



Integration von Schülerinnen und Schülern mit einer Sehschädigung an Regelschulen

Didaktikpool

Zahlbegriffsentwicklung blinder und sehender Schülerinnen und Schüler im
Hinblick auf Lernmaterialien im Gemeinsamen Unterricht

- 3 Lernmaterialien zur Unterstützung der Zahlbegriffsentwicklung
für blinde und sehende Schüler -

Melanie Linscheidt

2002

Universität Dortmund

Fakultät Rehabilitationswissenschaften

Rehabilitation und Pädagogik bei Blindheit und Sehbehinderung

Projekt ISaR

44221 Dortmund

Tel.: 0231 / 755 5874

Fax: 0231 / 755 4558

E-mail: isar@uni-dortmund.de

Internet: <http://isar.reha.uni-dortmund.de>



3 Lernmaterialien zur Unterstützung der Zahlbegriffsentwicklung für blinde und sehende Schüler

Der konkrete Umgang mit Gegenständen ist im Stadium der konkreten Operationen, in dem sich Kinder zu Beginn der Grundschulzeit in der Regel befinden, von großer Wichtigkeit (vgl. Kapitel 2.2.1 und 2.2.2). Aus diesem Grund möchte ich in diesem Kapitel auf Lernmaterialien eingehen, die einen solchen handelnden Umgang ermöglichen. In [Kapitel 3.1](#) wird zunächst der Begriff „Lernmaterialien“ kurz erläutert und gegenüber anderen Begriffen abgegrenzt, um begriffliche Missverständnisse in der vorliegenden Arbeit zu vermeiden. Um Lernmaterialien im Unterricht einsetzen zu können, sollte die Lehrperson einen Überblick über Vorerfahrungen besitzen. Des Weiteren sollten didaktische Methoden ebenso wie einige Lernziele bekannt sein. Diese Aspekte werden in [Kapitel 3.2](#) aufgegriffen. Für die Herstellung und Bewertung von Lernmaterialien werden in [Kapitel 3.3](#) Kriterien erarbeitet, auf die bei der Auswahl und Herstellung von Lernmaterialien für blinde sowie für sehende Schüler geachtet werden sollte. Zum Abschluss möchte ich in [Kapitel 3.4](#) noch einige Lernmaterialien vorstellen, die im Unterricht häufig Verwendung finden.

3.1 Der Begriff des Lernmaterials

Der Begriff „Lernmaterial“ wird in der Literatur unter einer Vielzahl von Synonymen gebraucht. Schipper (1996) spricht in seinen Veröffentlichungen von „Arbeitsmitteln“, während Maier (1990) die Bezeichnungen „Arbeitsmaterialien“ und „Arbeitsmittel“ synonym zu verwenden scheint. Floer (1996) hingegen gebraucht den auch in dieser Arbeit verwendeten Ausdruck „Lernmaterial“.

Allen Begrifflichkeiten gemeinsam ist, dass in der Regel von strukturiertem Material ausgegangen wird, d.h. von einem Material, das gezielt für bestimmte konkrete mathematische Handlungen hergestellt wurde (vgl. Maier 1990, 135). Beispiele hierfür sind Punktefelder, Reihen und Rechenstäbe, während unter unstrukturier-



tem Material Gegenstände aus der Lebensumwelt der Kinder verstanden werden, wie Kastanien, Perlen usw. (vgl. Schmücker 2000, 41).

Strukturierte Materialien lassen sich noch weiter unterteilen. Zum einen gibt es Materialien, mit denen lediglich Aufgaben beispielsweise in Schulbüchern oder in Form von Aufgabenkarten, Spielen etc. gestellt werden. Zum anderen existieren aber auch Lernhilfen, die das Denken und Rechnen unterstützen, indem Zahlen und Lösungswege dargestellt und Ergebnisse mit Hilfe des Materials begründet werden (vgl. Floer 1996, 9).

Im Rahmen dieser Arbeit wird der Begriff Lernmaterialien gebraucht, wenn von strukturiertem Material gesprochen wird, welches als Lernhilfe verwendbar ist.

3.2 Zahlbegriffsentwicklung in den ersten Grundschuljahren

Um die Bedeutung von Lernmaterialien für die Zahlbegriffsentwicklung in den ersten Grundschuljahren zu verdeutlichen, ist es zunächst einmal wichtig, einerseits die Vorerfahrungen sehender Kinder bei der Einschulung zu kennen und andererseits zu wissen, inwiefern sich die Vorerfahrungen blinder Kinder davon unterscheiden. Diese Thematik soll in [Kapitel 3.2.1](#) aufgegriffen werden. Es soll versucht werden, die theoretischen Grundlagen in Bezug auf die Schulwirklichkeit zu konkretisieren. Um den Einsatz von Lernmaterialien im Unterricht zu planen, sind ebenso die Lernziele zum Verständnis des Zahlbegriffs in der Grundschule von Bedeutung, die in [Kapitel 3.2.2](#) dargestellt werden. [Kapitel 3.2.3](#) gibt einen komprimierten Überblick über aktuelle Ansätze der Methodik und Didaktik, die in der Regel in Grundschulen für blinde wie für sehende Kinder angewandt werden.

Vorerfahrungen von blinden und sehenden Schulanfängern in Bezug auf den Zahlbegriff

In früheren Jahren ging man im mathematischen Anfangsunterricht davon aus, dass die Schüler bei Schuleintritt eine „tabula rasa“ seien, also noch keinerlei



Vorkenntnisse bezüglich des Zahlbegriffs hätten. Infolgedessen begann der Anfangsunterricht in den siebziger Jahren sehr häufig mit einem sehr ausgedehnten pränumerischen Unterricht, um die Schüler behutsam an die für sie neuen Zahlen und Ziffern heranzuführen (vgl. Schmidt & Weiser 1982, 227). Mittlerweile steht außer Frage, dass die mathematischen Fähigkeiten von Schulanfängern sehr unterschätzt wurden. Denn die Kinder kommen in ihrem alltäglichen Leben ständig mit Zahlen in Kontakt, etwa bei der eigenen Altersangabe oder beim Umgang mit Geld. Demzufolge haben bereits Schulanfänger einige Erfahrungen bezüglich der Zahlaspekte gesammelt (vgl. Ahlberg & Csocsán 1994, 74).

