache des Behaviorismus ist Lernen nichts anderes als ein relativ stabiler Zuwachs im Verhaltensrepertoire, der das Ergebnis von Übung und dabei erfolgender Bestärkung bzw. Verhaltenskorrektur ist. Der Lernende setzt nur seine Sinne ein, öffnet sozusagen Augen und Ohren und versucht nachzuahmen, was ihm vorgemacht wird, bleibt aber ansonsten passiv. Er läßt sich gewissermaßen wie ein Schiff beladen.
Im Gegensatz dazu fußt die *aktivistische Position* des Lehrens und Lernens auf der Philosophie von *Leibniz* und *Kant* und der Kognitionspsychologie, insbesondere der genetischen Psychologie von *J. Piaget*. Diese Position interpretiert die Entstehung des Wissens im Lernenden als dessen **aktive Konstruktion,** d.h. als Resultat einer **Wechselwirkung zwischen "innen" und "außen":** Das Kind verfügt von Geburt an über eine biologische Grundausstattung, von der aus es durch "Kopf, Herz und Hand" mit der natürlichen und sozialen Umwelt in Austausch treten kann. Das jeweils neu erworbene Wissen ist dabei immer mitbestimmt und persönlich gefärbt durch das bestehende Wissen, mit dem das neue Gegenstandsfeld wie mit einem "Scheinwerfer" (*K. Popper*) abgesucht wird. In dieser Sichtweise muß sich der Lernende also den jeweiligen Unterrichtsgegenstand **aktiv erarbeiten.** Der Lernstoff wird ihm nicht durch seine Sinne von außen zugeführt.

Obwohl es für beide Positionen radikale Ausprägungen gibt (den Behaviorismus einerseits und den radikalen Konstruktivismus andererseits), haben sich didaktische Theorien und der real praktizierte Unterricht stets zwischen diesen extremen Polen bewegt. Im konkreten Fall ist es aber meist möglich, klar zu entscheiden, welche Position überwiegt.
Historisch gesehen war die Praxis des Unterrichts durchwegs von der passivistischen Sichtweise beherrscht, obwohl es immer Einzelgänger gegeben hat, die für aktives Lernen eingetreten sind. Namentlich in unserem Jahrhundert haben sich aber parallel zu dem unaufhaltsamen Aufstieg aktivistischer und dem gleichzeitigen Niedergang passivistischer Theorien solche didaktischen Positionen immer stärker durchgesetzt, die sowohl die Eigenaktivität der Schüler als auch ihren sozialen Austausch als unverzichtbare Faktoren für den Lernerfolg ansehen.

Bereits zu Beginn unseres Jahrhunderts hat der bedeutende Rechendidaktiker *J. Kühnel* (1869 – 1928) die Notwendigkeit einer entsprechenden Veränderung der Rollen von Schüler und Lehrer vollkommen klar gesehen. In seinem epochalen "Neubau des Rechenunterrichts" (1. Auflage 1916) schreibt er *(Kühnel* 1954[8], 70, Hervorhebungen im Original):

"Die Hauptfrage, die für die gesamten folgenden Ausführungen maß- und richtungsgebend sein soll, mag demnach ihren Ausdruck finden in der Form:
Welches ist das wissenschaftlich und praktisch begründete Lehrverfahren, mittels dessen wir die Entwicklung des Zöglings in der gewünschten Weise fördern?

Diese Formulierung läßt ohne weiteres den Einfluß der neuen Zielbestimmung erkennen. Nicht um ein Lehrverfahren handelt es sich, mittels dessen wir dem Schüler auf möglichst leichte, auf möglichst leidlose oder lustvolle Weise etwas beibringen wollen, seien es Kenntnisse, seien es Fertigkeiten. ***Beibringen, darbieten, vermitteln*** *sind vielmehr Begriffe der* ***Unterrichtskunst vergangener Tage*** *und haben für die Gegenwart geringen Wert; denn der pädagogische Blick unserer Zeit ist nicht mehr stofflich eingestellt. Wohl soll der Schüler auch künftig Kenntnisse und Fertigkeiten gewinnen – wir hoffen sogar noch mehr als früher –, aber wir wollen sie ihm* ***nicht beibringen,*** *sondern er soll sie sich* ***erwerben.*** *Damit wechselt auch des Lehrers Aufgabe auf allen Gebieten. Statt Stoff darzubieten, wird er künftig die Fähigkeiten des Schülers zu entwikkeln haben. Das ist etwas völlig anderes, besonders für die Gestaltung des Rechenunterrichts. Denn durch die anders geartete Formulierung der Frage nach dem Lehrverfahren werden dem Lehrer zwei Hilfsmittel aus der Hand genommen, die den meisten bisher als unentbehrlich erschienen und als kennzeichnende Merkmale höchster Lehrkunst: Das* ***Darbieten*** *und das* ***Entwickeln.*** *Sie gibt ihm aber dafür zwei andere in die Hand, die zunächst unscheinbar, in ihrer Wirkung jedoch ungleich mächtiger sind: die* ***Veranlassung der Gelegenheit*** *und die* ***Anregung zu eigener Entwicklung.***

Und das Tun des Schülers ist nicht mehr auf ***Empfangen*** *eingestellt, sondern auf* ***Erarbeiten.*** *Nicht* ***Leitung und Rezeptivität,*** *sondern* ***Organisation und Aktivität*** *ist es, was das Lehrverfahren der Zukunft kennzeichnet."*

Auf der Ebene der Lehrpläne konnte sich diese Sichtweise aber lange nicht durchsetzen. Noch 1955 hieß es im Rechenlehrplan für die Volksschul-Unterstufe des Landes Nordrhein-Westfalen:

"Der Rechenunterricht kann nur zum Erfolg führen, wenn er in kleinen und kleinsten Schritten vom Einfachen zum Schwierigen fortschreitet. Dieses Prinzip der kleinen Schritte gilt in gleicher Weise für das Sachrechnen und für das Rechnen mit unbenannten Zahlen, für die Schulung des rechnerischen Denkens und für die Übung der Rechenfertigkeit, für die Arbeit der geschlossenen Klasse und für die Gruppen- und Einzelarbeit; es gilt für alle Altersstufen und ist somit grundlegendes Prinzip des Rechenunterrichts."

Die Zeit für einen Wechsel war zwar schon Ende der sechziger Jahre reif, und es ist anzuerkennen, daß sich die Reformbewegung der "Neuen Mathematik" auch darum bemüht hat. Jedoch wurde dieser Aspekt durch die bekannten Fehlentwicklungen und Auswüchse der sogenannten "Mengenlehre" stark in den Hintergrund gedrängt. Erst mit der Ablösung dieser Richtung wurde es Anfang der achtziger Jahre in den Lehrplänen möglich, das Prinzip der kleinen und kleinsten Schritte durch das Prinzip des aktiven und entdeckenden Lernens zu ersetzen. Der oberste Unterrichtsgrundsatz des nordrhein-westfälischen Mathematiklehrplans von 1985 lautet dementsprechend:

"Den Aufgaben und Zielen des Mathematikunterrichts wird in besonderem Maße eine Konzeption gerecht, in der das Mathematiklernen als ein konstruktiver, entdeckender Prozeß aufgefaßt wird. Der Unterricht muß daher so gestaltet werden, daß die Kinder möglichst viele Gelegenheiten zum selbsttätigen Lernen in allen Phasen eines Lernprozesses erhalten:
- *von herausfordernden Situationen ausgehen; die Kinder zum Beobachten, Fragen, Vermuten auffordern*
- *ein Problem oder einen Problemkomplex herausstellen; die Kinder zu eigenen Lösungsansätzen ermutigen; Hilfen zum Selbstfinden anbieten*
- *Ergebnisse mit bisherigem Wissen auf vielfältige Art in Verbindung bringen, Ergebnisse mehr und mehr so klar und kurz wie möglich darstellen, evtl. gedächtnismäßig verankern; die Kinder zum selbständigen Üben ermuntern*
- *über den Wert des neuen Wissens und über die Art seiner Aneignung sprechen (Rückbesinnung), dabei die Kinder auffordern, sich neue, verwandte Sachverhalte zu erschließen.*

Die Aufgabe des Lehrers besteht darin, herausfordernde Anlässe zu finden und anzubieten, ergiebige Arbeitsmittel und produktive Übungsformen bereitzustellen und vor allem eine Kommunikation aufzubauen und zu erhalten, die dem Lernen aller Kinder förderlich ist."

Namentlich dieser nordrhein-westfälische Lehrplan ist unter vorbildlicher Information und Einbeziehung aller betroffenen Gruppen entwickelt worden und hat dabei einen sehr breiten Konsens gefunden. Trotzdem ist nicht zu erwarten, daß sich die Schulwirklichkeit in kurzer Zeit von selbst auf die didaktischen Prinzipien der neuen Richtlinien und Lehrpläne einstellen wird. Die beharrenden Kräfte im bürokratischen System Schule dürfen nicht unterschätzt werden, und der Druck vieler Eltern, zum traditionellen Rechenunterricht zurückzukehren, ist groß. Behindert wird die Entwicklung auch durch Schulbücher, die traditionellen Vorstellungen verhaftet bleiben und sich den Lehrplänen äußerlich nur soweit anpassen, wie es zu ihrer Genehmigung erforderlich ist. Parallel dazu wuchert eine Subkultur von ergänzenden "Handreichungen", "Unterrichtshilfen" und "Kopiervorlagen", die den Prinzipien der neuen Lehrpläne direkt widersprechen, diese Prinzipien aber ungeniert als Etiketten benutzen. Ein besonders typisches Beispiel hierfür ist das Materialangebot für die "Freie Arbeit". Diese aus der Montessori- und Freinet-Pädagogik entlehnte Arbeitsform zielt darauf ab, die Kinder in größeren Sinnzusammenhängen, unter Verfolgung eigener Wege und nach eigenem Lernrhythmus möglichst selbständig arbeiten zu lassen – ganz im Einklang mit den Bestrebungen der neuen Lehrpläne. Es mag hart klingen, muß aber im Interesse der Sache klar ausgesprochen werden: Die meisten der für "Freie Arbeit" angebotenen Materialien verkörpern geradezu das Gegenteil. Was ist das für eine "Freiheit", wenn der Schüler allenfalls frei in ein Regal greifen kann und das herausgegriffene Material ihn im weiteren durch eine kleinschrittige Aufgabenfolge vollkommen festlegt? Was ist das für eine "Selbstkontrolle", wenn der Schüler nur eine in das Material eingebaute Lösungskontrolle anwendet?

Diese Vernebelung der didaktischen Landschaft kann nur durch saubere und gründliche Analysen aufgehellt werden, bei denen Positionen klar benannt und Unterrichtsvorschläge unmißverständlich eingeordnet werden. Zu einer solchen Positionsbestimmung sollen die beiden nächsten Abschnitte beitragen.

