Petra Scherer

Fördern durch Fordern – Aktiv-entdeckende Lernformen im Mathematikunterricht der Schule für Lernbehinderte

Innerhalb der Sonderpädagogik findet das Prinzip des aktiv-entdeckenden Lernens bisher kaum Berücksichtigung. Der Mathematikunterricht der Schule für Lernbehinderte versucht vielmehr, den eingeschränkten Fähigkeiten der lernbehinderten Schüler durch mechanisches, rezeptives Lernen gerecht zu werden. Der vorliegende Beitrag diskutiert Aspekte, die die Konzeption des produktiven Übens im Sinne des aktiv-entdeckenden Lernens auch bei Lernbehinderten sinnvoll erscheinen lassen. Dazu werden Beispiele produktiver Übungsformen aus dem Bereich der Arithmetik vorgestellt.

Einleitende Bemerkungen

Die Bedeutung des entdeckenden Lernens als Unterrichtsprinzip ist für den Mathematikunterricht der Grundschule vermutlich wenig umstritten. In Hinblick auf lernschwache Schüler stehen viele solch einem Lernen eher skeptisch gegenüber: Vorherrschende Meinung ist, daß das produktive Üben für die guten Schüler effektiv sein mag, daß aber lernschwache und lernbehinderte Schüler nur wenig Nutzen daraus ziehen könnten.

Ansätze zur Realisierung des entdeckenden Lernens in der Lernbehindertenpädagogik sind in verschiedenen Lernbereichen durchaus vorhanden: So z. B. positive Erfahrungen für den Sachunterricht der Primarstufe (vgl. *Werning/Bannach* 1992), den naturwissenschaftlichen Unterricht (vgl. *Gehrecke/Mohr* 1973), für den Deutschunterricht (vgl. *Böhm* 1987) oder allgemeine Überlegungen zum problemzentrierten Unterricht (vgl. *Böhm/Grampp* 1975; *Wember* 1988; *Wittoch* 1976). Theoretische Überlegungen wurden auch für den Mathematikunterricht veröffentlicht: Forderungen nach einem eher problemzentrierten Unterricht (vgl. z. B. *Grölz* 1983; *Höck* 1986) oder Ausführungen zum Aspekt der Übung (vgl. z. B. *Böhm* 1988; *König* 1976). Erfahrungen mit entsprechenden didaktischen Umsetzungen sind allerdings nur im Ausland zu finden (vgl. z. B. *Trickett/Sulke* 1988; *van den Heuvel-Panhuizen* 1991).

Petra Scherer

Im folgenden sollen Aspekte diskutiert und Übungsbeispiele vorgestellt werden, die die Konzeption des aktiv-entdeckenden Lernens und des produktiven Übens auch oder gerade für lernbehinderte Schüler sinnvoll erscheinen lassen. Dazu werden Erfahrungen mit produktiven Übungsformen aus dem Bereich der Arithmetik vorgestellt. Aktiv-entdeckendes Lernen meint nicht ausschließlich anspruchsvolle Problemlöseaktivitäten, sondern aktive Erarbeitung und Aneignung von Wissen im Gegensatz zu passiver Aufnahme. Produktives Üben ist im Gegensatz zu reiner Reproduktion von vermitteltem Lernstoff zu verstehen und soll den Schüler befähigen, eigene Denkleistungen zu erbringen und sein Wissen zu erweitern (vgl. *Winter* 1984; *Wittmann* 1990).

1. Zur Situation des Mathematikunterrichts an der Schule für Lernbehinderte

1.1 Zur Schülerschaft

Betrachtet man die Schülerschaft der Schule für Lernbehinderte, so finden sich einerseits die Lernbehinderten im eigentlichen Sinne, mit einem durchschnittlichen IQ zwischen 55 und 75. Bei ihnen liegt ein erhebliches allgemeines Schulleistungsversagen und ein retardiertes Sozialverhalten vor. Betrachtet werden müssen zwei weitere Hauptgruppen (vgl. *Kanter* 1978, 106 f.):

- Schüler mit Lernstörungen (Lernschwächen und Lernirregularitäten), die ein uneinheitliches Lern- und Leistungsverhalten zeigen. Dabei ist ein partielles und temporäres Versagen festzustellen. Die Schüler verfügen nur über geringe Belastbarkeit, ihr IQ liegt dabei meist über 80/85.
- Schüler mit Verhaltensauffälligkeiten etwa auf Grund von Milieuschädigungen. Sie werden zu Schulversagern, ohne daß umfängliche Intelligenzmängel vorliegen.

Zu berücksichtigen ist daher eine sehr heterogene Zusammensetzung der Klassen mit Motivationsschwierigkeiten, Versagensängsten und Verhaltensauffälligkeiten. Dabei ist der Ablauf der Lernprozesse durchaus mit dem bei nicht behinderten Kindern vergleichbar, die Prozesse sind jedoch durch zeitliche Ausdehnung und größere Fehleranfälligkeit gekennzeichnet (vgl. *Kanter* 1978, 108). Der Lehrer muß mit individuellen Beeinträchtigungen z. B. der Sprache oder der visuellen Anschauung, mit Konzentrationsschwächen oder eingeschränkten Gedächtnis- sowie Transferleistungen umgehen können, so daß ein hohes Maß an Differenzierung und Übung erforderlich ist (vgl. *Kanter* 1978; *Wittoch* 1976).

1.2 Zur gegenwärtigen Unterrichtspraxis

In den allgemeinen Zielen für den Mathematikunterricht der Schule für Lernbehinderte wird die eigenständige Problemlösung verbunden mit dem Suchen, Erproben und Darstellen von Lösungswegen hervorgehoben. „Durch Vergleich verschiedener Lösungswege können optimale Verfahren gefunden werden" (KM 1977, 7). Bezogen auf den Bereich der Übung wird die Gefahr der Verfestigung bloß schematischer Denkstrukturen durch ausschließliche Fertigkeitsübungen betont (vgl. ebd. 1977, 7).

Schulbücher und Unterrichtspraxis werden diesen doch recht hohen Ansprüchen häufig nicht gerecht. In der Regel glaubt man nämlich, daß lernbehinderte Schüler mit höheren Anforderungen nicht zurechtkommen. Bestätigt werden diese Annahmen durch Untersuchungen über die schlechten Schulleistungen von Lernbehinderten (vgl. z. B. *Jänsch* 1988; *Zikowsky* 1975). Dabei werden Gründe für derartige Minderleistungen immer noch in der Schülerpersönlichkeit gesehen, und nur selten wird die Praxis des Unterrichts in Frage gestellt. Die Folge ist, daß die Anforderungen heruntergeschraubt werden und daß die Schüler nur mit den elementarsten Grundlagen des Rechnens konfrontiert werden. Die ‚Schüleraktivitäten' beschränken sich häufig auf reine Reproduktion. Der angenommenen Abstraktionsschwäche wird mit einer verstärkten Betonung der Anschaulichkeit begegnet. Dem geringen Lerntempo entspricht ein verlangsamtes Vorgehen. Der verminderten Fähigkeit zu schlußfolgerndem Denken, der geringen Motivation und Einsicht beim selbständigen Problemlösen wird durch Isolieren der Schwierigkeiten und ein Vorgehen in kleinsten Schritten Rechnung getragen. Den Schülern werden i. a. feste Lösungswege vorgegeben, Übung und Gewöhnung ersetzen das Lernen durch Einsicht. Bei Motivationsschwierigkeiten wird auf externe Anreize zurückgegriffen, anstatt sich auf die Motivation aus der Sache heraus zu verlassen (vgl. *Baier* 1977, 450 f.; *Grölz* 1983).

Im folgenden soll erläutert werden, welchen Beitrag aktiv-entdeckendes Lernen und produktives Üben zu den genannten Erfordernissen leisten können (zur detaillierten Beschreibung der Konzeption des produktiven Übens vgl. *Winter* 1984; *Wittmann* 1990). Exemplarisch sollen vier Aspekte betrachtet werden: Fähigkeiten der Schüler, ganzheitliche Zugänge, das Zulassen individueller Strategien und das Anknüpfen an Vorkenntnisse der Schüler.