Aus diesem Grund wurde eine Vielzahl von Untersuchungen bezüglich durchschnittlicher mathematischer Vorkenntnisse und Fähigkeiten von Vorschulkindern und Schulanfängern durchgeführt, um den schulischen Anfangsunterricht entsprechend anzupassen. Doch die Bandbreite der Vorerfahrungen geht besonders im ersten Schuljahr noch sehr weit auseinander, so dass es bezogen auf die Planung des Anfangsunterrichts weder ausreichend noch sinnvoll erscheint, die durchschnittlichen Fähigkeiten eines Schulanfängers genau zu untersuchen (vgl. Maier 1990, 106).

Wichtig erscheint mir hingegen eine detaillierte Lernstandüberprüfung der einzelnen Schüler. Knapstein und Spiegel (1995, 65) entwickelten für diese Zwecke einen Test, mit dem die mathematischen Kenntnisse von Schulanfängern genau untersucht werden können. Auf diesen möchte ich aber im Rahmen dieser Arbeit nicht weiter eingehen, da er recht umfangreich und für die Fragestellung der vorliegenden Arbeit nicht relevant ist. Der Test ist jedoch ausführlich im o.g. Artikel nachzulesen.

Es erscheint mir dennoch sinnvoll, sich einen ungefähren Überblick über die durchschnittlichen Fähigkeiten und Fertigkeiten von Schulanfängern zu schaffen, wenn Kinder im Anfangsunterricht effektiv beobachtet werden sollen. Dieser Überblick über die Fähigkeiten und Fertigkeiten von Schulanfängern kann aber keinesfalls eine individuelle Beurteilung ersetzen, denn diese ist zwingend erfor-



derlich, wenn ein Schüler in angemessener Weise gefördert und unterrichtet werden soll (vgl. Maier 1990, 106).

Schulanfänger können oft bereits Gegenstände nach qualitativen Aspekten gruppieren und klassifizieren. Auch zum Bilden einer Reihe sind sie gewöhnlich in der Lage (vgl. Kapitel 2.2.2). Die meisten Kinder können zu Beginn ihrer Schulzeit sogar schon die Zahlwortreihe bis zwanzig aufsagen und sind mit einem Großteil der Zählprinzipien vertraut (vgl. Radatz 1982, 159ff und Csocsán u.a. 2002, 21f). Während der Grundschulzeit lernen Kinder also weniger neue Zählprinzipien kennen als vielmehr die Anwendung dieser Zählprinzipien sowie eine Erweiterung des Zahlenraums (vgl. Schmidt & Weiser 1982, 233). Die meisten Kinder sind in der Lage, mathematische Probleme im Zahlenraum bis zehn durch Zählen zu lösen. Doch das Verwenden von Strategien ist den meisten Schulanfängern noch nicht vertraut (vgl. Radatz 1982, 159ff).

Die Tatsache, dass blinde Menschen im Gegensatz zu sehenden die meisten Informationen über die haptische oder auditive Wahrnehmung erhalten, wirkt sich auch auf die gedankliche Welt, auf die Entwicklung von Begriffen, aus (vgl. Ahlberg & Csocsán 1996, 106). Denn haptische Wahrnehmung erfolgt größtenteils sukzessiv, d.h. blinde Menschen erkunden ihre Umwelt zum großen Teil nacheinander, während ein sehender Mensch viele Dinge seiner Umwelt gleichzeitig, also simultan, wahrnehmen kann (vgl. Ahlberg & Csocsán 1994, 19). Auch Zahlen werden somit eher als einzelne Teile in einer Reihenfolge erfahren und nicht, wie bei sehenden Kindern, vorwiegend als Ganzes. Doch nicht nur die Andersartigkeit der Wahrnehmung macht sich bei der Entwicklung (des Zahlbegriffs) bemerkbar, sondern auch die längere Zeit, die bei haptischer im Gegensatz zu visueller Wahrnehmung benötigt wird (vgl. Csocsán 1985, 121). Doch wenn ein Gegenstand einmal durch Tasten erfasst wurde, bleiben die Informationen in der Regel länger im Gedächtnis, als wenn er visuell erkundet worden wäre. Im Gegensatz zu sehenden Kindern haben blinde Kinder oft weniger Möglichkeiten, die Zahlaspekte in ihrem alltäglichen Leben zu erfahren. So wird ihnen häufiger verboten, z.B. ein Getränk in mehrere Gläser zu verteilen. Allerdings wird dem Kind auf die-



se Weise die mathematische Erfahrung verwehrt, wie viele Gläser mit einer Flasche gefüllt werden können (vgl. Csocsán u.a. 2002, 12). Andererseits müssen blinde Kinder in ihrem täglichen Leben häufig zur Orientierung zählen, beispielsweise Treppenstufen oder Schritte auf einem bestimmten Weg, was wiederum auf andersartige Erfahrungen im Umgang mit Zahlen hinweist (vgl. Ahlberg & Csocsán 1994, 74f)

Diese unterschiedlichen Erfahrungen wirken sich auch auf die Vorerfahrungen der Schulanfänger mit Blindheit in Bezug auf mathematische Kompetenzen aus. So haben blinde Kinder häufig Schwierigkeiten beim Generalisieren, weil sie Gegenstände anders erfahren als sehende Kinder und somit andere Merkmale ausmachen (vgl. Csocsán u.a. 2002, 11 und Meyer 1983, 254). Blinde Kinder haben häufig ein sehr viel besseres Gedächtnis, mehr Hörerfahrung und bessere verbale Fertigkeiten als sehende gleichaltrige Schüler, doch fehlt es ihnen an Erfahrung, ihr Wissen über Zahlen verbal auszudrücken (vgl. Csocsán u.a. 2002, 11). Aus diesem Grund ist das Verständnis blinder Kinder in Bezug auf ein Phänomen oft nur schwer herauszufinden. Blinde Kinder haben zudem häufig Schwierigkeiten bezüglich der Relationen, wie der „Teile im Ganzen“-Relation und „Kleiner-Größer“-Beziehungen, weil solche Relationen und Beziehungen haptisch nicht so häufig wahrgenommen werden wie visuell (vgl. Csocsán u.a. 2002, 12 und Meyer 1983, 255). Auch der Umgang mit Dimensionen ist für blinde Kinder oft besonders schwer. Dabei ist vor allem der Vergleich von Gegenständen problematisch, weil blinde Kinder immer nur zwei Gegenstände gleichzeitig vergleichen können, d.h. besonders große Konzentration und ein gutes Gedächtnis benötigen. Ein weiteres mathematisches Problem ist der Übergang von dreidimensionalen Gegenständen zu zweidimensionalen Darstellungen, da blinde Kinder durch die haptische Wahrnehmung völlig andere Merkmale an einem Gegenstand feststellen als sehende Kinder (vgl. Csocsán u.a. 2002, 13).