2. Lernen und Üben nach dem Prinzip der kleinen und kleinsten Schritte

Rechnen zu wollen, ohne denken zu wollen, ist ebenso gut, wie atmen zu wollen ohne Lunge.

A. Diesterweg

Einer der Gründe für die Lernschwierigkeiten der Schüler ist das nutzlose Auf-der-Stelle-Treten, das einförmige Üben.

P.M. Erdnijew

Eingeübte Fertigkeiten können nur dann in verständnisvoller, nicht-mechanischer Weise angewandt werden, wenn bereits ihr Erlernen von Verständnis begleitet war.

John Dewey

Die Lehr-/Lernkonzeption der kleinen und kleinsten Schritte ist dadurch gekennzeichnet, daß der Lernstoff in kleine "Lernatome" zerlegt wird, die voneinander isoliert jeweils für sich durchgenommen werden. Die zu lernenden Wissenselemente und Fertigkeiten werden zuerst an Beispielen und Musteraufgaben erläutert und dann durch eine Vielzahl von Klein- und Kleinstaufgaben eines bestimmten Typs mit meistens genau festgelegtem äußeren Format ("Musterlösung") eingeübt. Die Kontrolle muß von außen kommen, da die Aufgaben in der Regel beziehungslos aufgereiht sind ("graue Päckchen"). Insgesamt handelt es sich um einen Unterricht, der im Ablauf genau reglementiert und kontrolliert ist und der auf die Vermittlung normierter Kenntnisse und Fertigkeiten sowie deren konforme Anwendung auf bestimmte Aufgabentypen abzielt.
In dieser Methode ist unschwer das Grundmuster des Reiz-Reaktions-Lernens der Assoziationspsychologie zu erkennen (vgl. *Brownell* 1944):

1. Dem Schüler werden bestimmte "Aufgabenreize" (oder bestimmte Aufgabentypen) vorgestellt, auf die er "reagieren" soll.
2. Es wird festgelegt, wie die "Reaktion" (Antwort oder Lösung) aussehen soll.
3. Dem Schüler werden weitere "Aufgabenreize" vorgelegt, auf die er die gewünschten Antworten geben soll, wobei richtige Antworten gelobt und falsche Antworten kritisiert und korrigiert werden.
4. Der Schritt (3) ist bis zur Festigung der Verbindung zwischen Reiz und Reaktion zu wiederholen.

In Reinkultur ist dieses Konzept in der "Psychology of Arithmetic" von *E. Thorndike*, einem der Hauptvertreter des Behaviorismus, zu studieren (*Thorndike* 1922), der durch seine Trainingsexperimente mit Ratten bekannt geworden ist. In der Unterrichtspraxis ist es in abgemilderter, aber dennoch deutlich ausgeprägter Form zu finden, wie an zwei Beispielen illustriert werden soll.
Abb. 1 (s. Seite 160) zeigt eine typische Seite aus einem Schulbuch für das 1. Schuljahr (im Original farbig), auf der das Vertauschungsgesetz der Addition behandelt wird. Der Schüler soll lernen, dieses Gesetz an Beispielen aufzuzeigen und es beim Rechnen anzuwenden.
Die Seite beginnt mit einer Veranschaulichung des Gesetzes durch Bilder. Dabei wird gleichzeitig ein bestimmtes Aufgabenformat eingeführt:

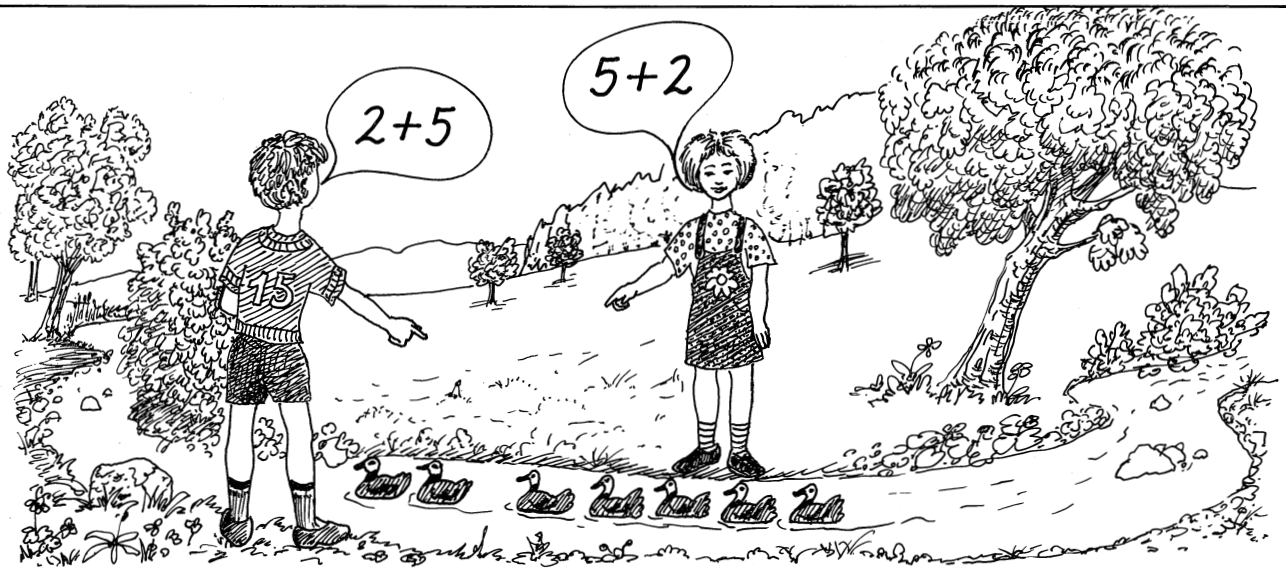
$$4 + 2 = \square$$
$$2 + 4 = \square$$

Es schließen sich serienweise Päckchen mit gleichförmigen Übungsaufgaben an, die in der "Schwierigkeit" schrittweise gestuft sind. Das ursprüngliche Aufgabenformat geht dabei über in die Formate

$$1 + 6 = 6 + 1 = \square$$

$$4 + 2 + 2 = \square$$
$$2 + 4 + 2 = \square$$

$$2 + 7 + \square = 10$$



○○○○●● 4 + 2 = □ ■■□□□□□ □ + □ = □

●●○○○○ 2 + 4 = □ □□□□□■■ □ + □ = □

① 5 + 1 = □
1 + 5 = □
4 + 3 = □
3 + 4 = □

② 7 + 1 = □
1 + 7 = □
8 + 1 = □
1 + 8 = □

③ 6 + 2 = □
2 + 6 = □
6 + 3 = □
3 + 6 = □

④ 8 + 2 = □
2 + 8 = □
7 + 2 = □
2 + 7 = □

⑤ 1 + 6 = 6 + 1 = □
2 + 5 = 5 + 2 = □
3 + 7 = 7 + 3 = □
1 + 8 = 8 + 1 = □

⑥ 4 + 2 + 2 = □
2 + 4 + 2 = □
5 + 3 + 1 = □
3 + 5 + 1 = □

⑦ 3 + 4 + 3 = □
2 + 8 − 3 = □
4 + 5 − 3 = □
1 + 9 − 2 = □

⑧ 2 + 7 + □ = 10
4 + 4 + □ = 10
8 + 1 − □ = 5
7 + 2 − □ = 6

⑨ 3 + 2 + 3 = □
10 − 2 − 3 = □
3 + 5 + 2 = □
8 − 3 − 1 = □

⑩ 2 + 7 − 5 = □
4 + 3 − 2 = □
7 + 2 − 4 = □
1 + 6 − 2 = □

Abb. 1

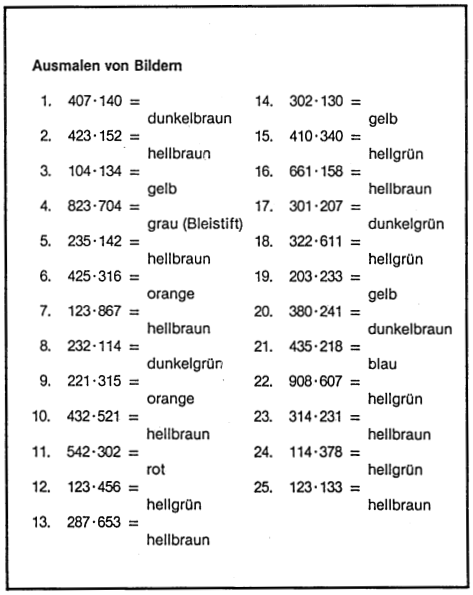
und schließlich in eine freiere Verwendung des Gesetzes beim Rechnen. Die "Isolierung der Schwierigkeiten" zeigt sich auch darin, daß der Zehnerraum an keiner Stelle überschritten wird.
In der Praxis wird eine solche Seite in der Weise erarbeitet, daß zunächst die Bilder besprochen und die ersten Aufgaben gemeinsam gelöst werden. Wenn das Gros der Kinder das Muster erfaßt hat, werden weitere Aufgaben in Stillarbeit gerechnet, wobei schwächere Kinder im Einzelgespräch weitere Hilfen und Anleitungen erhalten. Abschließend werden weitere Päckchen als Hausaufgaben gegeben, und die Ergebnisse werden in der nächsten Stunde überprüft.

Abb. 2 zeigt den "bunten Hund" (vgl. *Radatz/Schipper* 1983, S. 209), eine der typischen "spielerischen" Übungsformen, die als Ersatz für die "grauen Päckchen" entwikkelt worden sind, um den Kindern das unvermeidliche Üben zu versüßen : Eine Serie von gleichförmigen Aufgaben (hier zur schriftlichen Multiplikation) ist mit dem Ausmalen eines Bildes verbunden. Die Aufgaben sind insofern willkürlich zusammengestellt, als jede Aufgabe sich durch eine andere Aufgabe des gleichen Typs ersetzen ließe, ohne daß dies an der Serie etwas ändern würde. Die Ergebnisse der Aufgaben stehen auf den Feldern des Hundes, und immer, wenn das Kind eine Aufgabe richtig gerechnet hat, kann es das Ergebnis auf dem Hund wiederfinden und darf das entsprechende Feld zur Belohnung in der angegebenen Farbe ausmalen ("Selbstkontrolle").
Das heutige Übungsangebot quillt von Übungsformen über, die wie der "bunte Hund" die assoziationspsychologische Theorie des Reiz-Reaktions-Lernens geradezu musterhaft verkörpern:
Zu lösen sind jeweils Serien gleichartiger Aufgaben; die Lösungen werden durch Kontrollmechanismen überprüft.
Durch unterschiedlichste Methoden der Aufgabenpräsentation und der Kontrolle ergibt sich äußerlich gesehen eine ungeheure Vielfalt von "abwechslungsreichen" Materialien, deren uniformes Strickmuster bei genauerem Hinsehen aber sofort offenbar wird: LÜK-Kasten (L = Lernen, Ü = Üben, K = Kontrollieren), Heinevetter-Rechentrainer, Profax-Übungsgerät, "Little Professor", Aufgabenkärtchen für Setzleisten, Aufgabenblätter mit Farbkontrollen oder Lösungsblättern, Kopiervorlagen aller Art usw. usw. (vgl. *Radatz/Schipper* 1983, 194–195, 208–209).