2. Möglichkeiten des aktiv-entdeckenden Lernens und des produktiven Übens

2.1 Aufschluß über Fähigkeiten oder Feststellen von Defiziten?

Um Lernschwierigkeiten begegnen zu können, stellt sich zunächst das Problem des Erkennes bestimmter Schwierigkeiten bzw. Fehlvorstellungen. Dazu gibt es verschiedene Möglichkeiten: Bestimmte Aufgabentypen zeigen, was die Schüler nicht können. Sie zeigen aber weder, warum sie etwas nicht können, noch geben sie Aufschluß darüber, was die Schüler können. Dieser Aspekt ist beim Abbau der häufig anzutreffenden Mißerfolgsängstlichkeit zu beachten: Das Selbstkonzept der Schüler kann sich nur dann verändern, wenn die Schüler die Möglichkeit haben, ihre Fähigkeiten zu zeigen und neue Fähigkeiten zu erwerben (vgl. *Wittoch* 1976, 40).

Was kann nun produktives Üben in diesem Zusammenhang leisten? Eine denkbare Übungsform ist das Erfinden von Aufgaben z. B. der folgenden Art: ‚Finde selbst Plusaufgaben und Minusaufgaben mit den Zahlen 3, 6, 12, 20!' Dabei ergibt sich ein breites Spektrum von Fragestellungen: Wie gehen die Schüler mit einer ‚offenen' Aufgabenstellung um? Inwieweit wählen die Schüler für sie schwierige Aufgaben? Werden Rechengesetze ausgenutzt (z. B. das Kommutativgesetz)? Gehen die Schüler systematisch vor? Welcher Leistungsstand ist bezüglich der Addition und Subtraktion festzustellen? Existieren bestimmte Fehlvorstellungen? Wählen die Schüler von sich aus Materialien zur Unterstützung? Welche Differenzierungsmöglichkeiten bieten sich?

Zur Illustration dienen die beiden Schülerdokumente (Abb. 1 und 2): *Sebastian* (3. Schuljahr, Schule für Lernbehinderte) hat 13 Aufgaben gefunden, die er selbst in drei Gruppen eingeteilt hat. In der dritten Gruppe finden sich zwei Additionsaufgaben, wobei er jede der gegebenen Zahlen einmal verwendet hat. In der zweiten Gruppe hat er zunächst Additions- und Subtraktionsaufgaben mit ‚20' gebildet. Er ging dann dazu über, alle Additionsaufgaben mit gleichen Summanden zu notieren. In der ersten Gruppe finden sich zwei Subtraktionsaufgaben, beide mit ‚3'. Zwei seiner Subtraktionsaufgaben sind fehlerhaft: Vermutlich deutete er bei den beiden Aufgaben ‚3–12' und ‚6–20' die Subtraktion als Unterschied. Diese „Fehlvorstellung" oder besser dieser Verstoß gegen die Konventionen – der übrigens bei mehreren Schülern dieser Klasse auftrat – kann später Schwierigkeiten bei den schriftlichen Algorithmen und beim Rechnen mit negativen Zahlen verursachen. In der Regel wird dieser Fehlertyp aber nicht identifiziert, da derartige Aufgaben nicht im Schulbuch auftauchen.

Adrian (3. Schuljahr, Schule für Lernbehinderte) hat 15 Aufgaben gefunden, davon enthält eine erste Gruppe sieben Additionsaufgaben. Er bildete zunächst zwei Aufgaben, bei denen er jede der gegebenen Zahlen einmal verwendet hat. Danach folgen Aufgaben mit ‚20' und Aufga-

Finde selbst Plusaufgaben und Minusaufgaben mit den Zahlen 3, 6, 12, 20!

1) 3−12=9
20−3=17

2) 20+6=26
6 − 20=14
20−12=8
20+3=23
20+20=40
12+12=24
6+6=12
3+3=6

3) 12+20=32
3+6=9

Abb. 1: Aufgabenbearbeitung von Sebastian

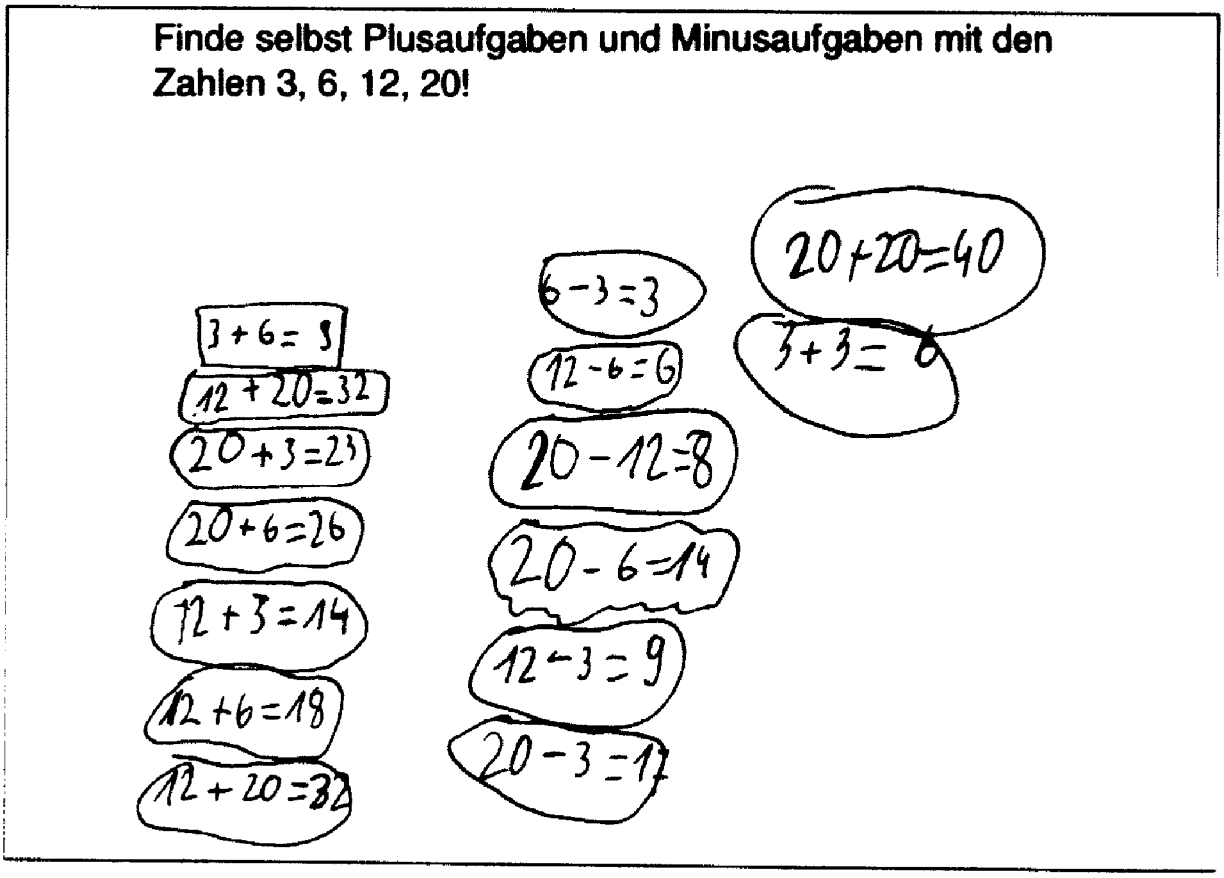


Abb. 2: Aufgabenbearbeitung von Adrian

ben mit ,12'. Hier taucht ein Fehler bei der Aufgabe ,12 + 3' auf: Er erhielt als Ergebnis ,14', was vermutlich auf den „–1 Fehler" bei der Strategie des Weiterzählens zurückzuführen ist. In einer zweiten Gruppe bildete Adrian Subtraktionsaufgaben. Auch hier ist ein gewisses systematisches Vorgehen festzustellen: Er wählte jeweils zwei oben nebeneinander stehende Zahlen aus und subtrahierte die kleinere von der größeren. Anschließend wählte er die zweite und vierte, dann die erste und dritte Zahl und als letztes die erste und vierte. Er hat auf diese Weise alle Subtraktionsaufgaben gefunden, bis auf diejenigen mit Ergebnis ,0'. In einer dritten Gruppe finden sich zwei Additionsaufgaben mit jeweils gleichen Summanden.