Insgesamt läuft die mathematische Entwicklung blinder Kinder jedoch nach demselben Schema ab wie das der sehenden Kinder, allerdings etwas zeitversetzt. Durch ihre Blindheit erlernen die Kinder einige Begriffe und Fertigkeiten durch-



schnittlich früher, andere hingegen später als ihre sehenden Altersgenossen. Oft gleicht sich der Entwicklungsunterschied bezüglich arithmetischer Fertigkeiten blinder Kinder gegenüber sehenden Kindern jedoch zwischen sechs und elf Jahren wieder aus (vgl. Ahlberg & Csocsán 1997, 1 und Sicilian 1988, 331ff).

Aspekte der Didaktik und Methodik in der Mathematik

Im Laufe der Geschichte hat sich eine Vielzahl an Methoden bezüglich der Lehre der Mathematik entwickelt. Seit Beginn des 20. Jahrhunderts haben sich besonders zwei Grundauffassungen des Lehrens und Lernens der Mathematik gegenüber gestanden: Das Prinzip der kleinen und kleinsten Schritte im Gegensatz zu dem Prinzip des aktiv-entdeckenden Lernens, wobei das aktiv-entdeckende Lernen in der aktuellen Mathematikdidaktik das Lernen nach dem Prinzip der kleinen und kleinsten Schritte weitgehend abgelöst hat. Warum dies so ist, möchte ich im Folgenden kurz erläutern.

Das Prinzip der kleinen und kleinsten Schritte geht davon aus, dass der Lernstoff in kleinste Schritte zerlegt wird, die den Schülern dann isoliert voneinander nahe gebracht werden, um ihnen möglichst alle Schwierigkeiten aus dem Weg zu räumen. Der Unterricht ist sehr reglementiert und beinhaltet in der Regel zunächst ein Besprechen der Musterlösung, woran sich ein gemeinsames Bearbeiten einiger Aufgaben und das Üben durch Bearbeitung weiterer Aufgaben mit derselben Musterlösung anschließt. Eine große Gefahr dieser Methode ist allerdings, dass die Aufgaben lediglich rein mechanisch bearbeitet werden können, ohne die Kinder zum eigenständigen Denken zu ermutigen. Die Schüler lassen sich vom Lehrer berieseln und übernehmen selbst keinerlei Verantwortung für ihr eigenes Lernen. Dies zeigt sich dann darin, dass Schüler eigentlich bekannte Aufgaben in der außerschulischen Praxis nicht anwenden können (vgl. Wittmann 1993, 157ff).

Im Gegensatz zu diesem „passiven“ Lernen steht das aktiv-entdeckende Lernen. Hierbei sind die Lerninhalte in größere Abschnitte unterteilt, so dass ein Lernen und Üben in Sinnzusammenhängen ermöglicht wird. So ergeben sich auf natürli-



che Weise automatisch Differenzierungen. Der Lehrer gibt den Lösungsweg einer Aufgabe nicht vor, sondern die Schüler erarbeiten selbstständig Lösungsstrategien, so dass eine Mechanisierung kaum möglich ist. Diese Herangehensweise an das Lehren und Lernen hängt eng mit den Vorstellungen Piagets zusammen, der schließlich auch für aktives Handeln im Unterricht plädierte (vgl. Kapitel 2.2.1) Das aktiv-entdeckende Lernen verspricht einen wesentlich länger anhaltenden Erfolg als das Prinzip der kleinen und kleinsten Schritte, bei dem bereits Erlerntes immer wieder wiederholt werden muss (vgl. Wittmann 1993, 157ff).

Die Methode des aktiv-entdeckenden Lernens halte ich besonders für Klassen mit integrativ betreuten Kindern für sinnvoll, da hier eine Differenzierung aufgrund der größeren Heterogenität noch nötiger ist. Mit Hilfe dieser Konzeption kann jeder Schüler individuell nach seinem eigenen Lerntempo und mit seinen eigenen Methoden arbeiten. Für blinde Kinder ist dieses Konzept zudem insofern am nahestehendsten, da sie besonders auf den aktiv-handelnden Umgang mit Gegenständen angewiesen sind (vgl. Meyer 1983, 256).

Im Unterricht mit blinden Kindern sollten neben diesem Prinzip des aktiv-entdeckenden Lernens noch weitere methodische Aspekte beachtet werden. Csocsán u.a. (2002, 41ff) formulierten diesbezüglich einige Prinzipien, die ich im Folgenden aufzählen und kurz zusammenfassen möchte:

- Ø *Gestaltung einer geeigneten Lernumgebung, die das Lernen mit allen Sinnen ermöglicht.* Dies beinhaltet sinnvolle und effektive Taststrategien, um günstige haptische Erfahrungen sammeln zu können. Zudem soll der Lehrer darauf achten, dass unter den verschiedenen Wahrnehmungskanälen nicht nur der taktile, sondern insbesondere der auditive Wahrnehmungskanal angesprochen wird, vornehmlich, um das Fingerrechnen der sehenden Schüler zu ersetzen.



- ∅ *Dem Konzept des Verständnisses folgen.* Um mit Hilfe von Zahlen Objekte oder Ereignisse (z.B. einen Theatersaal) erklären zu können, ist das Begreifen der Struktur von Zahlen Voraussetzung. Allem voran die Relation „Teile im Ganzen“.
- ∅ *Betonung der sprachlichen Aktivitäten im Unterricht.* Dies ist besonders wichtig, weil blinde Kinder damit häufig besonders große Schwierigkeiten haben (vgl. Kapitel 3.2.1).
- ∅ *Suche nach geeigneten Methoden.* Hier ist zu überlegen, ob die deduktive (vom Allgemeinen zum Besonderen) oder die induktive (vom Besonderen zum Allgemeinen) Methode vorzuziehen ist. Dabei ist zu bedenken, dass blinde Kinder aufgrund mangelnder Erfahrungen im Alltag nicht dieselbe Grundlage für Verallgemeinerungen haben wie sehende Schüler (vgl. Kapitel 3.2.1).
- ∅ *Individuell angepasste Lernmaterialien wählen.*
- ∅ *Dem Schüler genügend Zeit lassen.* Blinde Schüler benötigen u.a. für das Ertasten und die Organisation mehr Zeit als sehende Kinder.
- ∅ *Das Lernen von Symbolen als strukturierten Prozess betrachten.* Das bedeutet, den Schülern zuerst den mathematischen Inhalt nahezubringen, diesen dann in informeller und formeller Sprache und schließlich in Symbolsprache auszudrücken. Erst dann werden die Fertigkeiten geübt und angewendet.