Wie sind nun diese Übungsformen didaktisch zu bewerten?

Der **vereinzelte** Einsatz solcher Materialien ist als **Ergänzung** durchaus vertretbar. Eine Lern- und Übungspraxis aber, die von diesen kleinschrittigen, von außen kontrollierten, beziehungslosen Aufgaben **beherrscht** wird, ist aus einer Reihe von Gründen **ineffektiv**:

1. Das sorgfältige Arrangement jeder einzelnen Lerneinheit bietet dem Schüler so viele **äußere Hilfen**, daß er bei entsprechend massierter Übung zwar in die Lage versetzt werden kann, die gerade geforderten Aufgaben zu lösen, notfalls mechanisch. Die erworbenen Kenntnisse erhalten dabei aber nicht die Stabilität, die für ihre Anwendbarkeit auch in nicht besonders präparierten unterrichtlichen und lebensweltlichen Situationen notwendig ist. Man züchtet "Treibhauspflänzchen", die in den Kindern gar nicht einwurzeln und überhaupt nur in einer bestimmten Schulumgebung eine Zeitlang am Leben erhalten werden können. Der Schüler wird bei dieser Methode dazu verleitet, sich auf Äußerlichkeiten zu konzentrieren. **Denken und Rechnen werden entkoppelt.** Bereits leichte Änderungen von Formulierungen, Schreibweisen, Aufgabenstellungen usw. können den Schüler völlig verwirren.
2. Die Vorgabe von Aufgabentypen und Musterlösungen wirkt sich langfristig schädlich auf die Lerneinstellung des Schülers aus. Anstatt Erfahrungen zu erwerben, wie man den eigenen gesunden Menschenverstand gebrauchen kann, um aktiv und selbständig an Aufgaben heranzugehen, gewöhnt sich der Schüler mehr und mehr an, die Verantwortung für das Lernen dem Lehrer zu überlassen und selbst passiv abzuwarten, bis ihm Rezepte und deren Anwendung auf typische Aufgaben erklärt werden. Auch die Kontrolle für die Richtigkeit von



Ausmalen von Bildern

1.	407 · 140 = dunkelbraun	14.	302 · 130 = gelb
2.	423 · 152 = hellbraun	15.	410 · 340 = hellgrün
3.	104 · 134 = gelb	16.	661 · 158 = hellbraun
4.	823 · 704 = grau (Bleistift)	17.	301 · 207 = dunkelgrün
5.	235 · 142 = hellbraun	18.	322 · 611 = hellgrün
6.	425 · 316 = orange	19.	203 · 233 = gelb
7.	123 · 867 = hellbraun	20.	380 · 241 = dunkelbraun
8.	232 · 114 = dunkelgrün	21.	435 · 218 = blau
9.	221 · 315 = orange	22.	908 · 607 = hellgrün
10.	432 · 521 = hellbraun	23.	314 · 231 = hellbraun
11.	542 · 302 = rot	24.	114 · 378 = hellgrün
12.	123 · 456 = hellgrün	25.	123 · 133 = hellbraun
13.	287 · 653 = hellbraun		

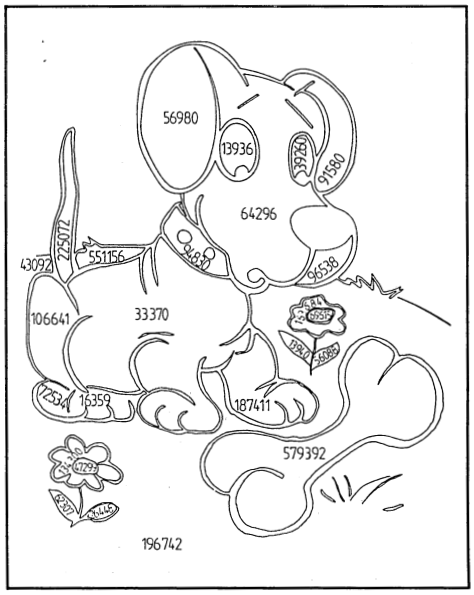


Abb. 2

Lösungen wird auf den Lehrer verlagert. Die Fähigkeit, Aufgaben selbst zu durchdenken, die eigenen Überlegungen zu bewerten, und damit **selbst** Verantwortung für das Lernen zu übernehmen, wird so beim Schüler nicht entwickelt. Der kleinschrittige, förmliche Rechenunterricht wirkt auf das Denken der Schüler wie "Chloroform" (*Benezet* 1935/36, S. 364).

3. Das monotone Üben stereotyper Aufgaben verführt zum kurzfristigen oberflächlichen Anlernen von Mechanismen und ist daher nicht auf Langzeiterfolge angelegt. Immer wieder müssen Kenntnisse und Fertigkeiten aufgefrischt werden, die längst "sitzen" sollten. Da dies insgesamt einen erheblichen zusätzlichen Zeitaufwand bedeutet, steht der Gesamteinsatz in einem sehr ungünstigen Verhältnis zum Effekt. Diese Übungspraxis ist daher schon in einem ganz vordergründigen Sinn ineffektiv.
4. Völlig ungenügend ist das isolierende, kleinschrittige Lernen und Üben für die Entwicklung höherer Lernziele und damit für den Beitrag des Mathematikunterrichts zur Denkerziehung und zur Allgemeinbildung. "Graue Päckchen" und "bunte Hunde" bieten keine Gelegenheit, an Problemsituationen probierend-entdeckend heranzugehen sowie Gesetzmäßigkeiten, Beziehungen und Strukturen aufzuspüren. "Graue Päckchen" und "bunte Hunde" legen auch keinen Grund für die gedankliche und rechnerische Durchdringung von Sachaufgaben. Woher soll denn ein Schüler, der an kleinschrittiges Lernen und Üben gewöhnt worden ist, plötzlich die Fähigkeit zur Lösung von Aufgaben haben, bei denen gerade **nicht** vorgegeben ist, was er zu rechnen hat? Die Schwierigkeiten der Schüler beim Sachrechnen sind zwar bekannt und werden allgemein beklagt. Der schädliche Einfluß kleinschrittiger Übungen auf die Sachrechenleistungen wird m.E. aber viel zu wenig beachtet (vgl. hierzu die Beobachtungen und Versuche eines Schulpraktikers in *Benezet* 1935/36).

3. Lernen und Üben nach den Prinzipien des aktiven und entdeckenden Lernens

Üben ist damit im wesentlichen das Wiederaufnehmen eines (entdeckenden) Lernprozesses, das Nocheinmalnachbilden, Nocheinmalnachbauen von Lernsituationen. An der zunehmenden (und nicht schon gleich vermittelten) Mechanisierung von Verfahren, an der Verflechtung von Wissen, sowie an der geläufigeren Handhabung von Strategien werden die Schüler bewußt und aktiv beteiligt.

Heinrich Winter

Von grundsätzlich anderer Qualität als das kleinschrittige Lernen und Üben ist das Lernen und Üben nach den Prinzipien des aktiven und entdeckenden Lernens: Die einzelnen Lernabschnitte sind großzügiger bemessen und schaffen Sinnzusammenhänge, aus denen heraus sich für die Schüler vielfältige Aufgaben unterschiedlichen Schwierigkeitsniveaus ergeben. Durch den Lehrer angeregt und auf bestimmte Ziele hingelenkt **erarbeiten sich** die Schüler bestimmte Fertigkeiten, Wissenselemente und Lösungsstrategien. Die Diskussion der Ideen und Überlegungen der Schüler in der Klasse wird dabei genutzt, um zunächst unvollkommene Ansätze der Schüler weiterzuentwickeln. Geübt wird ebenfalls in sinnvollen Zusammenhängen.

Betrachten wir auch hier zur Illustration eine Schulbuchseite und eine typische Übungsform. Am schönsten wäre es natürlich, eine Alternativseite zum Kommutativgesetz vorstellen zu können. Aber eine solche Seite kann es nicht geben, weil bei der aktiv-entdeckenden Methode solche "Lernatome" ausgeschlossen sind. Wir müssen also ein anderes Beispiel wählen. Abb. 3 (s. S. 163) zeigt eine Seite eines Schulbuchs für das 2. Schuljahr, die als Einführung in den Hunderterraum dienen soll (im Original farbig). Dem Schüler werden zunächst einige Abzählaufgaben gestellt, **ohne** daß bestimmte Musterlösungen vorgeschrieben sind. Die Anzahlen lassen sich in der Tat auf verschiedene Weise bestimmen, und es liegt nahe, die verschiedenen Ansätze vergleichen zu lassen. Von Aufgabe zu Aufgabe können die Schüler mehr Routine in der geschickten räumlichen Gliederung der zu zählenden Objekte entwickeln und arbeiten sich daher immer mehr in den Hunderterraum ein. Die Orientierung im neuen Zahlraum wird im unteren Drittel der Seite und auf den folgenden Seiten durch andersartige Aufgaben fortgesetzt. Es gibt dabei keine Aufgabentypen, auf die sich die Schüler mit stereotypen Antworten einstellen könnten. Daher sind sie immer gezwungen nachzudenken.

Als Beispiel für eine Übungsform, bei der die einzelnen Aufgaben in einem sinnvollen Zusammenhang stehen, betrachten wir das *"Würfelraten"* zur Übung des kleinen Einspluseins im 1. Schuljahr (vgl. Abschnitt 3.3.1).

In der ersten Phase lernen und üben die Schüler, die Augenzahlen dreier gleichzeitig geworfener Würfel geschickt zu addieren (Abb. 4).