Natürlich fanden sich auch Schüler, die ausschließlich Additionsaufgaben oder nur solche Zahlen wählten, die zu einem Ergebnis im Zwanzigerraum führten. Dennoch brachten alle Schüler beachtliche Leistungen. Fast alle Schüler gingen systematisch vor, und die Fehlerquote war vergleichbar gering, obwohl keiner der Schüler Materialien zur Unterstützung wählte. Berücksichtigt werden muß darüber hinaus, daß erstmalig eine derartige, offenere Übungsform verwendet wurde. Schüler wie Adrian und Sebastian haben aber darüber hinaus weitere Möglichkeiten: Hier bietet sich beispielsweise die erweiterte Aufgabenstellung ,Finde alle Möglichkeiten!' an. Die Übungsform beinhaltet eine natürliche Differenzierung, d. h. Aufgaben unterschiedlicher Schwierigkeitsniveaus sind vorhanden, aber das Niveau wird nicht von vornherein vom Lehrer festgelegt. Die Schüler können z. B. zunächst leichte, dann fortschreitend schwierige Aufgaben wählen. Die emotionale Komponente spielt hierbei eine nicht unwesentliche Rolle, sowohl für die leistungsstarken als auch für die schwächeren Schüler.

2.2 Ganzheitliche Zugänge oder kleinschrittiges Vorgehen?

Aktiv-entdeckendes Lernen und produktives Üben ist verbunden mit ganzheitlichen Zugängen, wobei gerade für lernschwache Schüler das Herstellen größerer Zusammenhänge wichtig ist, denn sie können sich die notwendige Orientierung häufig nicht selbst schaffen (vgl. *Trickett/Sulke* 1988).

In der Praxis der Lernbehindertenpädagogik werden aber ganzheitliche Zugänge zugunsten des kleinschrittigen Vorgehens eher vermieden. *Donaldson* unterscheidet in diesem Zusammenhang einerseits das Beherrschen aller Einzelheiten eines Systems und andererseits das Verstehen des Wesens eines Systems. Sie wirft die Frage auf, ob nicht gerade ein ganzheitliches Vorgehen im Sinne des Verstehens des Wesens eines Systems eine Lernerleichterung darstellt (vgl. *Donaldson* 1991, 117). Es stellt sich darüber hinaus die Frage, ob nicht gerade das kleinschrittige Vorgehen die Verwendung ineffektiver Strategien provoziert und dadurch später Lernschwierigkeiten verursacht.

Diese Fragen sollen an einem konkreten Inhalt, der Addition bzw. Subtraktion im Hunderterraum, näher betrachtet werden: In den Richtlinien für den Mathematikunterricht für die Lernstufe 3 findet sich folgende Empfehlung für eine schrittweise Einführung der Addition im Hunderterraum (vgl. KM 1977, 30 f.):

Z + Z
Z + E
E + Z
ZE + E (zunächst ohne, dann mit Überschreitung)
Z + ZE
ZE + Z
ZE + ZE (ohne Überschreitung)

Dieses kleinschrittige Vorgehen spiegelt sich analog in den verschiedensten Schulbüchern wieder. Zu fragen ist, ob nicht gerade hierdurch die Aneignung ineffektiver Strategien bzw. das Festhalten an ausschließlich bekannten Strategien provoziert wird.

Eine Reihe von Lernschwierigkeiten ist in diesem Bereich festzustellen: Durch z. T. enorme Gedächtnisleistungen (z. B. Auswendiglernen des ‚1 + 1') werden unzureichende Mengen- und Zahlbegriffe nicht offensichtlich. Die Strukturierung von Zehnern und Einern fällt den Schülern schwer, häufig werden Zehner und Einer vertauscht, wobei die sprachlichen Schwierigkeiten nicht außer acht gelassen werden dürfen. „Dem Lehrer bleibt der wahre Entwicklungsstand seines Schülers oft verborgen, weil dieser durch ‚auswendig' gelernte Operationslösungen und durch Kenntnis im Zählen sich selbst und anderen ein Rechenverständnis vortäuscht" (*Westphal* 1977, 266). Das schrittweise Vorgehen trägt hier keineswegs dazu bei, diese Schwierigkeiten anzugehen. Die Hauptstrategie der Schüler, zählend zu rechnen, bringt jetzt Schwierigkeiten. Sie ist für das ‚1 + 1' tragfähig und auch für bestimmte Aufgabentypen im Hunderterraum durchaus erfolgreich: So kann bis zum Schritt der Addition ‚ZE + E ohne Überschreitung' das zählende Rechnen durchaus erfolgreich sein. Für die Schüler besteht also keine Notwendigkeit, Strukturen wie z. B. das Zerlegen von Summanden zu nutzen, so daß sie häufig an ihren vertrauten Strategien festhalten.

2.3 Zulassen individueller Strategien oder Vorgeben fester Lösungswege?

Beim kleinschrittigen Vorgehen tritt ein weiterer Aspekt auf: Den Kindern wird in der Regel ein bestimmter Lösungsweg vorgeschrieben, häufig verbunden mit einer festgelegten Notation. Generell ist man der Meinung, daß es für lernbehinderte Schüler verwirrend ist, Inhalte auf mehr als einem Weg zu behandeln. In vielen Fällen ist aber der eingeführte Weg nicht der Lösungsweg der Schüler, und es besteht die Gefahr, daß dieser mangels Transferleistungen nur schwer oder gar nicht aussichtsvoll nachvollzogen werden kann.

Anzutreffen ist hier in der Regel eine sogenannte Fehlervermeidungsstrategie, die Auffassung, man müsse alle Situationen, die zu Fehlern und Mißerfolgen führen können, vermeiden. Die ausschließliche Beschäftigung mit vertrauten Inhalten würde aber die Aneignung neuer Lerninhalte oder Handlungsstrategien, also produktives Denken und Lernen unmöglich machen (vgl. EDK 1991, 12; *Wittoch* 1976, 60).

Dazu ein Beispiel zur halbschriftlichen Addition. Die beiden Schülerlösungen (Abb. 3 a und 3 b) stammen von Drittkläßlern einer Schule für Lernbehinderte. Sie zeigen zwei mögliche Wege, die Aufgabe ‚35 + 23' ohne Einführung eines speziellen Verfahrens zu lösen.

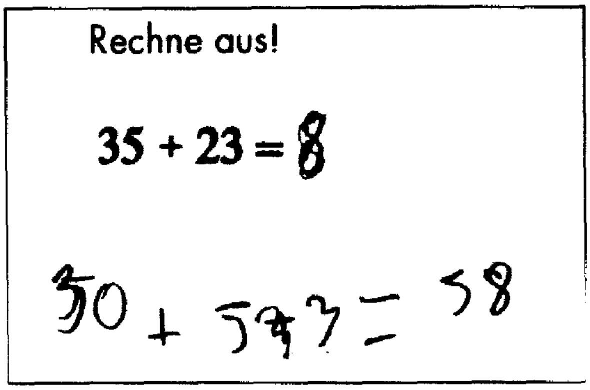


Abb. 3a: Halbschriftliche Lösung von Andi

Beide Schüler wählten die russische Rechenmaschine zur Unterstützung. Andi rechnete nach der Strategie ,Stellenwerte extra', dabei addierte er die Zehner sofort, die Einer wurden zunächst separat notiert. Auch Sandra verwendete die Strategie ,Stellenwerte extra'. Sie notierte zunächst die zerlegten Summanden, addierte danach die Einer, dann die Zehner.

Dies sind nicht die Strategien, die im Schulbuch für den Aufgabentyp ,ZE + ZE ohne Überschreitung' vorgesehen sind (Abb. 4). Als vorgegebene Strategie ist hier das Rechnen ,schrittweise' gewählt.