Lernziele zum Verständnis des Zahlbegriffs bei blinden und sehenden Kindern

In Kapitel 1 wurde deutlich, „daß der Zahlbegriff ein ausgesprochen abstraktes Konzept darstellt, das sich kaum direkt lehren lassen dürfte“ (Wember 1998, 92). In den Richtlinien und Lehrplänen des Landes NRW für Mathematik sind entsprechend Lernziele zu finden, welche die Zahlbegriffsentwicklung unterstützen dürften, doch wird dieses Ziel nie explizit genannt. Ein Beispiel für ein solches Lernziel, welches indirekt auf die Zahlbegriffsentwicklung zielt, ist das Zahlverständnis im Zahlenraum bis 20, welches in der ersten Klasse behandelt wird und sich dann



im zweiten Schuljahr auf den Zahlenraum bis 100 ausweiten soll (vgl. Ministerium für Schule und Weiterbildung des Landes NRW 1996, 30f). Hier soll das Verständnis des Dezimalsystems in seinen Grundlagen erarbeitet werden, was in den Klassen 3 und 4 in noch größeren Zahlenräumen einer Vertiefung bedarf. Es wird deutlich, dass die Entwicklung des Zahlbegriffs keineswegs mit der Kenntnis der Zahlzeichen und Ziffern bis 20 oder 100 abgeschlossen ist, sondern dass Aspekte des Zahlbegriffs bzw. der Zahlbegriffsentwicklung noch in die vierte Klasse hinein reichen. Das grundlegende Verständnis für die Zahl soll jedoch in den ersten zwei Schuljahren mit der Erarbeitung des Hunderterraumes aufgebaut werden. Ein weiteres Beispiel für die Förderung der Zahlbegriffsentwicklung bezieht sich laut Ministerium für Schule und Weiterbildung des Landes NRW (1996, 30f) auf das Zerlegen von Zahlen. Hier wird von Kindern in der ersten Klasse das Zerlegen der Zahlen bis 20 gefordert, was das Verständnis der „Teile im Ganzen“-Relation fördert.

Eine vollständige Analyse der Richtlinien und Lehrpläne kann jedoch hier nicht das Ziel sein. Wichtig ist lediglich zu wissen, dass in den Richtlinien und Lehrplänen eine Vielzahl von Aspekten genannt wird, welche den Zahlbegriff fördern.

Wie bereits in Kapitel 3.2.1 erläutert, haben blinde Schüler in der Grundschulzeit häufig noch einen Entwicklungsrückstand bezüglich arithmetischer Kompetenzen im Vergleich zu sehenden Kindern desselben Alters. Um einen solchen Entwicklungsrückstand aufzufangen, sollten einige Fähigkeiten und Fertigkeiten mit Hilfe angepasster Methoden und Lernmaterialien in der Schule besonders berücksichtigt werden. Dazu gehört jedoch nicht nur die Vermittlung mathematischer Kompetenzen, sondern auch die Anbahnung von Fähigkeiten, die dem Kind zur Kompensation verhelfen können, wie beispielsweise die Schulung des Erinnerungs- und Orientierungsvermögens oder der Tastfähigkeit. Im Mittelpunkt des Mathematikunterrichts mit blinden Kindern sollte stets das Sammeln konkreter Wahrnehmungserfahrungen stehen, worin sie in der Regel im Vergleich mit ihren sehenden Altersgenossen besonders wenig Erfahrungen machen konnten (vgl. Csocsán-Horvath 1985, 121ff). Auch auf das Messen und Schätzen soll im Ma-



thematikunterricht besonderer Wert gelegt werden, da diese Aspekte wichtige Bereiche der Zahlbegriffsentwicklung darstellen und blinde Kinder diesbezüglich häufig noch Schwierigkeiten im Vergleich zu ihren gleichaltrigen sehenden Mitschülern haben (vgl. Kultusminister des Landes NRW 1981, 21).

3.3 Die Rolle der Lernmaterialien in den ersten Grundschuljahren

Der Lehrperson einer ersten Klasse sollte bewusst sein, dass die erste Begegnung mit Zahlen bzw. mit den ersten Lernmaterialien einen besonderen Stellenwert besitzt. Hier schon wird ein Basisverständnis von Zahlen und dem Zahlbegriff aufgebaut. Entwickelt der Schüler in den ersten Unterrichtsjahren keine stabile Zahlvorstellung, wird er in den weiterführenden Schuljahren, beispielsweise beim Umgang mit sehr großen Zahlen, zwangsläufig Schwierigkeiten bekommen. Dieser erste Umgang mit Zahlen bildet nicht nur das Fundament für die weitere mathematische Entwicklung, sondern zeigt dem Schüler im aktiv-entdeckenden Unterricht das Wesen der Mathematik als Feld für Entdeckungen und nicht nur als System formaler Regeln. Eng damit verbunden ist die Einstellung, die der Schüler in dieser Zeit zur Mathematik gewinnt. Hier wird der Grundbaustein dafür gelegt, ob das Kind Angst vor mathematischen Fragestellungen bekommt oder ob es sich mit Freude und Selbstbewusstsein den Aufgaben stellt (vgl. Floer 1995, 22). Lernmaterialien kommt dabei insofern eine große Bedeutung zu, als dass sie einen hohen Aufforderungscharakter haben müssen, um so das Lerninteresse der Schüler zu steigern. Lernmaterialien bieten keine starren Lösungsvorschriften, sondern Freiraum für Beobachtungen, Erkundungen, Entdeckungen und Begründungen (vgl. Peterßen 1994, 25). Sie sind ein Medium, durch das Kinder leicht ihre Überlegungen begründen und sich anderen mitteilen können (vgl. Floer 1996, 51). Mit Lernmaterialien können Schüler eigenständig und in eigener Verantwortung lernen und entdecken, aber auch zu zweit oder in Gruppen arbeiten, so dass sowohl Selbstständigkeit als auch Sozialverhalten gefördert werden.



Durch die vielfältigen Möglichkeiten, mit Lernmaterialien umzugehen, werden individuelles Lernen und Differenzierung ermöglicht (vgl. Peterßen 1994, 25).