Beispiel:

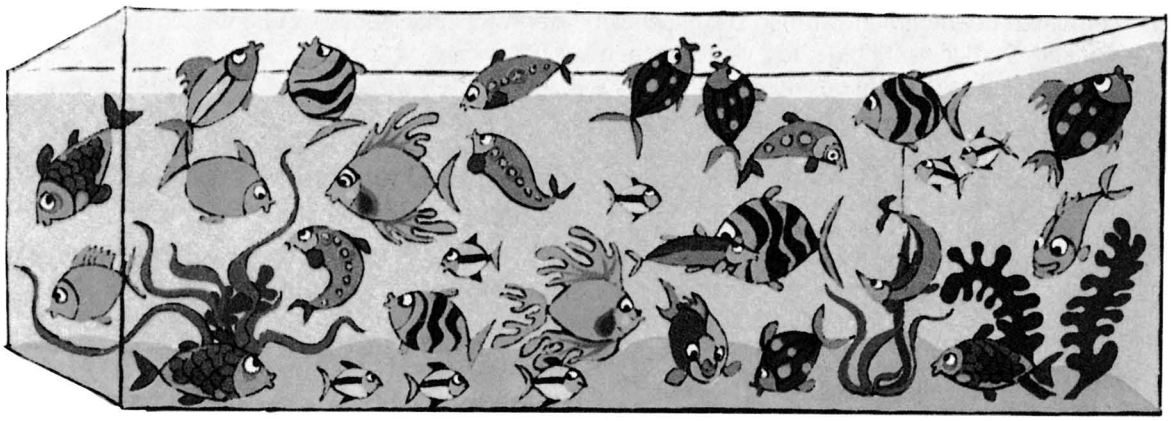
5 + 4 + 2 = 11

Bei den Aufgaben der zweiten Phase wirft der Lehrer jedesmal drei Würfel so, daß die Schüler die Ergebnisse nicht sehen können (z.B. hinter einer Tasche versteckt). Er sagt die Augensumme bei jedem Durchgang an, und die Schüler müssen durch geschicktes Fragen, Rechnen und Denken die Augenzahlen der einzelnen Würfel bestimmen.

Beispiel: Augensumme 13

	Tafelbild
	13 =
"Ist eine 6 dabei?"	
L: *"Nein."*	
S: *"Ist eine 4 dabei?"*	
L: *"Ja."*	13 = 4 +
S: *"Ist noch eine 4 dabei?"*	
L: *"Ja."*	13 = 4 + 4 +
S: *"Dann zeigt der letzte Würfel eine 5."*	13 = 4 + 4 + 5

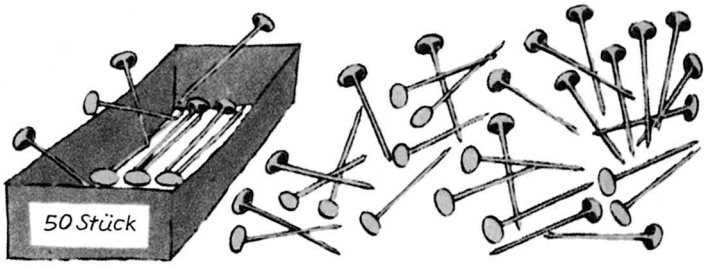
1. Mengen mit vielen Elementen



1 Wie viele Fische hat Bernd in seinem Aquarium? Schätze zuerst! Zähle in Zweierschritten. Zähle noch einmal nach in Dreierschritten.

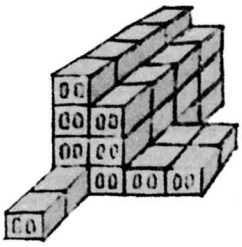
2

Zähle die Nadeln.



Zähle die Nägel in der Schachtel, die daneben, alle.

4 Wie viele Steine sind hier wohl aufgebaut? Man sieht nicht alle. Wie viele sind es mindestens?

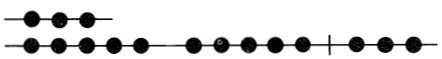


5 Zähle die Speichen. Ist es eine gerade oder ungerade Anzahl?

6 Wie viele Speichen hat das Vorderrad deines Fahrrades? Ralf hatte am Hinterrad seines Fahrrades 36 Speichen, aber drei davon zerbrachen und fielen heraus.

7 Setze fort:

1 + 2 = 3
11 + 2 = 13
21 + 2 = 23
31 + 2 = □



8 Setze fort:

10, 12, 14, 16, . . ., 30
11, 13, 15, 17, . . ., 31
5, 10, 15, 20, . . ., 55
10, 20, 30, 40, . . ., 100

9 Gleich? Kleiner als? Größer als? (=, <, >)

60 < 70	16 . . . 61	2 + 3 . . . 6
50 . . . 30	20 . . . 2	2 + 5 . . . 6 + 1
51 . . . 15	100 . . . 99	10 − 1 . . . 9
11 . . . 12	17 . . . 71	41 + 2 . . . 45 − 2

10 Die Hälfte von 14 ist . . .
Die Hälfte von 20 ist . . .
Das Doppelte von 6 ist . . .
Das Doppelte von 11 ist . . .

Abb. 3

In der dritten Phase schließlich erhalten die Schüler die **Denk**aufgabe, möglichst alle Möglichkeiten zu bestimmen, wie eine vorgegebene Augensumme durch die Augenzahlen dreier Würfel verkörpert werden kann.

Beispiel:	8 = 6 + 1 + 1
Augensumme 8	8 = 5 + 2 + 1
	8 = 4 + 3 + 1
	8 = 4 + 2 + 2
	8 = 3 + 3 + 2

Da sich bei kleinen und großen Augensummen weniger Kombinationen ergeben als bei mittleren, bietet diese Aufgabe die Möglichkeit einer natürlichen Differenzierung.

Die Übung *"Würfelraten"* eröffnet den Schülern einen Sinnzusammenhang, innerhalb dessen sie Additions-, Ergänzungs- und Subtraktionsaufgaben unter wechselnden Fragestellungen lösen und im Anschluß daran Strukturzusammenhänge aufdecken können. **Durchweg** ergeben sich Aufgaben unterschiedlicher Schwierigkeit, so daß **alle** Schüler an einer **gemeinsamen** Aktivität beteiligt werden können. Die soziale Interaktion braucht nicht von außen künstlich inszeniert zu werden, sondern liegt in der **Natur der Sache**.

Mit welchem Recht ist nun Lernen und Üben nach den Prinzipien des aktiven und entdeckenden Lernens als **produktiv** zu bezeichnen?

1. Lernen und Üben in Sinnzusammenhängen veranlaßt und befähigt den Schüler, zusätzlich zu den Informationen des Lehrers, **eigene Denkleistungen** zu erbringen, zu prüfen und auf die Sacherfordernisse abzustimmen. Dem Schüler werden anders als bei der kleinschrittigen Stufung nicht alle Hindernisse und Widerstände aus dem Weg geräumt. So lernt er, sie zu überwinden, und wird versierter. Dadurch, daß bei der ganzheitlichen Erarbeitung von Themen immer Aufgaben unterschiedlicher Schwierigkeitsniveaus anfallen, können sich **alle** Schüler, von lernschwachen bis leistungsstarken, nach ihren Möglichkeiten beteiligen (**natürliche** Differenzierung). Es entfällt der Zwang zu einem **gleichschrittigen** Vorgehen auf einem mittleren Niveau, mit der Gefahr, schwache Schüler zu **über-** und leistungsstarke zu **unter**fordern.
2. Die **Bewußtheit** und die **Verantwortung** des Schülers für sein Lernen werden gefördert. Der Schüler lernt und übt überlegter (Worum geht es? Was ist leicht? Was kann ich schon? Was fällt mir schwer? Welcher Weg ist vorteilhafter? Was muß ich noch lernen? usw.) und er versucht, sich möglichst aus eigener Kraft in dem betreffenden Stoffgebiet zurechtzufinden. Die dabei erzielten Erfolge stärken das Selbstvertrauen und regen dazu an, auf neue Themen aktiv zuzugehen.
3. Die starke persönliche Beteiligung bei der Erarbeitung von Kenntnissen, Fertigkeiten und Denkstrategien führt zu viel besseren **Langzeiterfolgen**, als sie im kleinschrittigen, reglementierten Unterricht je zu erreichen sind.
4. Lernen und Üben in Sinnzusammenhängen entspricht dem Wesen der Mathematik und ihren Anwendungen. So wird eine Motivation aus der Sache heraus ermöglicht und ein natürlicher Rahmen für soziales, sinnerfülltes Lernen geschaffen.

4. Zur realistischen Einschätzung aktiv-entdeckender Lehr-/Lernformen

Es scheint eine weit verbreitete Meinung zu sein, man dürfe Kinder anfangs nicht mit der Komplexität eines Stoffgebietes konfrontieren, da sie derart komplizierte Sachverhalte unmöglich bewältigen könnten. Ich teile diese Ansicht nicht. Die Ursache für diesen Irrglauben liegt m.E. darin, daß zwei grundverschiedene Dinge nicht auseinandergehalten werden, nämlich eine ganzheitliche, grobe Übersicht über das Stoffgebiet einerseits und die Beherrschung aller seiner Einzelheiten andererseits. Die Kinder benötigen natürlich geraume Zeit, um alle möglichen Einzelheiten zu lernen. Es ist aber keine Frage, daß ihnen das leichter fällt, wenn sie über die Gesamtheit der zu erwartenden Lernaufgaben richtig vorinformiert sind.

Margaret Donaldson

Die in den beiden vorangehenden Abschnitten vorgenommene Gegenüberstellung der Konzeptionen des reglementierten, kleinschrittigen Unterrichts einerseits und des aktivierenden, themenorientierten Unterrichts andererseits wirkt auf Praktiker leicht akademisch, weil trotz illustrativer Beispiele **grundsätzliche** didaktische Aspekte betont werden und unterrichtspraktische Fragen ausgeklammert scheinen. Daher ist es verständlich, wenn viele Praktiker der in Abschnitt 3 beschriebenen Position zwar "theoretisch" zustimmen und sie "im Prinzip" gerne übernehmen möchten, dann aber doch eine Reihe gewichtiger Einwände und Vorbehalte gegen ihre unterrichtliche Realisierung erheben. Diese Punkte sind nicht aus der Luft gegriffen, sondern im Gegenteil tief in praktischen Erfahrungen verwurzelt. Daher muß man sie sorgfältig analysieren. Es ist im übrigen das gute Recht der Praktiker, **vorher** möglichst genau zu erfahren, worauf sie sich mit einer neuen Lehr-/Lernmethode einlassen. Ohne kritische Rückfragen ist aber ein realistisches Bild nicht zu gewinnen.

Folgende Punkte werden von Praktikern am häufigsten genannt:

(1) "Schwarz-Weiß-Malerei":
"Die Gegenüberstellung ist überzeichnet. Die Methode der kleinen und kleinsten Schritte führt nachweislich zu Erfolgen. Das Prinzip des aktiv-entdeckenden Lernens ist auch kein Wundermittel."

(2) "Lernschwache Schüler":
"Aktiv-entdeckende Verfahren eignen sich für die guten Schüler. Für lernschwache Schüler bleibt nur

der mühselige Weg des kleinschrittigen, langsamen Vorgehens, begleitet von intensiven gleichförmigen Übungen."

(3) "Geliebte Päckchen":
"Viele Schüler zeigen eine Vorliebe für "graue Päckchen" und "bunte Hunde", und nichts ist motivierender als dauernde kleine Erfolge."

(4) "Höherer Zeitaufwand":
"Aktiv-entdeckende Verfahren sind zu zeitaufwendig."