Angemerkt sei an dieser Stelle, daß i. a. nur ein einziges halbschriftliches Verfahren vorgesehen ist und daß hier für den Aufgabentyp ,ZE + ZE (ohne Überschreitung)' die einzige alternative halbschriftliche Strategie angeboten wird. Aber selbst diese beiden Vorgaben entsprechen nicht den Strategien, die die beiden Schüler von sich aus herausgefunden haben.

Das Einführen bzw. Zulassen einer einzigen halbschriftlichen Strategie in Schulbüchern ist kein Einzelfall: In einem anderen Lehrwerk findet sich z. B. nur das zweite angesprochene Vorgehen. Im Lehrerband wird explizit darauf hingewiesen, daß immer zunächst der Einer zu berücksichtigen ist.

Die Vielfalt der Möglichkeiten des halbschriftlichen Rechnens (vgl. hierzu *Wittmann/Müller* 1990, 82 ff.; *Krauthausen* 1993) wird dabei nicht berücksichtigt.

2.4 *Anknüpfen an Vorstellungen und Vorkenntnisse der Schüler oder bloße Vermittlung von Inhalten?*

Richtlinien und Schulbücher sehen für die Multiplikationen eine gestufte Einführung vor. Für die Lernstufe 3 sind dies die 2er, 10er und die 5er Reihe, in der Lernstufe 4 folgen die weiteren Reihen 4, 8, 3, 6, 9 und 7 (vgl. KM 1977, 32 f. bzw. 44).

Als Grundvorstellung der Multiplikation liegen verschiedene Modelle vor. Dabei wurden das zeitlich-sukzessive Modell sowie das kombinatorische Modell lange Zeit bevorzugt, das räumlich-simultane Modell eher vermieden: „Es verlangt analytische Denkakte und ist deshalb zur Einführung nicht geeignet" (vgl. *Westphal* 1977, 267). Inzwischen verzichtet man weitgehend auf das kombinatorische Modell, und verstärkt findet das räumlich-simultane Modell in Schulbüchern Verwendung. Sein Vorteil ist, daß es verschiedene Veranschaulichungen der Multiplikation wie lineare Darstellungen, Zahl- oder Würfelbilder, zusammengefaßte Mengen und Punktfelder zuläßt (vgl. *Wittmann/Müller* 1990, 108).

Dabei spricht eine Reihe von Argumenten für die Verwendung von Punktmustern: Zahlreiche multiplikative Muster des täglichen Lebens haben von sich aus die Felderstruktur (z. B. Flaschenkästen, Eierkartons, Malkästen u. ä.). Schüler bringen die verschiedensten Erfahrungen aus dem Alltagsbereich mit, so daß die Chance und Notwendigkeit besteht, diese Vorkenntnisse aufzugreifen und für weitere Lernprozesse fruchtbar zu machen. Der Unterricht hat eine „Auseinandersetzung zwischen den individuellen Begriffen und

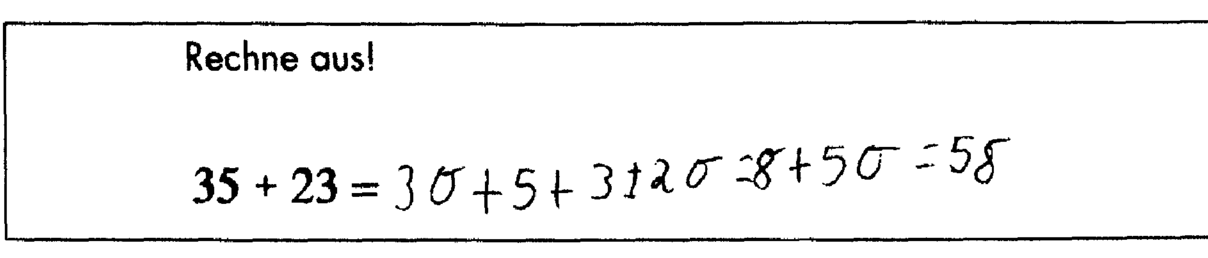


Abb. 3b: Halbschriftliche Lösung von Sandra

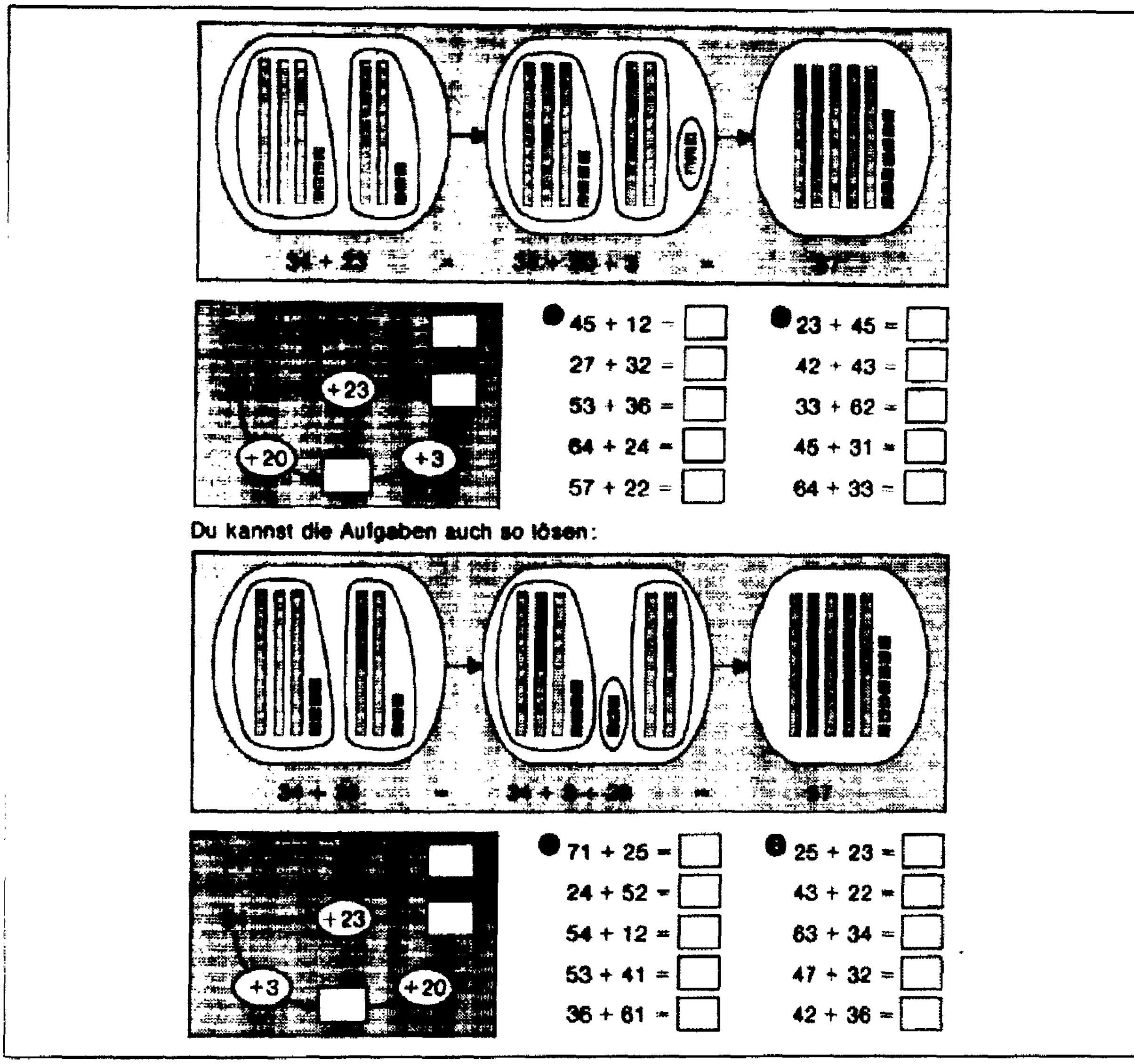


Abb. 4: Vorgesehenes halbschriftliches Verfahren des Schulbuchs

Strategien der Schüler und den interindividuellen Begriffen und Strukturen, wie sie Fachwissenschaft und Psychologie liefern, herbeizuführen" (*Höck* 1986, 836 f.).