Neben all diesen Funktionen von Lernmaterialien ist jedoch nicht zu vergessen, welche Bedeutung sie für die Entwicklung von Begriffen, insbesondere des Zahlbegriffs, innehaben. Lernmaterialien sollen das Verständnis für mathematische Sachverhalte erleichtern und somit eine Hilfe bei der Verinnerlichung des Lerngegenstandes bieten (vgl. Peterßen 1994, 25). Piaget zufolge kann dies nur durch handelnden Umgang mit konkreten Materialien geschehen, da das Denken von Schulanfängern noch an konkrete Handlungen gebunden ist (vgl. Csocsán 2001, 7 und Kapitel 2.1). In der Grundschulzeit entwickeln Kinder zunehmend die Fähigkeit, sich von diesem konkreten Handeln zu lösen und Aufgaben auch in der Vorstellung zu bewältigen. Allerdings bleiben die Anschauungsbilder noch immer an konkrete Handlungen gebunden. Lorenz (1995, 10) nennt dies treffend eine „handelnde Anschauung“. Damit ist gemeint, dass das Kind in der Lage ist, sich Handlungen vorzustellen und dadurch zu einer Lösung eines Problems zu gelangen. Rein verbale Aufgaben sind für das Kind in dieser Entwicklungsstufe in der Regel noch nicht lösbar, abgesehen von auswendig gelerntem Faktenwissen (vgl. Lorenz 1995, 10).

In der Grundschulzeit gilt es, diesen Entwicklungsschritt von konkreten Handlungen zu „handelnden Anschauungen“ zu unterstützen, indem den Kindern zunächst konkrete Handlungsmöglichkeiten geboten werden, also nach Bruner u.a. (1971, 10) auf „enaktiver“ Ebene gearbeitet wird. Dies können laut Definition Lernmaterialien leisten (vgl. Epping 1978, 69 und Kapitel 3.4.1). Wenn die Handlungen verinnerlicht sind und sich ein stabiles Vorstellungsbild entwickelt hat, können die Schüler allmählich die Handlungen weglassen und sich beim Lösen von Aufgaben auf die vorgestellten Handlungen zurück beziehen (vgl. Lorenz 1992, 142ff). Unterstützt werden kann diese Phase durch bildliche Darstellungen, was Bruner als „ikonische“ Ebene bezeichnet. Erst dann können Symbole für Darstellungen eingesetzt werden (symbolische Ebene). Allerdings ist dieses Voranschreiten nicht so zu verstehen, dass die ikonische und die enaktive Ebene hinter



sich gelassen wird, wenn die symbolische Ebene erreicht ist. Vielmehr benötigen Kinder immer wieder bei neuen Aufgaben konkretes Material, denn die Darstellungsformen unterstützen sich gegenseitig und ergänzen einander (vgl. Müller & Wittmann 1984, 158). Interessant finde ich in diesem Zusammenhang, dass sich auch erwachsene Menschen nicht vollständig von „handelnden Anschauungen“ gelöst haben, sondern sich die Addition in der Regel ebenso wie Kinder durch hinzutun und die Subtraktion durch wegnehmen vorstellen (vgl. Lorenz 1995, 11). Lernmaterialien sollen dabei helfen, von konkreten Handlungen zu „handelnden Anschauungen“ zu gelangen bzw. den Transfer zwischen der enaktiven, der ikonischen und der symbolischen Ebene wie Bruner es ausdrückt, zu erleichtern.

3.4 Kriterien für die Gestaltung von Lernmaterialien

Für den mathematischen Unterricht mit sehenden und blinden Schülern existiert kaum ein käuflich zu erwerbendes Lernmaterial. Geeignete Lernmaterialien müssen von den Lehrkräften in der Regel selbst adaptiert und/ oder hergestellt werden. Aus diesem Grund möchte ich im folgenden Kapitel einige Kriterien für die Gestaltung von Lernmaterialien zusammentragen. In [Kapitel 3.4.1](#) geht es um mathematische Kriterien, d.h. um Kriterien, die hauptsächlich für sehende Schüler gelten. In [Kapitel 3.4.2](#) beschäftige ich mich damit, welche dieser Kriterien auch für blinde Schüler zutreffen. Kriterien, die ausschließlich auf blinde Schüler zutreffen, werden in [Kapitel 3.4.3](#) vorgestellt.

Mathematische Kriterien

Der handelnde Umgang mit Zahlen, der durch zahlreiche Lernmaterialien ermöglicht wird, ist notwendig für die Zahlbegriffsentwicklung (vgl. u.a. Kapitel 2.2). Allerdings muss der Umgang mit einem Material und seiner Struktur erst gelernt werden, um gewinnbringend genutzt werden zu können. Das Material an sich stellt also schon einen neuen Lernstoff dar (vgl. Schipper 1996, 26; Peterßen 1994, 25). Daher ist es wichtig, den Kindern geeignete Materialien bereitzustellen.



Im Folgenden möchte ich Kriterien für ein gutes Lernmaterial vorstellen. Diese Kriterien können als Aspekte zur Auswahl sowie zur Herstellung von Lernmaterialien genutzt werden.

Aus Gründen der Übersichtlichkeit möchte ich die Kriterien in drei Kategorien einteilen. Beginnen werde ich mit Kriterien, welche die Schule oder den Lehrer direkt betreffen, dann wird die Sichtweise des Kindes berücksichtigt, und schließlich gehe ich auf die wichtigsten inhaltlichen Kriterien für die Auswahl und Herstellung eines Lernmaterials ein. Zuletzt werde ich alle Kriterien noch einmal in einer Übersichtstabelle aufführen.

Lehrer/ Schule

Zunächst ist zu überlegen, ob das Material preiswert hergestellt oder käuflich erworben werden kann (vgl. Schipper 1996, 39). Auch der Arbeitsaufwand für die Herstellung eines Materials sollte Berücksichtigung finden, besonders, wenn man bedenkt, dass für jeden Schüler, oder zumindest für jede Schülergruppe ein Exemplar des Materials zur Verfügung stehen sollte (vgl. Wittmann 1993, 394ff). Es kann jedoch auch Sinn machen, die Schüler selbst bei der Herstellung des Materials mit einzubeziehen (vgl. Meyer 1983, 255). So sind sie mit dem Material schon vertraut, haben dazu eine persönliche Beziehung aufgebaut und sind daher motivierter, es zu benutzen und sorgfältig damit umzugehen.