(5) "Verlust von Kontrolle":
"Das Vorgehen in kleinen und kleinsten Schritten gibt dem Lehrer Sicherheit und erlaubt ihm, den Unterricht und die Disziplin in der Klasse zu kontrollieren. Bei einem aktiv-entdeckenden Unterricht ist mit einer so großen Vielfalt von Schülerreaktionen und einem so breiten Leistungsspektrum zu rechnen, daß die Klasse kaum noch zusammenzuhalten und zu kontrollieren ist. Am Ende stünde dann möglicherweise das blanke Chaos."

(6) "Schwer durchsetzbar":
"Aktiv-entdeckende Unterrichtsverfahren stoßen auf den Widerstand von Eltern und manchmal auch von Kollegen. Insbesondere erschweren sie es, zu Noten zu kommen, die man schwarz auf weiß belegen kann."

Die Einwände überlappen sich teilweise. Trotzdem möchte ich getrennt auf sie eingehen, auch wenn dadurch einige Wiederholungen unvermeidlich werden.

Zu (1): **"Schwarz-Weiß-Malerei":**

Ich bestreite keineswegs, daß der kleinschrittige Unterricht auch Erfolge aufzuweisen hat, behaupte allerdings, daß diese weitgehend **kurzfristiger** und **oberflächlicher** Natur sind. M.E. beruht die verführerische Wirkung der kleinschrittigen Vermittlung von Rezepten für bestimmte Aufgabentypen gerade auf den bei passend gestellten Klassenarbeiten kurzfristig erzielbaren Erfolgen, die man nach außen vorweisen und, wenn man will, auch vortäuschen kann. Wegen der Begrenztheit und Flüchtigkeit der so erworbenen Kenntnisse ist der kleinschrittige Unterricht aber **langfristig gesehen ineffektiv**. Wenn trotzdem bleibende Erfolge auftreten, so muß bezweifelt werden, ob sie wirklich ganz diesem Unterrichtsstil zuzuschreiben sind. Zumindest zum Teil dürften sie der Eigenaktivität der Schüler entspringen, die auch durch die engste Unterrichtsführung nicht ausgeschaltet werden kann.

Andererseits hat aber natürlich auch die Methode des aktiv-entdeckenden Lernens klar ihre Grenzen. Weder hat sie spektakuläre Erfolge aufzuweisen, noch ist sie frei von Mißerfolgen. Es gibt überhaupt keine Unterrichtsmethode, die alle Lernschwächen aus der Welt schaffen und alle Lehr- und Lernprobleme lösen kann. Auf aktiv-entdeckende Weise lassen sich aber die in den Schülern liegenden Möglichkeiten weitaus besser entwickeln sowie ihre Lernschwierigkeiten weitaus besser erkennen und auffangen als mit einem kleinschrittigen, eng geführten Unterricht.

Zu (2): **"Lernschwache Schüler":**

Dieser Einwand wird häufig mit einer zu elitären Interpretation des "entdeckenden" Lernens im Sinne von "kreativem" Lernen verbunden, als ob der "entdeckende" Unterricht nur auf dem Niveau anspruchsvoller Problemlöseaktivitäten stattfinden könnte und auf einen ständigen Fluß kreativer Ideen der Schüler angewiesen sei. Dies ist aber ein gründliches Mißverständnis, dem die Verfechter des entdeckenden Lernens vielleicht nicht entschieden genug entgegengetreten sind. Die Autoren des vorliegenden Handbuches verstehen "aktiv-entdeckend" im Sinne Kühnels schlicht und einfach als **aktive** Erarbeitung und Aneignung von Wissen im Gegensatz zu einer **passiven** Aufnahme. Ohne eigene Aktivität und ohne eigenes Zutun können aber auch lernschwache Schüler nicht effektiv lernen. Gerade für diese Schüler ist ein Herstellen größerer Zusammenhänge außerordentlich wichtig, weil sie sich die für das Lernen nötige Orientierungsgrundlage im Gegensatz zu leistungsstärkeren Schülern nicht selbst schaffen können. Mit einer Zersplitterung des Stoffes in isolierte "Lerneinheiten" hilft man lernschwachen Schülern also nicht, sondern man behindert sie eher. Es hat auch keinen Sinn, diese Schüler durch massierte Unterweisung und Übung zu Lernzielen führen zu wollen, für deren aktive Bewältigung ihre Lernvoraussetzungen nicht ausreichen. Einerseits ist es unproduktiv, weil "eingetrichterte" Mechanismen für die Schüler totes Wissen sind - falls sie überhaupt über längere Zeit behalten werden können. Andererseits aber verlieren die Schüler bei einem solchen Vorgehen das Vertrauen in ihre eigenen Denkmöglichkeiten, was sich im weiteren Unterricht von Jahr zu Jahr schlimmer auswirkt und schließlich zu "hoffnungslosen Fällen" führen kann.
Im Rahmen eines ganzheitlichen, themenorientierten Unterrichts bestehen dagegen **echte** Möglichkeiten der Förderung lernschwacher Schüler: Das Aufgabenangebot enthält Aufgaben unterschiedlicher Schwierigkeitsniveaus, die Form der Lösungen und die Lösungswege sind nicht vorgeschrieben, sondern lassen den Schülern Freiheiten. Die Schüler dürfen bei ihren Rechnungen selbstverständlich auf Materialien zurückgreifen, solange sie diese benötigen. Die fortschreitende Schematisierung von Rechenverfahren ist ja Bestandteil des aktiv-entdeckenden Unterrichts. Außerdem werden bei diesem Unterricht Fehlvorstellungen nicht kaschiert, sondern sie lassen sich frühzeitig erkennen und für den Lernfortschritt nutzen.

Zu (3): **"Geliebte Päckchen":**

Dies ist eine Tatsache, die nicht zu leugnen ist. Es stellt sich aber die Frage, wie man sie pädagogisch-didaktisch bewerten soll.

Leppig (1984) erklärt die Liebe der Kinder zu Päckchen folgendermaßen:

"Päckchenrechnen besteht im wesentlichen darin, wahre Aussagen in größerer Zahl hinzuschreiben und vorzulesen. Es gibt keine Stelle im gesamten Geschehen Schule, an der ein Schüler so oft die Bestätigung erhält, er habe etwas Richtiges gesagt, geschrieben, gezeigt, denn an keiner Stelle werden soviel Aussagen hintereinander gemacht."

Weil sich diese Rechtfertigung nicht auf die Bildungsziele, Inhalte und Lernprinzipien des Unterrichts bezieht, sondern die **äußere Beurteilung** der Lernerfolge durch den Lehrer und durch Mitschüler zum einzigen Maßstab macht, geht sie m.E. am Kern der Erziehungsarbeit vorbei.
Um zu einer tieferen Sichtweise zu gelangen, muß man das Problem der Motivation genauer analysieren. Der große amerikanische Pädagoge *J. Dewey* hat zu Beginn dieses Jahrhunderts in einem fundamentalen Aufsatz über "Interesse und Willensanstrengung im Unterricht" sehr genau zwischen echten und unechten Formen der Motivation von Kindern unterschieden (*Dewey* 1979). **Unecht** ist für Dewey die Motivation sowohl dann, wenn Lernaufgaben mit einer **äußeren, für die Kinder attraktiven Verpackung oder Einkleidung** versehen werden, als auch dann, wenn bei uninteressanten oder gar lästigen Lernaufgaben an die **Willensanstrengung und Selbstüberwindung der Kinder** appelliert wird – natürlich mit der Aussicht auf Lob, wenn sie die Aufgaben brav erledigt haben. Für Dewey kommt es bei der negativen Bewertung dieser Formen der Motivation entscheidend darauf an, daß in beiden Fällen unterstellt wird, der Lerngegenstand sei trocken und das Kind uninteressiert, und daß daher besondere Maßnahmen notwendig seien, um das Kind zum Lernen zu bringen.

Die einzige **echte** Form der Motivation besteht für *Dewey* darin, daß die Lernaufgabe an sich für das Kind interessant ist, **weil sie zur Entwicklung der kindlichen Kräfte beiträgt**. Das Kind kann sich an der Aufgabe messen und seine Kenntnisse und Fertigkeiten erweitern *(Dewey* 1979, S. 156):

"Die wahre Motivation beruht auf der unzertrennlichen Verbindung zwischen dem sich entwickelnden Kind und der Lernaufgabe, die gewissermaßen in der Richtung der Entwicklung liegt und die von dem Kind in Angriff genommen werden muß, wenn es sich selbst treu bleiben will. Wenn diese Verbindung sichergestellt ist, brauchen wir weder an die bloße Willenskraft des Kindes zu appellieren noch uns um eine geeignete Verpackung der Lernaufgabe kümmern."

Auf das Problem des Lernens und Übens im Mathematikunterricht übertragen, zeigt die Deweysche Analyse, daß die einzige **auf Dauer**, auch über die Grundschule hinaus, tragfähige Grundlage für die Motivation der Kinder in den Lebensbezügen und Strukturen des Faches Mathematik gesucht werden muß. Diese dürfen nicht durch "bunte Hunde" und "graue Päckchen" zum Verschwinden gebracht werden, sondern sind in den Wahrnehmungsbereich der Kinder zu rücken. Die Beispiele dieses Handbuchs zeigen, in welcher Form dies möglich ist. Für die Mathematikdidaktik ergibt sich hieraus die große Aufgabe, eine für Grundschullehrer geeignete "Elementarmathematik vom pädagogisch-didaktischen Standpunkt aus" zu entwickeln und ihren Nutzen als wissenschaftlichen Hintergrund des Mathematikunterrichts der Grundschule nachzuweisen (vgl. hierzu *Wittmann* 1988).
Die Beispiele des Handbuchs zeigen weiter, daß die Kinder auch bei der aktiv-entdeckenden Bearbeitung von Übungen ständig Rückmeldungen über die Richtigkeit ihrer Rechnungen und Überlegungen erhalten, wobei die Kontrolle aber nicht nur vom Lehrer oder den Mitschülern, sondern vielfach aus der Sache selbst kommt. Es gibt also bessere Erfolgsbestätigungen als richtig gerechnete "graue Päckchen".

Zu (4): **"Höherer Zeitaufwand":**

Es ist klar, daß die Schüler für selbständiges Überlegen und die Diskussion ihrer Ansätze mehr Zeit brauchen, als nötig ist, um Musteraufgaben und Musterlösungen vorzuführen und gleichartige Übungsaufgaben lösen zu lassen. Dies ist aber nur die eine Seite der Medaille. Auf der anderen Seite darf nämlich nicht übersehen werden, daß die Aufsplitterung des Lernstoffs in kleine Atome, die Isolierung der Schwierigkeiten und die kleinschrittige Stufung den Zeitaufwand sehr stark vergrößern. Zusammengehörige Wissenselemente und Fertigkeiten lassen sich im Zusammenhang nicht nur leichter, sondern auch viel ökonomischer und schneller lernen. Der höhere Zeitaufwand für aktiv-entdeckendes Vorgehen wird daher durch die Themenorientierung **voll kompensiert**. Wenn man noch beachtet, daß im aktiv-entdeckenden Unterricht breitere Zielsetzungen verfolgt werden und eine bessere Lerneinstellung für das Lernen neuen Stoffes erreicht wird, ist der Einwand des höheren Zeitaufwandes nicht stichhaltig.