Auf Grund der leichten Uminterpretierbarkeit der beiden Faktoren lassen sich an Feldern am besten algebraische Gesetzmäßigkeiten entdecken und veranschaulichen. Felder betonen außerdem im Gegensatz zu linearen Anordnungen die Eigenständigkeit der Multiplikation gegenüber der Addition und führen konsequent zur Veranschaulichung von Produkten mit Hilfe von Flächen. Darüber hinaus können die durch das Feld definierte Malaufgabe und ihr Ergebnis ökonomisch bestimmt werden (vgl. dazu *Wittmann/Müller* 1990, 109).

Schulbücher der Schule für Lernbehinderte nutzen aber diese Möglichkeiten selten aus (vgl. auch die Arbeit an Feldern als Vorübung zum Einmaleins (KM 1977, 32 f.)): ‚Felderstrukturen' sind häufig recht unglücklich gewählt, so daß Einsichten (z. B. in das Kommutativgesetz) unnötig erschwert werden (Abb. 5), und es finden sich zu Tauschaufgaben oftmals unterschiedliche Anordnungen (Abb. 6). So ist in der Regel zu einer Felderstruktur nur eine Aufgabe vorgesehen, obwohl die Einsicht in das Kommutativgesetz bei bestimmten Anordnungen auf der Hand liegt (Abb. 7). Eine Ausnahme stellt bei dieser Thematik das Lehrwerk „Mathematik entdecken und verstehen" von *Kutzer* dar, das diesen Aspekt berücksichtigt.

Die Sichtweisen der Kinder finden hier anscheinend keinerlei Berücksichtigung. Überspitzt zeigt sich dieser Mißstand in Abb. 8: Bei der Verbindung des räumlich-simultanen und des zeitlich-sukzessiven Modells tritt die (unbeabsichtigte?) Vertauschung der beiden Faktoren auf. So

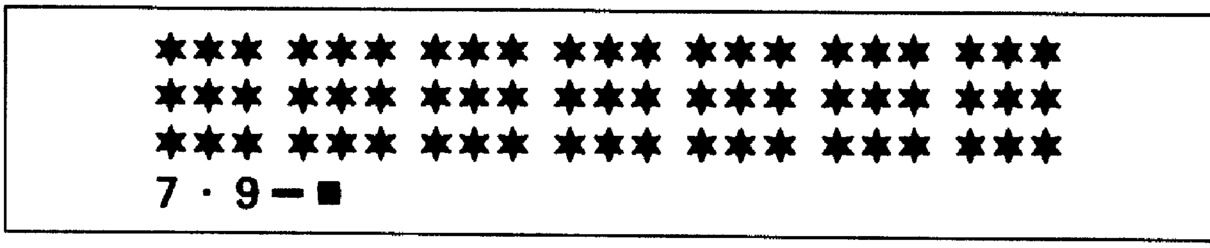


Abb. 5: Beispiel für Felderstruktur in einem Schulbuch

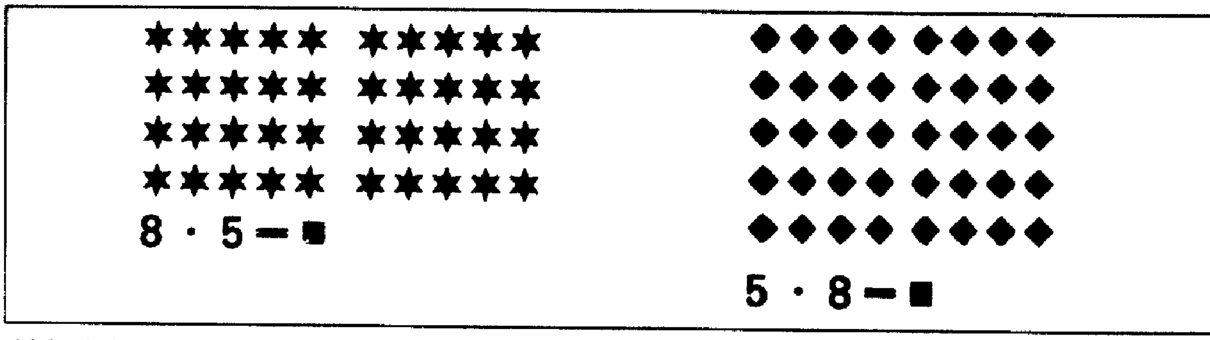


Abb. 6: Unterschiedliche Felderstrukturen zur Aufgabe ‚8·5' und der entsprechenden Tauschaufgabe

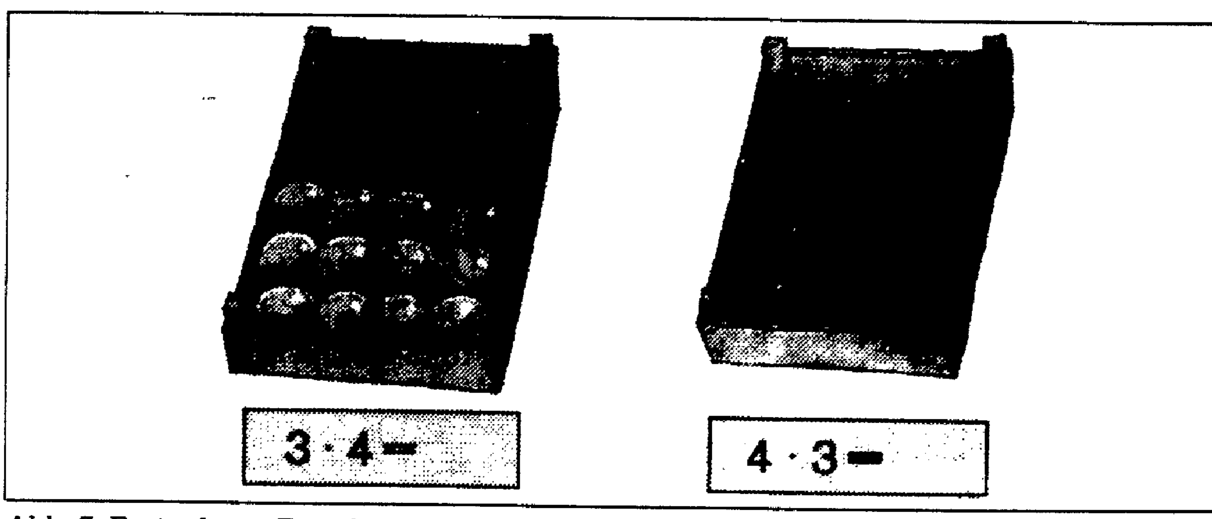


Abb. 7: Festgelegte Zuordnungen der Aufgaben in einem Schulbuch

können Schüler vollends verwirrt werden, wenn, wie im Lehrerband vorgesehen, Zusammenhänge zwischen voller Kiste, verpackten Einheiten und Restbestand in der Kiste herausgestellt werden.

Läßt man den Kindern die Freiheit, ihre Vorkenntnisse einzubringen, finden sich vielfältige Vorstellungen und Sichtweisen: Schüler sehen in realen Objekten mit multiplikativen Strukturen verschiedene Additions- und Multiplikationsaufgaben (Abb. 9). Die Schülerlösungen zu allen Multiplikationsaufgaben stammen von Viertkläßlern einer Schule für Lernbehinderte. Hier können die Zusammenhänge zwischen der Addition (dem bereits bekannten Lernstoff) und der Multiplikation (dem neuen Lernstoff) verdeutlicht werden.

Erkennbar werden aber auch die folgenden ‚Fehlvorstellungen' bei diesem 6er-Bild (Abb. 10):

- Die Schüler haben „Zwei mal drei" gesprochen, aber ‚3·3' geschrieben: Es steht zweimal die ‚3'.
- Die Schüler haben ‚5+1' und nicht ‚5·1' gerechnet.
- Vermutlich in Analogie zur Addition (6+0=6) haben die Schüler ‚6·0=6' gerechnet.

Zu bedenken ist, ob eine gestufte Einführung der Multiplikation, in der die o. g.