Auch an ein Demonstrationsmaterial sollte gedacht werden, um individuelle Überlegungen der Schüler vorstellen und damit die Klasse zu einer Reflexion und zu alternativen Lösungsmöglichkeiten anregen zu können (vgl. Schipper 1996, 41).

Außer den Kosten und dem Herstellungsaufwand sollte auch die Haltbarkeit eines Materials berücksichtigt werden. Wenn das Material über Generationen von Schülern gebraucht werden kann, ist dies einen größeren Aufwand oder evtl. höhere Kosten wert. Schipper & Hülshoff (1984, 56) fordern, dass sich das Material



möglichst auf das Lehrbuch beziehen sollte, um den Schülern ein „zu viel“ an neuen Rechenwegen zu ersparen.

Kind

Es ist darauf zu achten, dass die eingesetzten Lernmaterialien dem Schüler keinen allzu großen Lernaufwand abverlangen. Unter Umständen ist der Umgang mit einem Material nämlich so schwierig, dass die mathematischen Inhalte zu kurz kommen (vgl. Wittmann 1993, 394ff).

Ein weiterer Aspekt ist die Handhabbarkeit des Materials. Dazu zählen beispielsweise angemessene koordinative Anforderungen an das Kind (vgl. Schipper 1996, 39). Zudem ist es für Erstklässler oft schwierig, das Material schnell bereitzustellen, zu ordnen, wieder wegzuräumen oder mit nach Hause zu nehmen. Es sollte also berücksichtigt werden, dass der Umgang mit dem Lernmaterial auch für einen Schulanfänger praktikabel ist (vgl. Schipper 1996, 39; Radatz 1991, 47).

Inhalt

Wie oben bereits erwähnt, kann es für den Schüler einen hohen Arbeitsaufwand bedeuten, sich den Umgang mit einem neuen Lernmaterial anzueignen. Daher ist ein zentrales Kriterium für ein gutes Lernmaterial, dass es für möglichst viele inhaltliche Bereiche verwendbar und auf größere Zahlenräume erweiterbar ist (vgl. Lorenz 1995, 11f). Ideal wäre natürlich ein Lernmaterial, das in der gesamten Grundschulzeit Verwendung finden würde, zumal die Schüler auf diese Weise immer wieder auf einmal erworbene mentale Vorstellungen zurückgreifen können, die ihnen das Lösen neuer Aufgaben erleichtern (vgl. Wittmann 1995, 23).

Wichtig für die Bildung solcher mentaler Vorstellungsbilder ist, dass das Lernmaterial eine Vorstellung der dargestellten Operationen im Kopf ermöglicht (vgl. Radatz 1991, 47). Ein Zwischenschritt auf dem Weg vom konkreten Handeln mit einem Material zur Bildung mentaler Vorstellungsbilder ist die ikonische Repräsentationsebene, d.h. die graphische Darstellung der konkret dargestellten Rechen-



operationen. Ein Lernmaterial sollte also eine leichte Übertragung in eine zeichnerische Darstellung ermöglichen (vgl. Lorenz 1995, 11).

Das von Schipper (1996, 40) als am wichtigsten bezeichnete Kriterium des Materials ist dessen Unterstützung zur Ablösung vom zählenden Rechnen. Zu Beginn nennen Kinder „nur“ die Zahlwortreihe und wissen, dass die zuletzt genannte Zahl die Anzahl der Elemente ist. Dieses zählende Rechnen ist, wie in Kapitel 2.4.1 ausführlicher dargestellt, anfangs sicherlich sehr wichtig, um Zählstrategien zu entwickeln und sich mit den Zahlen und der Zahlreihe vertraut zu machen, doch sollte das zählende Rechnen im Laufe der ersten Klasse abgebaut werden. Dieser Prozess vom zählenden Rechnen zum operativen Rechnen kann jedoch keinesfalls erzwungen werden, sondern entwickelt sich aus dem Umgang mit guten Lernmaterialien von sich aus und kann durch eine übersichtliche Strukturierung des Materials unterstützt werden (vgl. Schipper 1996, 39f). Daraus ist auch ersichtlich, warum mit Hilfe eines Lernmaterials problemhaltige Situationen geschaffen werden sollten, denn diese nehmen einen hohen Stellenwert bei der Ablösung vom zählenden Rechnen ein (vgl. Hogefeld & Terbrack 1996, 53).

Es ist wichtig, dass ein Material mehrere individuelle Lösungsmöglichkeiten zulässt und dass der Rechenweg sowie das Ergebnis mit Hilfe des Materials nachvollziehbar und darstellbar ist (vgl. Radatz 1991, 47). So können sich die Schüler selbst kontrollieren sowie ihre Ergebnisse mit Mitschülern austauschen und diskutieren (vgl. Floer 1993, 218).

Übersicht

Zur Übersicht möchte ich die o.g. Kriterien noch einmal in Tabellenform aufführen. Alle Kriterien sind hier einheitlich in einer Frage formuliert, so dass zu einem späteren Zeitpunkt mit Hilfe der Fragen ein Lernmaterial entwickelt bzw. bewertet werden kann. Allerdings ist zu berücksichtigen, dass solche Kriterien auch der Situation bzw. den individuellen Lernmöglichkeiten der Schüler angepasst werden müssen.



Lehrer/ Schule
1) Ist der Herstellungsaufwand angemessen?
2) Ist das Material haltbar?
3) Ist das Material preiswert?
4) Ist für jeden Schüler/ jede Schülergruppe ein Exemplar vorhanden?
5) Ist ein Demonstrationsexemplar vorhanden?
6) Besteht eine Verbindung zum Schulbuch?
Kind
7) Ist der Lernaufwand für den Schüler akzeptabel?
8) Ist das Material für Kinder leicht handhabbar?
9) Ist das Material praktikabel (leicht wegzuräumen, zu transportieren...)?
Inhalt/ Didaktik
10) Ist eine Erweiterung des Materials auf größere Zahlräume möglich?
11) Ist die Zahldarstellung in gewissem Umfang im Kopf vorstellbar?
12) Ist eine Übertragung in eine graphische Darstellung möglich?
13) Unterstützt das Material die Ablösung vom zählenden Rechnen?
14) Erlaubt das Material zählende Zahlauffassung, zählende Zahldarstellung und zählendes Rechnen?
15) Ist das Material übersichtlich strukturiert?
16) Können mit dem Material problemhaltige Situationen geschaffen werden?
17) Erlaubt das Material den Kindern die Entwicklung unterschiedlicher, individueller Lösungswege?