Zu (5): **"Verlust von Kontrolle":**

Dieser Einwand verdient eine besondere Prüfung, weil er vermutlich für die Zurückhaltung vieler Praktiker gegenüber dem aktiv-entdeckenden Unterricht ausschlaggebend ist.
Zunächst ist es überhaupt keine Frage, daß sich der Lehrer im Unterricht sicher fühlen muß und daß ihm keine Unterrichtsmethode zuzumuten ist, die ihm die Sicherheit nimmt. Es wäre aber ein Irrtum zu glauben, eine kontrollierte, zielgerichtete Arbeit mit einer Klasse sei nur mit einem klein- und gleichschrittigen, detailliert festgelegten **Korsett** möglich. Der Psychologe *W. Metzger*, einer der Hauptvertreter der Psychologie des produktiven Denkens um die Mitte des Jahrhunderts, hat sehr schön zwei unterschiedliche Weisen der Zielerreichung beschrieben, die er die **"erzwungene"** und die **"freie"** Zielerreichung nennt *(Metzger* 1964):

"Aufgabenlösungsverfahren, die ein Mensch anwendet, können von der Art einer "starren Form" und von der Art einer "lebendigen Gestalt" sein. Die "starre Form" besteht dabei im Entlanglaufen an einer äußerlich führenden, am Abirren verhindernden, jedenfalls die Bewegungsfreiheit einengenden Zwangsvorrichtung, einer möglichst festen Leitung. Die "lebendige Gestalt" besteht in einem Tun, das ohne Einschränkung der Bewegungsfreiheit, in einem Kräftefeld, unter dem Zug des Ziels verläuft." ...

Auf den Unterricht übertragen heißt das: Im aktiv-entdeckenden, themenorientierten Unterricht ermöglicht der Lehrer den Schülern eine **freie Zielerreichung**. Er steuert ihre Aktivitäten durch gut verständlich gemachte Aufgaben und Problemstellungen, mit denen sich die Schüler längere Zeit beschäftigen können. An die Stelle eines **Korsetts** tritt ein **Konzept**, nämlich die vom Lehrer aus der Sache heraus festgelegte **großschrittige** Reihenfolge der von den Schülern zu bearbeitenden Fragen und Aufgaben, die sich gewissermaßen wie ein roter Faden durch den Unterricht zieht (vgl. die Unterteilung der Übung *"Würfelraten"* in drei Phasen im Gegensatz zum kleinschrittigen Aufbau der Schulbuchseite in Abb. 1). Der Stoff, das Thema, die einzelne Übung werden auf diese Weise übersichtlich gegliedert und einer geordneten Bearbeitung zugänglich. Die Erfahrung zeigt, daß sich der Unterricht auf diese Weise gut steuern läßt.

Bei allen Freiheiten, die der Lehrer den Schülern beim Lernen läßt, muß es aber seine Sorge sein, bei der Orientierung über ein Thema, bei der Stellung von Aufgaben, bei der Besprechung der Lösungen und bei der ordnenden Zusammenfassung von Ergebnissen diejenigen Sprech-, Schreib- und Darstellungsweisen einzuführen, die für den sozialen Gebrauch des Wissens **über die Klasse hinaus** unerläßlich sind. Spielregeln, Bezeichnungen, die äußere Form der schriftlichen Rechenverfahren usw. sind ja **soziale** Vereinbarungen (Konventionen), die genauso gut anders sein könnten und daher mitgeteilt werden **müssen.** Wie die Beispiele im vorliegenden Handbuch zeigen, sind solche regulierenden Eingriffe von der genauen Festlegung einzelner Aufgabenformate weit entfernt. Gleichzeitig wird hier aber deutlich, daß der aktiv-entdeckende Unterricht, wie wir ihn verstehen, auch Phasen enthalten muß, in denen der Lehrer aus guten Gründen den Ton angibt.

Für die Sicherung der Disziplin in der Klasse muß beachtet werden, daß eine echte Arbeitshaltung, wie schon im Zusammenhang mit dem Problem der Motivation angedeutet, am besten aus einer zielgerichteten Arbeit der Schüler an interessanten Lernaufgaben erwächst. Der aktiv-entdeckende Unterricht wirkt sich daher **positiv** auf die Disziplin aus. Bei den vielfältigen Betätigungs- und Ausdrucksmöglichkeiten dieses Unterrichts können sich die Kinder geistig, emotional und psychomotorisch ausleben und im Lauf der Zeit eine Bewußtheit für ungestörtes, zielgerichtetes Arbeiten entwickeln. Der kleinschrittige, eng geführte Unterricht löst Disziplinprobleme nicht, sondern verschärft sie eher. Dies ist in den letzten Jahren durch die Forschungen der Psychobiologie stark untermauert worden (*v. Cube/Alshuth* 1987[2], 17):

"Wird dem Schüler der Lehrstoff nur vorgekaut und in kleinen Häppchen verabreicht, dann kommt es nie zur Neugier. Nie erlebt der Schüler die intensive Lust, eigenständig und mühevoll Probleme zu lösen ... Die heutige Schule hält die Schüler immer noch viel zu sehr in einer passiv-rezeptiven Haltung. Die Leistung ist vorwiegend reproduktiv. Reproduktive Leistung allein baut aber die Aktions- und Aggressionspotentiale nicht ab – im Gegenteil, durch das passive Verhalten werden Aggressionen eher aufgebaut."

In der Praxis werden diese psychobiologischen Mechanismen m. E. oft stark unterschätzt, was im ungünstigen Fall zu einem Teufelskreis führen kann: Die im eng geführten Unterricht nicht abgebauten, sondern eher noch verschärften Disziplinprobleme veranlassen den Lehrer, den äußeren Druck auf die Schüler zu verstärken und sie noch genauer zu kontrollieren, woraus sich neue Disziplinprobleme ergeben usw.
Insgesamt läßt sich also sagen, daß im Vergleich mit dem kleinschrittigen Unterricht die Rolle des Lehrers im aktiv-entdeckenden Unterricht zwar stark verändert ist, daß dies aber keineswegs zu einer Aushöhlung der Sicherheit und der Führungsrolle des Lehrers führt. Im Gegenteil: Dadurch, daß vom Lehrer ein **fester, sachlich begründeter Ziel- und Handlungsrahmen** vorgegeben und aufrechterhalten wird, in dem sich die Schüler nach dem Prinzip der freien Zielerreichung bewegen können, werden die Chancen erhöht, eine natürlichere und stabilere Ordnung aufzubauen. Der feste Rahmen, der ersichtlich auch **Forderungen** an die Schüler einschließt, ist dabei aber unverzichtbar. Aktiv-entdeckendes Lernen muß von der "Laissez-faire"-Pädagogik klar abgegrenzt werden. Die Schüler müssen deutlich sehen, "wo es lang geht".

Zu (6): **"Schwer durchsetzbar":**

Angesichts der Verrechtlichung des Systems Schule ist es zunächst einmal nicht unwichtig festzustellen, daß der nach aktiv-entdeckenden Verfahren unterrichtende Lehrer **formal** im Recht ist, weil diese Verfahren über alle Schulfächer hinweg durch die heutigen Richtlinien und Lehrpläne gestützt werden. Man sollte es aber nicht bei dem formalen Verweis auf den Lehrplan bewenden lassen, sondern im konkreten Fall mit Eltern, Kollegen und Vorgesetzten auch inhaltlich diskutieren. Insbesondere von den Eltern, die meist stark unter dem Einfluß ihrer eigenen Schulerfahrungen stehen, kann man nicht erwarten, daß sie über die geänderten Rahmenbedingungen von Schule und Unterricht und über pädagogisch-didaktische Entwicklungen informiert sind. Wer sich mit der aktiv-entdeckenden Methode gründlich vertraut gemacht hat, wird nach meinen Erfahrungen keine große Mühe haben, seine Unterrichtsführung gegenüber Eltern, Kollegen und Vorgesetzten auch inhaltlich zu legitimieren (was aber keineswegs bedeuten muß, daß es ihm gelingt, jeden Gesprächspartner auch zu überzeugen).
Die Befürchtung, im aktiv-entdeckenden Unterricht könne man schlechter zu Noten kommen und diese nach außen schlechter belegen, ist m.E. unbegründet. Die schriftliche Leistung läßt sich ebenso wie im traditionellen Unterricht durch (kleinere und größere) Klassenarbeiten feststellen. Bei passender Zusammenstellung der Aufgaben (Routineaufgaben, kleine Denkaufgaben, Sachaufgaben) läßt sich die Beherrschung von Wissenselementen und Fertigkeiten ebenso überprüfen wie die Befähigung zu eigenen Denkleistungen. Über die mündliche Leistung erhält man im aktiv-entdeckenden Unterricht sogar besonders gute Aufschlüsse, weil sich die Kinder vielfach betätigen und äußern. Generell möchte ich empfehlen, die Zahl der schriftlichen Tests auf ein absolutes Minimum zu beschränken.

5. Das systemische Argument für aktiv-entdeckendes Lernen: "Strategisches Management komplexer Systeme"

Darum laßt ab von eurer kleinen Weisheit, und die große Weisheit wird euch erleuchten! Laßt ab von eurem Streben nach Geschicklichkeit, und ihr werdet von selbst geschickt! Ein kleines Kind, das geboren wird, braucht keinen berühmten Lehrer, um sprechen zu lernen. Es lernt das Sprechen von selber, wenn es mit Leuten zusammen ist, die sprechen können.

Dschuang Dsi, Das wahre Buch vom südlichen Blütenland, Buch XXVI, 6

Abschließend möchte ich das Prinzip der kleinen und kleinsten Schritte und das Prinzip des aktiven Lernens noch aus einer ungewohnten **außerschulischen** Perspektive vergleichen, die auf den ersten Blick abstrakt und praktisch bedeutungslos, eben "typisch theoretisch" erscheint, die aber in Wirklichkeit **auch für Lehrer** von geradezu **fundamentaler Bedeutung** ist. Es geht dabei um einen verständnisvollen Umgang mit **lebendigen Systemen**, seien es biologische, ökologische, politische, wirtschaftliche oder soziale Systeme. Diese **"systemische" Betrachtungsweise** ist seit etwa zwanzig Jahren von der Biologie, der Kybernetik und der Systemtheorie aus rasch in andere Gebiete eingedrungen, und man muß angesichts des allgemeinen Zustands unserer Welt kein Prophet sein, um ihre schnelle, tiefgreifende Verbreitung über alle Wissenschaftsbereiche vorauszusagen.