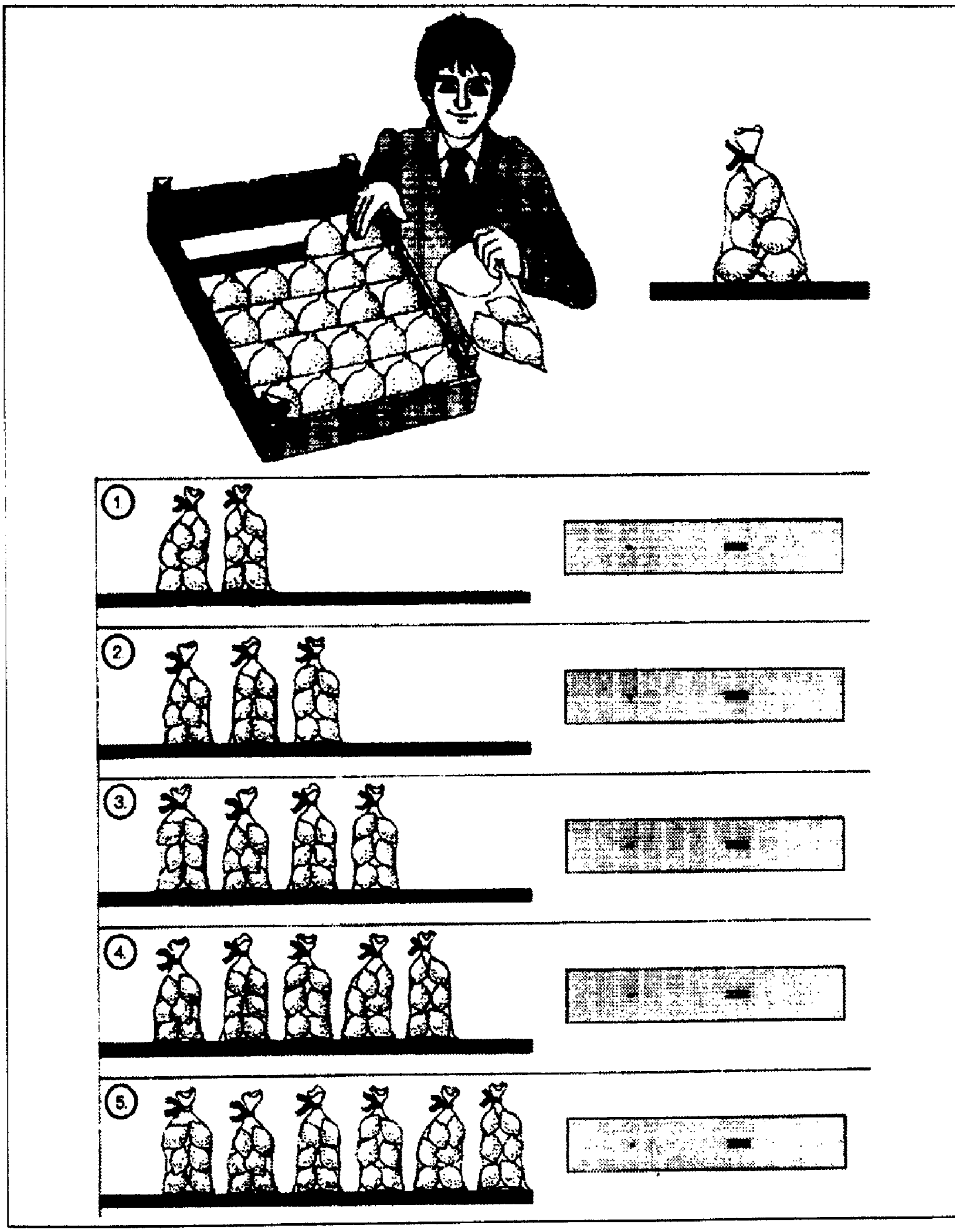


Abb. 8: Verbindung des räumlich-simultanen und des zeitlich-sukzessiven Modells

Aufgaben zunächst vermieden werden, nicht eher dazu führt, daß sich gewisse Fehlvorstellungen bei den Schülern verfestigen.

Fordert man Schüler auf, selbst Malaufgaben mit Plättchen zu legen, so finden sich etwa folgende Anordnungen (Abb. 11a): Zur Aufgabe ‚3·4' legten die Schüler lineare Anordnungen oder Felder, bei denen Zeilen bzw. Spalten-Vorstellungen deutlich werden. Aber auch Würfelbilder waren für viele Schüler dominierend.

Es fand sich aber auch ein derartiges Bild (Abb. 11 b): eine Veranschaulichung der Aufgabe, aber nicht des Ergebnisses. Hier müßte noch weiter gefragt werden, ob eine Analogie zur Addition vorliegt. Aufschluß würde vielleicht die Aufgabe

$2 + 2 + 2 + 2 + 2 = 10$

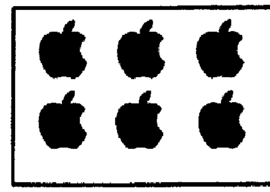
$5 + 5 = 10$

$2 \cdot 5 = 10$

$4 + 4 + 2 = 10$

$5 \cdot 2 = 10$

Abb. 9: Additions- und Multiplikationsaufgaben, die Kinder zu einem 10er Eierkarton finden



$3 \cdot 3 = 6$

$5 \cdot 1 = 6$

$6 \cdot 0 = 6$

Abb. 10: Aufgaben von Kindern zu einem ‚6er Bild'

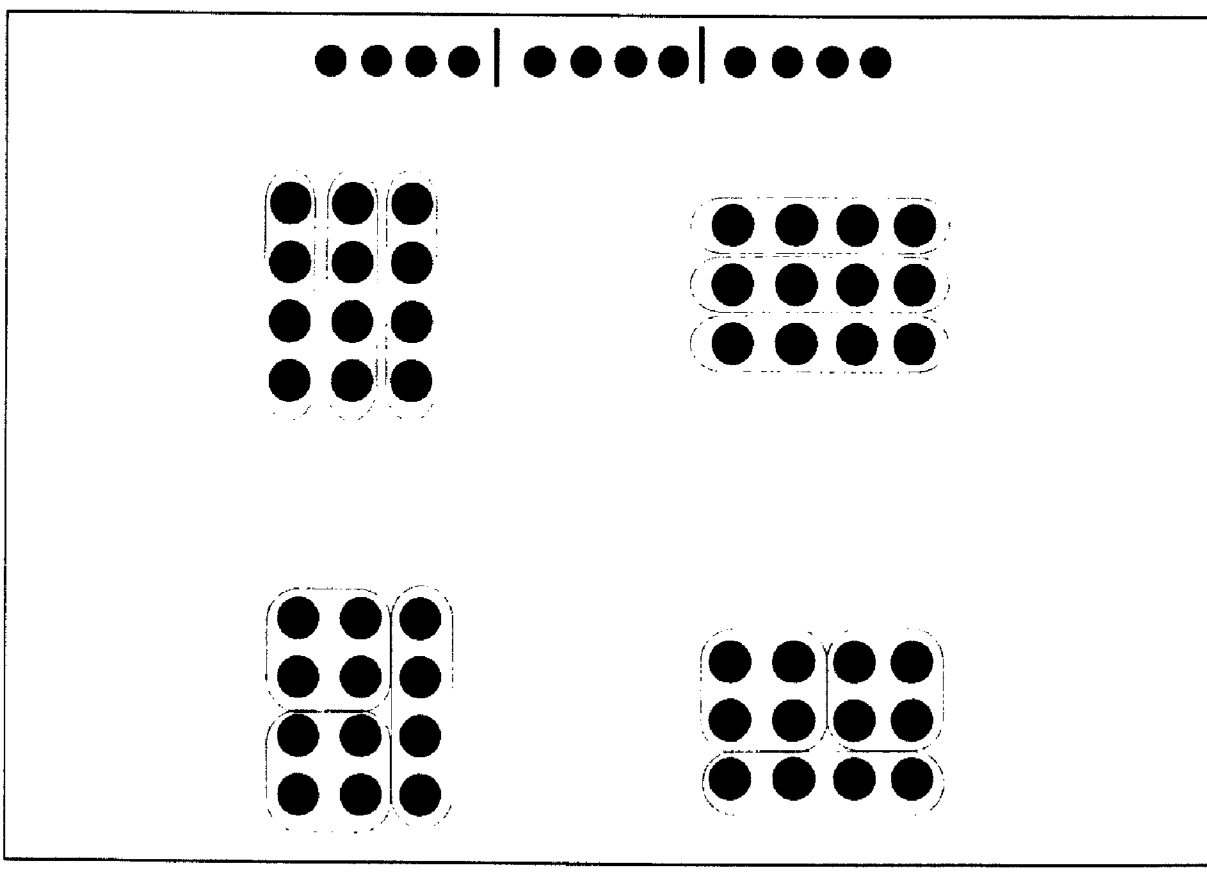


Abb. 11 a: Schülerlösungen zur Aufgabe ‚Lege die Aufgabe 3 · 4 mit Plättchen!'