Tabelle 3: Übersicht über mathematische Kriterien für die Gestaltung von Lernmaterialien (angelehnt an Hogefeld & Terbrack 1997, 114)

Mathematische Kriterien aus blindenspezifischem Blickwinkel

In diesem Kapitel möchte ich noch einmal die Kriterien zur Gestaltung von Lernmaterialien aus Kapitel 3.4.1 aufgreifen und unter blindenspezifischen Gesichtspunkten betrachten.

Die meisten Aspekte, die unter dem Bereich Lehrer/Schule zusammengefasst sind, können so auch auf einen Lehrer bzw. auf eine Schule für blinde Kinder übertragen werden. Bei dem Aspekt der Haltbarkeit sollte allerdings die intensivere Abnutzung des Materials durch das Tasten berücksichtigt werden (vgl. Messerschmidt 1951, 54). Bei der Herstellung des Lernmaterials kann bei hohem Arbeitsaufwand gegebenenfalls auf den Verein zur Förderung der Blindenbildung



(VzFB) zurückgegriffen werden, der Lerngegenstände, die von mehreren Schulen gewünscht werden, professionell herstellt (vgl. Meyer 1983, 255). Zudem besteht auch eine Materialdatenbank auf den Internetseiten von IsaR, die wertvolle Anregungen gibt.

Der Lernaufwand für den Umgang mit einem Material ist für einen blinden Schüler besonders hoch. Er benötigt in der Regel mehr Zeit, um ein Material zu erkunden und angemessen mit ihm umgehen zu können (vgl. Kapitel 3.2.1). Aus diesem Grund ist dem Lernaufwand für den blinden Schüler besondere Bedeutung beizumessen. Um ein Lernmaterial auch für blinde Kinder gut handhabbar zu machen, darf es sich auch beim orientierenden Abtasten nicht verschieben (vgl. Hauser 1978, 301).

Bezüglich der Zahldarstellung im Kopf gibt es bei blinden Schülern aufgrund der haptischen Erfahrung im Gegensatz zu den vorwiegend visuellen Erfahrungen der sehenden Kinder sicherlich einen Unterschied zu vermerken. Wie dieser jedoch aussieht, bleibt zu untersuchen. Die Graphische Darstellung ist für blinde Schüler generell ein schwieriger Aspekt, was im Gemeinsamen Unterricht unabhängig von dem eingesetzten Material besonders gefördert werden sollte (vgl. Kapitel 3.2.3). Bezüglich der Ablösung vom zählenden Rechnen und der Möglichkeit der zählenden Operationen ist zu beachten, dass blinde Kinder (hauptsächlich sukzessiv) tasten, während sehende Kinder (hauptsächlich simultan) sehen. Daher muss auf diesen Aspekt bei der Beurteilung von Lernmaterialien besonderen Wert gelegt werden (vgl. Kapitel 2.3). Die problemhaltigen Situationen und die Entwicklung unterschiedlicher Lösungswege sind den individuellen Bedürfnissen des blinden Kindes anzupassen.

Blindenspezifische Kriterien

Da blinde Kinder das Lernmaterial fast ausschließlich durch die haptische Wahrnehmung erfahren, sind einige besondere Kriterien zu berücksichtigen, die ausschließlich für blinde Kinder gelten.



So soll die Größe des Materials den Doppel-Hand-Bereich des Kindes in der Regel nicht überschreiten (vgl. FIBS 2000). Das ist der Tastraum, der sich durch beide Hände ergibt, wenn sie sich berühren (vgl. Hauser 1978, 300). Auf diese Weise fällt es dem Kind leichter, die Struktur des Lernmaterials zu ertasten und die Übersicht zu bewahren (vgl. Messerschmidt 1951, 54). Optimal ist es, wenn das Material mit der Hand umschlossen werden kann, damit auch die Rückseite und folglich das gesamte Objekt wahrgenommen und erforscht werden kann (vgl. Hauser 1978, 300). In Einzelfällen ist jedoch auch die Größe des Unterarmradius des Kindes vertretbar (vgl. FIBS 2000). Doch besteht bei solchen Größen die Gefahr, dass das Kind den Überblick über das Lernmaterial bzw. die Situation verliert und einzelne Strukturen des Materials nicht erkennt. Auch zu kleines Material kann die Arbeit für blinde Kinder erheblich erschweren (vgl. Hauser 1978, 300).

Wichtig für blinde Schüler ist, dass die Farben, die für die Struktur und die Verwendung des Materials von Bedeutung sind, durch unterschiedliche kontrastreiche Tastqualitäten und Tastebenen gut tastbar gemacht werden. Dabei ist zu beachten, dass Strukturen in Form von Erhebungen leichter zu ertasten sind als Vertiefungen (vgl. Hauser 1978, 301).

Bei der Auswahl der Tastqualitäten sollte die so genannte „taktile Ästhetik“ von Hauser (1978, 301) berücksichtigt werden. Denn verschiedene Tastqualitäten können bei tastenden Menschen unterschiedliche Gefühle hervorrufen. Sandpapier beispielsweise wirkt eher beklemmend, während auf sehr glatten Flächen durch das Ertasten häufig ein unangenehmer Schmierfilm zurück bleibt. Generell werden runde Gegenstände beim Tasten den kantigen vorgezogen (vgl. Hauser 1978, 301). Grundsätzlich ist zu beachten, dass die Anzahl der unterschiedlichen Tastqualitäten überschaubar bleibt, um die Bedeutung der einzelnen Qualitäten leichter zu durchblicken (vgl. Messerschmidt 1951, 54).

Bei der Gestaltung eines Lernmaterials sollte nicht vergessen werden, dass über die Hälfte aller blinden Menschen noch über optische Wahrnehmungen verfügen (vgl. Kapitel 2.1). Daher ist es sinnvoll, wenn die Tastqualität durch eine kontrast-



reiche Farbgebung ergänzt wird. So können die Schüler individuell entscheiden, welche Informationen sie über welchen Sinneskanal aufnehmen können und wollen. Außerdem wird dabei das Sehen auch bei blinden Menschen mit sehr geringem Sehvermögen nicht unterdrückt, sondern so geschult, dass das verbliebene Sehvermögen noch möglichst lange genutzt werden kann (vgl. Hauser 1978, 300ff). Die Farbgebung hat zudem den Vorteil, dass die Struktur des Lernmaterials auch für sehende Schüler direkt zugänglich ist und so im Gemeinsamen Unterricht ein besserer Informationsaustausch stattfinden kann (vgl. Meyer 1983, 255). Dasselbe gilt selbstverständlich nicht nur für Flächen, sondern ebenso für die Konturen eines Materials. Diese sollten für eine bessere Übersicht deutlich tast- und sichtbar dargestellt werden (vgl. Hogefeld & Terbrack 1996, 106).