In unserem Zusammenhang interessieren zwar nur das Lernsystem **"Mensch"** und das soziale System **"Unterricht"**. Zum besseren Verständnis der sytemischen Betrachtungsweise ziehen wir im folgenden als weiteres Beispiel aber auch noch das **Management sozialer Systeme** heran, weil dieser Bereich schon systemisch analysiert worden ist und weil das **Problem der Menschenführung**, um das es im Grunde genommen geht, viel klarer wird, wenn man es an mehreren Beispielen studiert. Außerdem ist es m.E. sehr lehrreich, Unterricht und Schule nicht immer nur von innen zu betrachten, sondern auch zu den Erfahrungen in anderen Lebens- und Gesellschaftsbereichen in Beziehung zu setzen.

Am Schluß unserer Überlegungen werden wir nicht nur in der Lage sein, die aktiv-entdeckende Methode als **prinzipiell** überlegen zu verstehen und einen weiteren Einwand gegen sie zu entkräften, sondern auch zu Aufschlüssen über systemisch richtiges Verhalten in sozialen Gruppen, z.B. einem Lehrerkollegium, gelangen.

Wer von der Überlegenheit der aktiv-entdeckenden Lehr- und Lernformen überzeugt ist, kann nicht umhin, sich zu wundern, warum es so schwer ist, diese Überzeugung weiterzugeben und warum die Gegenposition manchmal so hartnäckig verteidigt wird. Bei genauerer Prüfung erkennt man jedoch, daß die didaktische Diskussion dieser Problematik von jeher sehr stark durch subjektive Wertvorstellungen geprägt ist. *H. Winter*, der für das entdeckende Lernen m.E. überzeugende Gründe gegeben hat, weist in diesem Sinn zu Recht darauf hin, daß damit *"nicht nur die Oberfläche des Unterrichtshandelns, sondern auch die Tiefenstrukturen der menschlichen Begegnung einschließlich moralisch-ethischer Wertungen"* betroffen sind. Daß die Jahrhunderte alte Diskussion über Lehren und Lernen aufgrund unterschiedlicher Wertungen zu keiner schlüssigen Entscheidung zwischen der aktivistischen und der passivistischen Position geführt hat, könnte zu dem Schluß führen, daß Wertungen prinzipiell nicht zu umgehen sind und daß eine Entscheidung überhaupt nicht herbeizuführen ist. Dies ist aber nicht der Fall. Wie im folgenden gezeigt werden soll, liefert die systemische Perspektive hinreichende **naturwissenschaftliche** Gründe für eine Entscheidung zugunsten der aktivistischen Position.

Die Grundfrage des mathematischen Lehrens und Lernens kann man so formulieren:

Wie können im Kopf eines Schülers geordnete Vorstellungen über bestimmte mathematische Inhalte und Methoden sowie über deren Anwendung auf inner- und außermathematische Aufgaben und Probleme entstehen, die ihm zweckmäßige und zielgerichtete mathematische Aktivitäten ermöglichen?

In dieser Formulierung wird angedeutet, daß es sich hierbei um den Spezialfall eines sehr viel allgemeineren systemischen Grundproblems handelt, das folgendermaßen lautet:

Wie kann ein lebensfähiges System (insbesondere ein Einzelwesen oder ein sozialer Organismus) geordnete Verhaltensstrukturen aufbauen, die es ihm erlauben, Anforderungen der Umwelt zu bewältigen und auf die Umwelt so einzuwirken, daß sich das System in ihr behaupten kann?

Für die Didaktik ist es ein Glücksfall, daß dieses Problem in einem anderen Bereich seit etwa einem Jahrzehnt genau untersucht wird, der mit der Didaktik in einem sehr engen Zusammenhang steht, nämlich in der Managementlehre. Manager wie Lehrer sehen sich ja vor die Aufgabe gestellt, eine soziale Gruppe (im einen Fall ein Unternehmen oder eine Abteilung, im anderen Fall eine Klasse) im Hinblick auf die Erreichung bestimmter Zielsetzungen zu leiten. Bemerkenswerterweise finden sich nun in der Managementlehre **völlig analog** zur Didaktik zwei konkurrierende Richtungen, die das Problem des Managements einer sozialen Gruppe unterschiedlich betrachten und zu lösen versuchen. *F. Malik* bezeichnet diese beiden Richtungen in seinem fundamentalen Buch "Strategie des Managements komplexer Systeme" (*Malik* 1986, S. 36–48) als **"mechanistisch-technomorph"** und als **"systemisch-evolutionär"** und beschreibt sie folgendermaßen (S. 36–39):

"Lösen wir Management aus dem gegenwärtig vorherrschenden Kontext heraus, der ein primär wirtschaftlicher ist, sehen wir also Management im Lichte der Auffassung, daß es um Gestalten und Lenken von Institutionen im allgemeinen, oder um Gestalten und Lenken von soziotechnischen Systemen geht, so sind wir letztendlich gezwungen, das Grundproblem von Management in der Beherrschung von Komplexität zu sehen.

Das Problem der Komplexitätsbeherrschung .... kann man nun auf zweierlei gänzlich verschiedene Arten zu lösen versuchen: auf die mechanistisch-technomorphe und auf die systemisch-evolutionäre.
Das Basisparadigma der ersten Art, hier als **mechanistisch-technomorpher** *Theorietyp bezeichnet, ist die Maschine im Sinne der klassischen Mechanik. Die Grundvorstellung über eine Maschine besteht darin, daß sie einer bewußt vorgefaßten Zwecksetzung und einem Plan entsprechend zu konstruieren ist und daß ihre Funktion, Zuverlässigkeit und Effizienz abhängig sind von den entsprechenden Funktionen und Eigenschaften ihrer Einzelteile. Weiter ist damit die Vorstellung verbunden, daß alle Einzelteile nach exakten und bis ins Detail ausgearbeiteten Plänen konstruiert und in einer im voraus genau bestimmten Art und Weise zusammengesetzt werden müssen. Eine Maschine muß also von ihrem Konstrukteur bis ins einzelne im voraus durchdacht und beherrscht werden, nichts bleibt unbestimmt; Maschinenbau in diesem Sinne erfordert vollständiges Wissen über alle Details der Einzelteile und vollständige Informationen über deren Zusammenwirken. Die Erfolge, die in technologischer Hinsicht auf diesem Gebiet und mit dieser Denkweise bis heute erzielt wurden, sind so überzeugend, daß der Glaube an die Verallgemeinerungsfähigkeit der zugrundeliegenden Vorstellungen entstand und schließlich eine Art Paradigma, dessen Anwendungsmöglichkeiten weit über den angestammten Bereich der Ingenieur-Wissenschaften hinaus zu reichen schien, oder jedenfalls über diesen Bereich hinaus faktisch ausgeweitet wurde.*
Komplexitätsbeherrschung im Lichte dieses Paradigmas bedeutet also die Herstellung einer an bestimmten, im voraus festzulegenden Zwecksetzungen zu beurteilenden und im Lichte dieser Zwecksetzungen als rational geltenden Ordnung (von Elementen, Abläufen usw.) durch planvolles menschliches Handeln derart, daß das Resultat dieses Handelns aufgrund der dem Handeln inhärenten Zweckrationalität den vorgefaßten Absichten und Zwekken entspricht. Zu diesem Paradigma gehört weiter die Vorstellung, daß außer auf diesem Wege nichts Zweckmäßiges entstehen **kann** *, daß also jede menschlichen Zwekken entsprechende Ordnung ausschließlich durch, im beschriebenen Sinne, zweckrationales und absichtvolles Handeln zustande kommen kann.*
Der zweite, als **systemisch-evolutionär** *bezeichnete Typ der Managementtheorie geht von gänzlich anderen Grundvorstellungen aus. Sein Basis-Paradigma ist die spontane, sich selbst generierende Ordnung, deren anschaulichstes und dem Alltagsverständnis wahrscheinlich am nächsten stehendes Beispiel der lebende Organismus ist. Organismen werden von niemandem wirklich gemacht, sie entwickeln sich. Auch im sozialen Bereich entwickeln sich spontane Ordnungen, die von niemandem gemacht werden. Spontane Ordnungen im sozialen Bereich entstehen zwar durch das Handeln von Menschen, also als Resultat menschlichen Handelns, entsprechen aber nicht notwendigerweise im voraus gefaßten menschlichen Absichten, Plänen oder Zwecksetzungen. Sie können dennoch in hohem Maße zweckrational sein, das heißt, sie können menschlichen Zwecken dienlich sein, obwohl sie nicht von Menschen in zweckrationaler Absicht gestaltet wurden.*
Daß Organismen im biologischen Sinne nach dem heutigen Stand der Wissenschaft vorläufige Resultate eines Prozesses der Selbstorganisation sind, wird, obwohl längst nicht alle Probleme der Evolutionstheorie gelöst sind, nicht ernsthaft bestritten, und sei es auch nur deshalb, weil alle alternativen Erklärungsformen noch viel gravierendere Probleme aufwerfen, als dies bei der Evolutionstheorie der Fall ist. Daß die biologische Ordnung dem Menschen, obwohl sie natürlich für diesen nicht nur vorteilhaft ist, sondern auch erhebliche Gefahren aufweist, doch in hohem Maße dienlich ist, wird ebenfalls nicht in Abrede gestellt. Zumindest in diesem Bereich haben wir also einen Fall einer sich selbst generierenden Ordnung, die ohne Zutun des Menschen entstanden und dennoch dessen Zwecken förderlich ist - und sei es auch nur deshalb, weil der Mensch gelernt hat, sich diese Ordnung zunutze zu machen.
Die umstritteneren Gebiete dieses Typs von Theorie sind jedoch nicht im biologischen, sondern im sozialen Bereich zu finden. Die Theorie der spontanen Ordnungen wird nämlich für den Sozialwissenschaftler und für Management wirklich interessant, weil sie soziale Errungenschaften, letztlich Zivilisation und Kultur, mit Hilfe der Theorie spontaner, sich selbst generierender Ordnungen zu erklären versucht."