Abb. 11 b: Schülerlösung zur Aufgabe ‚Lege die Aufgabe 3 · 4 mit Plättchen!'

geben, eine Subtraktion mit Plättchen zu veranschaulichen. Andererseits wäre zu fragen, ob die Schüler einfach nicht daran gewöhnt waren, Ergebnisse von Aufgaben zu veranschaulichen, ob in der Regel ein zu schneller Übergang zu symbolischen Darstellungen erfolgte.

Felderstrukturen bieten die Möglichkeit, mehrere Anordnungen bzw. Vorstellungen und Sichtweisen darin zu vereinbaren, so daß sich eine Vielfalt an Lösungen ergibt. Darüber hinaus bietet sich im Verlauf des Unterrichts für die Schüler die Möglichkeit, Grenzen spezieller Strategien (z. B. Würfelbilder) zu erkennen und sich neue Vorstellungsbilder zu erarbeiten. Beim 3·5-Punktfeld (hier ein Ausschnitt des Hunderterpunktfeldes, abgetrennt durch den 1x1-Winkel) dominierte für Senad die Zeilenstruktur (vgl. Abb. 12). Hingegen beim nächsten Feld kam er nicht etwa zur Aufgabe ‚2·8'. Hier führte das 4er-Würfelbild zur Aufgabe ‚4·4'. Die gleiche Strategie hat er beim 9·2-Feld angewendet. Er kreiste zunächst drei Vierer ein, notierte die Aufgabe ‚3·4=18', erkannte vermutlich bei dem übrig gebliebenen Sechser, daß diese Lösung nicht richtig ist. Er griff dann wieder auf die Zeilenstruktur zurück und kam zur richtigen Lösung ‚9·2=18'.

3. *Zusammenfassung*

Entdeckendes Lernen und produktives Üben sind kein Allheilmittel für alle Lernschwierigkeiten. Begrenzte Fähigkeiten der Schüler sind nicht von der Hand zu weisen, und auch die individuelle Lernbiographie der Schüler spielt eine entscheidende Rolle. Die hier propagierte neue, offenere Form des Lernens mag zunächst sogar Schwierigkeiten mit sich bringen. In diesem Zusammenhang weist

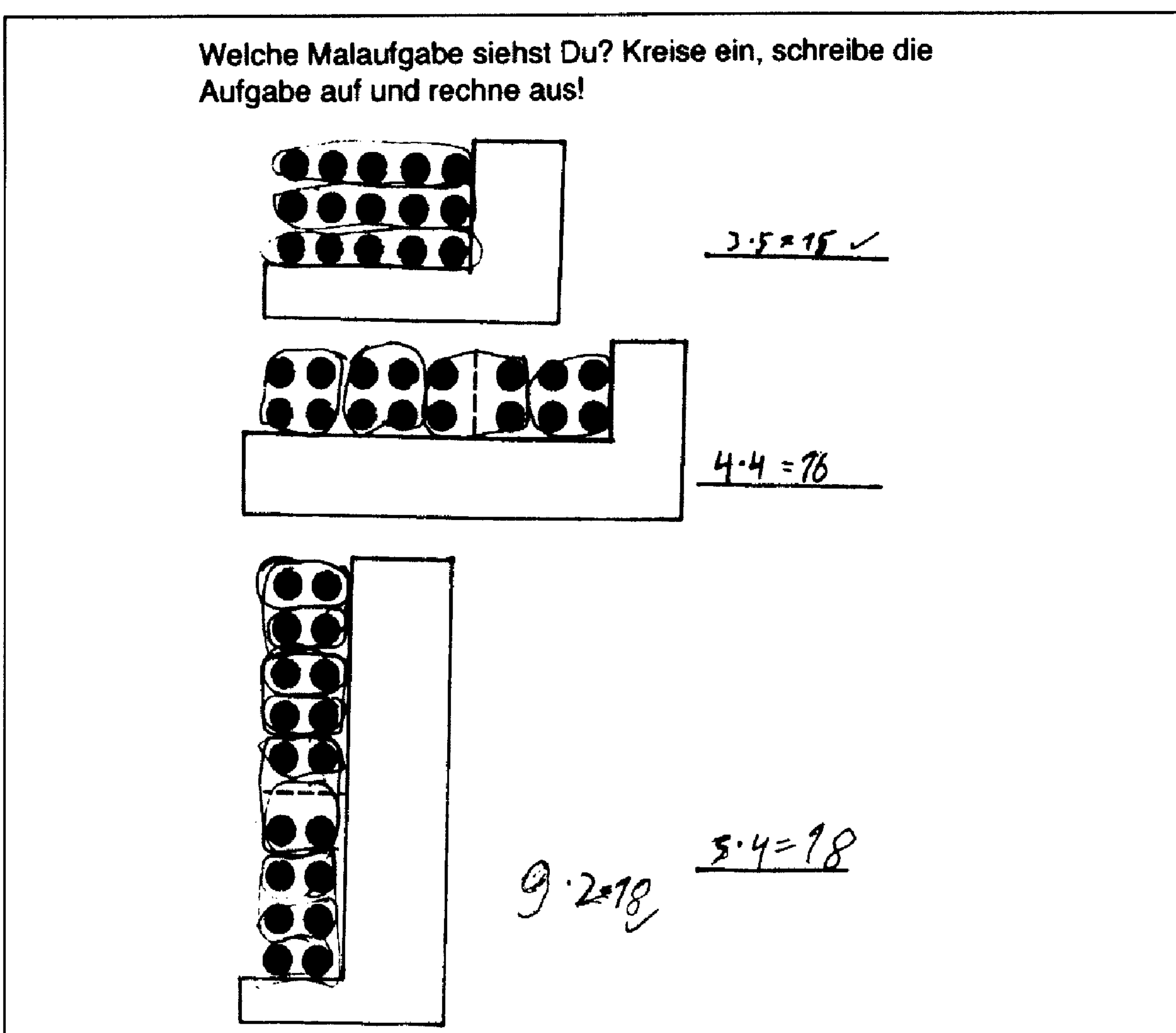


Abb. 12: Aufgabenbearbeitung von Senad

Wittoch aber auch auf positive Erfahrungen mit offenen Aufgaben hin (vgl. ebd. 1991, 98 f.).