Der Vergleich mit der Didaktik ist nun wirklich frappierend: dem **mechanistisch-technomorphen** Paradigma des Managements entspricht das mechanistische Prinzip des Lernens in **kleinen und kleinsten Schritten**, dem **systemisch-evolutionären** Paradigma des Managements das Prinzip des **aktiven** Lernens. Es empfiehlt sich, das obige Zitat im Hinblick auf diesen Vergleich noch einmal durchzugehen, entsprechend zu interpretieren und zu den in Abschnitt 1 genannten philosophischen Grundpositionen in Beziehung zu setzen.
Jenseits von Wertungen, die auch in der Managementlehre nicht völlig ausgeschlossen werden können, erweist sich ein naturwissenschaftlicher Befund als hinreichendes Kriterium, dem systemisch-evolutionären Ansatz die **primäre**, dem mechanistisch-technomorphen Ansatz nur eine sekundäre Bedeutung beizumessen, nämlich die **hochgradige Komplexität** sozialer Systeme, d.h. deren **prinzipiell unüberschaubare und im Detail unbeherrschbare Vielfalt an internen und externen Beziehungen und Austauschprozessen.**
Für hochgradig komplexe Systeme gilt ein systemtheoretisches Gesetz, das ich als **"Hauptsatz der Komplexitätsbeherrschung"** bezeichnen möchte:

Es ist unmöglich, ein System, das einer komplexen Umgebung gegenübersteht und selbst eine komplexe Struktur aufweist, von außen durch vollständige detaillierte Kontrolle zur Erreichung vorgegebener Ziele zu zwingen.

Die Komplexität läßt sich nur von innen heraus beherrschen, indem Verhaltensstrukturen zur Geltung gebracht werden, die im System selbst spontan entste-

hen. Der größte Zuwachs an interner Organisation tritt in der Symbiose teilweise autonomer, sich selbst steuernder Untersysteme ein.
Je komplexer die angestrebten Verhaltensweisen sind, desto mehr bedarf es zu ihrer Ausbildung der spontanen Kräfte im System. Je mehr die Kontrolle von außen verstärkt wird und je mehr die spontanen Kräfte übergangen oder gar unterdrückt werden, desto ärmere Verhaltensstrukturen bilden sich heraus.

Ebenso wie dieser "Hauptsatz" in der Managementlehre eindeutig den systemisch-evolutionären Ansatz favorisiert (vgl. hierzu *Malik* 1986, Abschnitte 2 und 3), entscheidet er, auf die Mathematikdidaktik angewandt, eindeutig zugunsten des aktiv-entdeckenden Lernens: Selbst die einfachsten mathematischen Tätigkeiten wie Zählen, Rechnen, Ordnen, Klassifizieren usw. sind in ihrer kognitiven Struktur hochgradig komplex, wie jeder weiß, der die Entwicklung des mathematischen Denkens bei Kindern beobachtet hat. Außerdem laufen im Unterricht hochgradig komplexe Prozesse ab, sowohl im einzelnen Schüler als auch in der Klasse. **Die Möglichkeiten, Wissen und Fertigkeiten in einem durchgängig reglementierten, kleinschrittigen, genau kontrollierten Unterricht vermitteln zu wollen, sind daher aus systemischen Gründen prinzipiell begrenzt.** Wenn man einen solchen Unterricht dennoch durchsetzen will, muß die Komplexität notwendigerweise stark reduziert werden. Der Unterricht entartet in die Vermittlung von Rezepten, die an bestimmten Musteraufgaben eingeführt werden und auf ganz bestimmte Aufgabentypen zugeschnitten sind. Auf die Dauer führt ein solcher Unterricht bei der großen Mehrheit der Schüler zu einer Verkümmerung der Selbstorganisation und der Fähigkeit zu sozialem Lernen, wie in Abschnitt 2 beschrieben wurde. Zu dem aktiv-entdeckenden Unterricht gibt es also aus systemischen Gründen keine sinnvolle Alternative.
Wir sind nun auch in der Lage, um abschließend einen Einwand zu besprechen, der in Abschnitt 4 noch ausgeklammert worden ist:

(7) "Die aktiv-entdeckenden Lehr-/Lernformen sind für den Lehrer anstrengender und aufwendiger."

Ich setze voraus, daß ein Lehrer, der sich für die Lernfortschritte seiner Schüler und ihre geistig-moralische Entwicklung interessiert, auch bereit ist, sie nach Kräften zu fördern. Wenn er dieses unterrichtliche Engagement über einen langen Zeitraum aufrecht erhalten will, muß er aber unbedingt mit seinen Kräften haushalten. Lehrer zu einer Unterrichtsmethode zu überreden, die noch darüber hinausgehende Anstrengungen erfordert und damit auf Dauer ihre Kräfte überstrapazieren würde, wäre nicht zu verantworten, und würde ohnehin keinen Erfolg haben.
Für eine "Ökonomie-Analyse" der aktiv-entdeckenden Unterrichtsformen ist zunächst festzuhalten, daß zu ihrer Erlernung jedenfalls ein bestimmtes Maß an Energie und Zeit investiert werden muß. Ist diese Investition aber einmal geleistet, dann belastet die aktiv-entdeckende Methode den Lehrer weniger als die reglementierende, kleinschrittige Methode und zwar aus folgendem Grund: Die Festlegung des Unterrichtsablaufs, die Ausschaltung der nicht konformen Reaktionen der Schüler, die Einengung ihrer mündlichen und schriftlichen Äußerungen auf bestimmte äußere Formate, die Motivation der Schüler von jedem kleinen Schritt zum nächsten, die Vermittlung jedes kleinen Wissenselements und jeder kleinen Fertigkeit, und die detaillierte Lernkontrolle: all dies erfordert die ständige Initiative und Bereitschaft des Lehrers und bürdet ihm die volle Last für die Unterrichtsgestaltung bis in die kleinsten Arbeitsanweisungen auf. Diese Aufgabe kann er, auch bei Ausschöpfung aller Hilfsmittel, gar nicht leisten, wenn er die Komplexität des Stoffes und des Unterrichts nicht radikal reduziert. Dagegen versetzen aktiv-entdeckende Unterrichtsformen den Lehrer in die Lage, sich zumindest teilweise vom direkten Eingriff in den Unterricht zurückzuziehen und sich mehr auf eine **indirekte** Lenkung des Lernens zu verlegen. In diesem Fall kann sich der Lehrer nicht nur auf seine **eigenen** direktiven Fähigkeiten der Informationsvermittlung und Lernkontrolle stützen, sondern auch auf die **Selbstorganisationskräfte der Schüler und ihre Fähigkeit, sich gegenseitig zu helfen – zwei Grundpfeilern des Lernens, ohne die es prinzipiell nicht geht**. Indem der Lehrer lediglich **"Hilfe zur Selbsthilfe"** leistet, erfährt er nicht nur eine wesentliche Entlastung, sondern er erweist den Schülern auch den besten Dienst, den er ihnen erweisen kann.

Unter Bezugnahme auf *J. Deweys* Motivationstheorie (vgl. Abschnitt 4), möchte ich abschließend anmerken: Die wahre Motivation des Lehrers für aktiv-entdeckende Lehr- und Lernformen besteht nicht darin, daß sie ihm irgendjemand irgendwie besonders schmackhaft gemacht hat, und auch nicht darin, daß sie ihm als besondere Herausforderung dargestellt werden, für deren Überwindung eine besondere Willensanstrengung oder eine besondere Lehrkunst erforderlich sei. Vielmehr besteht sie darin, daß diese Lehr- und Lernformen den **Möglichkeiten und Grenzen** des Lehrens am besten gerecht werden, indem sie die Kräfte des Lehrers dorthin dirigieren, wo sie am **wirksamsten** und **ökonomischsten** eingesetzt werden können: auf die Schaffung eines Ziel- und Handlungsrahmens und die "groß-zügige" Lenkung der Schüler. Dadurch wird eine unnötige Einengung der Schüler vermieden und Raum für die Entfaltung ihrer Entwicklungspotentiale geschaffen.
Die Lektion, die wir aus unseren Überlegungen nebenbei für die Wahrnehmung von Leitungsfunktionen in der Schulverwaltung zu lernen haben, dürfte klar sein: Es ist für die Leistungsfähigkeit des Systems schädlich, wenn der Leiter einer Schule, eines Schulamtsbezirks oder eines Dezernats in der regionalen Schulaufsicht versucht, die ihm unterstellten Lehrer, Rektoren oder Schulräte durch immer minutiösere Dienstanweisungen möglichst genau festzulegen. Das Beste, was er tun kann, sind die Vorgabe eines klaren, sachlich begründeten Rahmens und die Stärkung der Selbständigkeit und Selbstorganisation in seiner Gruppe. M.E. können solche schul- und verwaltungspolitischen Strukturfragen und, darüber hinausgehend, gesellschaftspolitische Strukturfragen in der Diskussion über schulisches Lernen nicht ausgeklammert werden. Schule und Gesellschaft sind ja schließlich keine getrennten Welten.

Literatur

A.W. Brownell, The Progressive Nature of Learning in Mathematics, The Mathematics Teacher 37(1944), 147–157.

L.P. Benezet, Die Geschichte eines Unterrichtsexperiments, Sachunterricht und Mathematik in der Primarstufe 16(1988), H. 8, 351–366 (Übersetzung des amerik. Originals aus den Jahren 1935/36).

F. v. Cube/C. Alshuth, Fordern statt Verwöhnen. München 1987[2].

J. Dewey, Interest and Effort in Education. In: J. Dewey, The Middle Works 1899–1924, v. 7 (1912–1914). Ed. by Jo Ann Boydston. Carbondale: Southern Illinois University Press 1979, 151–197.

G. Giles, Ist Lehren ein Hindernis für Lernen?, mathematik lehren 21/1987, 6–10.

J. Kühnel, Neubau des Rechenunterrichts. Bad Heilbrunn 1954[8].

J. Kühnel, Lebensvoller Rechenunterricht. München 1949[6].

M. Leppig, Wie sinnvoll ist das "Päckchenrechnen"?, Die Grundschule 16 (1984), H. 4, 59–61.

F. Malik, Strategie des Managements komplexer Systeme. Bern 1986[2].

W. Metzger, Erziehung zum schöpferischen Gestalten. In: K. Strunz, Pädagogische Psychologie für höhere Schulen. München/Basel 1964, S. 273–293.

H. Radatz/W. Schipper, Handbuch für den Mathematikunterricht an Grundschulen. Hannover: Schroedel 1983.

E. Röhrl, Zur prinzipiellen Schädlichkeit der Schulbücher, Mathematiklehrer 1/1980, 34–37.

E. Thorndike, Psychology of Arithmetic. New York 1922.

H. Winter, Begriff und Bedeutung des Übens im Mathematikunterricht, mathematik lehren 2/1984, 4–11.

H. Winter, Entdeckendes Lernen im Mathematikunterricht, Grundschule 16 (1984), H. 4, 26–29.

E.Ch. Wittmann, Das Prinzip des aktiven Lernens und das Prinzip der kleinen und kleinsten Schritte in systemischer Sicht, Beiträge zum Mathematikunterricht 1988, Bad Salzdetfurth 1988, S. 339–342.

E.Ch. Wittmann, Mathematiklehrerbildung aus pädagogisch-didaktischer Sicht. In: M.Konrad (Hrsg.), Lehrerausbildung in Theorie und Praxis, Festschrift für U. Freyhoff. Universität Dortmund, Institut für Schulentwicklungsforschung, IFS-Werkheft 29, Dortmund 1988, S. 217–232.