Produktive Übungsformen bieten jedoch auch oder gerade bei lernschwachen Schülern eine Reihe von Vorteilen, die diese eventuellen Anfangsschwierigkeiten gewiß aufwiegen:

- Die Schüler haben eher die Möglichkeit, zu zeigen, was sie können: Das Niveau wird nicht von vornherein festgelegt, und das Zutrauen in die eigenen Fähigkeiten kann gestärkt werden (vgl. auch *Werning/Bannach* 1992, 614). Die Gefahr der Über- als auch der Unterforderung kann somit gebannt werden.
- Fehlvorstellungen und Schwierigkeiten der Kinder lassen sich leichter und frühzeitig erkennen. Wenn der Schüler nur vorgegebene ‚richtige' Aufgaben rechnet, werden bestimmte Fehlvorstellungen kaum offensichtlich. Die gängige Fehlervermeidungsstrategie bringt vielleicht kurzfristig Erfolge, langfristig sind unter Umständen Schwierigkeiten schon vorprogrammiert (vgl. hierzu auch die kritischen Ausführungen von *Kornmann* u. a. 1993 und *Wagner* u. a. 1991 zu Vorgehensweisen bei der Behandlung des Zwanzigerraums).
- Die Beschränkung auf einen einzigen Lösungsweg birgt immer die Gefahr, daß gerade dieser Lösungsweg für den Schüler schwer nachvollziehbar ist und mangels Transferfähigkeit zur unüberwindbaren Schwierigkeit wird. Die Beispiele haben exemplarisch gezeigt, daß lernbehinderte Schüler zu mehr als mechanischem Rechnen fähig sind. Sie sind durchaus in der Lage, individuelle Strategien zu entwickeln und zu nutzen.
- Schwache Schüler sind bei produktiven Übungsformen häufig motivierter: Ihre Leistungen werden nicht nur nach richtig oder falsch bewertet, und Versagensängste können dadurch abgebaut werden. In Anbetracht der Tatsache, daß gerade die Fächer Mathematik und Deutsch in den meisten Fällen Anlaß für die Sonderschulüberweisung sind (vgl. z. B. die Untersuchung von *Stranz* in *Grissemann* 1989, 39), erscheint dieser Aspekt nicht unwesentlich.
- Die Konzeption des entdeckenden Lernens bietet an vielen Stellen die Möglichkeit der natürlichen Differenzierung, da entsprechende Aufgaben das Arbeiten auf unterschiedlichen Schwierigkeitsniveaus ermöglichen (vgl. hierzu auch *Wittoch* 1976, 117).
- Deutlich wird an den gezeigten Beispielen, daß man auch lernbehinderte Schüler unterschätzt oder falsch einschätzt, daß man ihnen häufig Wege verbaut, die sie bei einem offeneren Vorgehen, wie beschrieben, durchaus und wenn auch vielleicht unerwartet beschreiten würden. Fördern bedeutet daher auch, gewisse Anforderungen zu stellen. Hierbei kann die Gefahr der Überforderung gebannt werden, wie an den gezeigten Beispielen hoffentlich deutlich wird.

Literatur

Baier, H.: Allgemeine Prinzipien der Erziehung und des Unterrichts in der Schule für Lernbehinderte. In: Kanter/Speck (1977) 252–277. – *Böhm, O.:* Handlungsorientierte Kulturtechniken in der Unterstufe der Schule für Lernbehinderte – Ein Basiscurriculum mit ‚anspruchsvollem Lernen'. In: Z. Heilpäd. 38 (1987) 17–24. – *Böhm, O.:* Die Übung im Unterricht der Schule für Lernbehinderte. In: Z. Heilpäd. 39 (1988) 73–85. – *Böhm, O. / Grampp, G.:* Divergentes Denken bei lernbehinderten Schülern – Ergebnisse von Untersuchungen und Folgerungen für die Lernbehindertendidaktik. In: Langfeldt/Böhm (1975) 122–136. – *Donaldson, M.:* Wie Kinder denken, Intelligenz und Schulversagen. München 1991. – *EDK – Schweizerische Konferenz der kantonalen Erziehungsdirektoren:* Fehler! – Fehler? Bern 1991. – *Gehrecke, S. / Mohr, C.:* Naturlehre in der Sonderschule für Lernbehinderte. Berlin 1973. – *Grissemann, H.:* Lernbehinderung heute – Psychologisch-anthropologische Grundlagen einer innovativen Lernbehindertenpädagogik. Bern 1989. – *Grölz, H.:* Problemorientierte Unterrichtsmethoden in der Schule für Lernbehinderte. In: Z. Heilpäd. 34 (1983) 645–653. – *Höck, M.:* Thesen zur mathematischen Begriffsbildung bei lernschwachen und lernbehinderten Kindern. In: Z. Heilpäd. 37 (1986) 834–839. – *Jänsch, J.:* Rechenleistungen von Schülern der Schule für Lernbehinderte nach dem Rahmenlehrplan Mathematik von 1978. In: Z. Heilpäd. 39 (1988) 97–103. – *Kanter, G. O.:* Lerngestörten- und Lernbehindertenpädagogik. In: Bach, H.: Sonderpädagogik im Grundriß. Berlin [5]1978, 105–112. – *Kanter, G. O. / Speck, O.* (Hrsg.): Handbuch der Sonderpädagogik, Band 4, Pädagogik der Lernbehinderten. Berlin 1977. – *KM – Kultusminister des Landes NRW* (Hrsg.): Richtlinien und Lehrpläne für die Schule für Lernbehinderte (Sonderschule) – Mathematik. Köln 1977. – *König, H.-W.:* Die Übung der

Grundrechenarten im Mathematikunterricht der Schule für Lernbehinderte. In: Z. Heilpäd. 27 (1976) 595–605. – *Kornmann, R.* u. a.: Lehrwerke als Lernbehinderung: Die Vernachlässigung des Kommutativgesetzes in den Mathematiklehrwerken für die Klassen 1–4 der Schulen für Lernbehinderte (Förderschulen). In: Z. Heilpäd. 44 (1993) 600–605. – *Krauthausen, G.*: Kopfrechnen, halbschriftliches Rechnen, schriftliche Normalverfahren, Taschenrechner: Für eine Neubestimmung des Stellenwertes der vier Rechenmethoden. In: Journal für Mathematik-Didaktik 14 (1993) 189–219. – *Langfeldt, H.-P. / Böhm, O.* (Hrsg.): Die Wirklichkeit der Lernbehindertenschule, Band 1, Lehrer – Schüler – Schullaufbahn, Bonn – Bad Godesberg 1975. – *Tricket, L. / Sulke, F.*: Low attainers can do mathematics. In: Pimm, D. (ed.): Mathematics, Teachers and Children. London 1988, 109–117. – *Van den Heuvel-Panhuizen, M.*: Ratio in Special Education. In: Streefland, L. (ed.): Realistic Mathematics Education in Primary School. Utrecht 1991, 157–181. – *Wagner, H.-J.* u. a.: Die Null – eine vernachlässigte Größe in elementaren Mathematiklehrwerken der Schule für Lernbehinderte? In: Z. Heilpäd. 42 (1991) 442–479. – *Wember, F. B.*: Exemplarische Beispiele für eine entwicklungspsychologisch begründete Unterrichtskonzeption im sonderpädagogischen Alltag. In: Z. Heilpäd. 39 (1988) 735–74. – *Werning, R. / Bannach, M.*: Möglichkeiten des entdeckenden Lernens im Sachunterricht der Primarstufe der Schule für Lernbehinderte: In: Z. Heilpäd. 43 (1992) 606–615. – *Westphal, E.*: Primarstufe. In: Kanter / Speck (1977) 252–277. – *Winter, H.*: Begriff und Bedeutung des Übens. In: Mathematik lehren (1984) Heft 2, 4–16. – *Wittmann, E. Ch. / Müller, G. N.*: Handbuch produktiver Rechenübungen. Band 1. Vom Einspluseins zum Einmaleins. Stuttgart 1990. – *Wittmann, E. Ch.*: Wider die Flut der ‚bunten Hunde' und der ‚grauen Päckchen': Die Konzeption des aktiv-entdeckenden Lernens und des produktiven Übens: In: Wittmann / Müller (1990) 152–166. – *Wittoch, M.*: Diagnose von Störungen – Erfahrungen mit Lernarrangements mit Kindern, die eine Schule für Lernbehinderte besuchen. In: Lorenz, J.-H. (Hrsg.): Störungen beim Mathematiklernen. Köln 1991, 90–105. – *Wittoch, M.*: Unterricht mit Schulversagern. Köln 1976. – *Zikowsky, G. u. a.*: Wie erfolgreich ist die schulische Rehabilitation der Lernbehinderten in der Sonderschule – Eine Untersuchung über ihre Schullaufbahn. In: Langfeldt / Böhm (1975) 138–149.

Anschrift der Verfasserin:
Petra Scherer
Universität Dortmund
Institut für Didaktik der Mathematik
Postfach 500500
44221 Dortmund