Wichtiger als für sehende Kinder ist bei blinden Kindern der Zugang zum Material über möglichst viele verschiedene Sinne (vgl. Schindele 1985a, 117). Eine besondere Bedeutung kommt dem Tastsinn, dem wichtigsten Sinn blinder Menschen, zu. Doch ist auch das Lernen über alle anderen Sinne, besonders über den akustischen Sinn, zu berücksichtigen (vgl. Hogefeld & Terbrack 1996, 97ff).

Übersicht

1) Ist die Größe des Materials für das Kind angemessen?
2) Sind taktile Kontrastierungen vorhanden?
3) Ist das Material taktil ästhetisch?
4) Sind visuelle Kontrastierungen vorhanden?
5) Sind die Konturen deutlich zu spüren, sowie zu sehen?
6) Ist das Material über verschiedene Sinne zugänglich?

Tabelle 4: Übersicht über blindenspezifische Kriterien für die Gestaltung von Lernmaterialien



3.5 Ausgewählte Lernmaterialien zur Unterstützung der Zahlbegriffsentwicklung

Auf dem Markt existiert eine große Vielfalt an mehr oder weniger geeigneten mathematischen Lernmaterialien. In diesem Kapitel möchte ich einige recht häufig verwendete Lernmaterialien vorstellen, die u.a. die Entwicklung des Zahlbegriffs unterstützen sollen. Zudem sollen einige Überlegungen für die Verwendung dieser Lernmaterialien durch blinde Schüler dargestellt werden. Dabei möchte ich einen Überblick über die Funktion und Bedeutung des Lernmaterials für die Zahlbegriffsentwicklung geben. Die Bewertung ist angereichert mit Materialien aus der Westfälischen Schule für Blinde und Sehbehinderte in Soest.

Cuisenaire-Stäbe

Cuisenaire-Stäbe wurden von dem belgischen Pädagogen Georges Cuisenaire für den mathematischen Anfangsunterricht entwickelt. Das Material besteht aus zehn unterschiedlich langen und farbigen Stäben mit 1cm Kantenlänge. Der kleinste Stab ist also $1 \times 1 \times 1 \text{ cm}^3$ groß, der zweite Stab hat eine Größe von $1 \times 1 \times 2 \text{ cm}^3$ usw. Das Besondere an den Cuisenaire-Stäben ist, dass die Länge und damit die Wertigkeit der Stäbe durch die Farbe gekennzeichnet ist. So sind beispielsweise die Einerstäbe weiß, die Zweierstäbe rot etc. (vgl. Maier 1990, 138).

Cuisenaire-Stäbe haben sich bei sehenden Kindern schon viele Jahre lang bewährt, doch sind sie meiner Ansicht nach aufgrund der vielen unterschiedlichen Farben für blinde Kinder nicht geeignet. Um den Sinn des Materials zu erhalten, müssten die unterschiedlichen Farben taktil zu unterscheiden sein, was bei so vielen Farben kaum sinnvoll erscheint. Aus diesem Grund möchte ich an dieser Stelle nicht näher auf Cuisenaire-Stäbe eingehen.

Rechenstäbe



Abb. 2: Das Hunderterbrettchen (aus der Materialsammlung der Universität Dortmund)



Abb. 3: Systemblöcke (aus der Materialsammlung der Universität Dortmund)



Abb. 4: Rechenstäbe (aus der Materialsammlung Universität Dortmund)

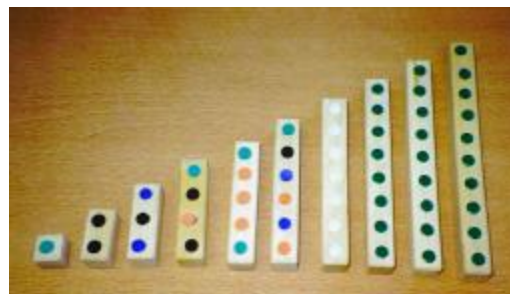


Abb. 5: modifizierte Rechenstäbe (aus der Westfälischen Schule für Blinde und Sehbehinderte in Soest)



Abb. 6: Stellenwerttafel (aus der Westfälischen Schule für Blinde und Sehbehinderte in Soest)

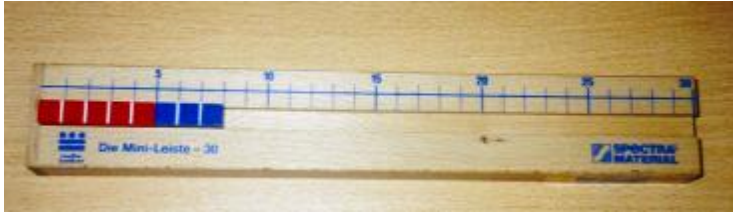


Abb. 7: Hunderterleiste (aus der Materialsammlung Universität Dortmund)

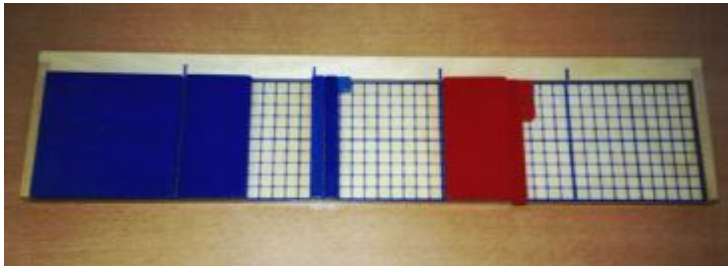


Abb. 8: Fünfhunderterbrettchen mit Logischen Blöcken (aus der Westfälischen Schule für Blinde und Sehbehinderte in Soest)

Rechenstäbe (vgl. Abb. 4) sind in der gleichen Anzahl und Größe wie Cuisenaire-Stäbe entwickelt worden. Unterschiede bestehen in der Strukturierung und der Farbgebung, denn jeder Rechenstab ist in lediglich zwei Farben, rot und blau, vorhanden. Dies ermöglicht strukturiertes Rechnen und die Darstellung und Verdeutlichung des Rechenweges.

Um das Erkennen der Wertigkeit der Stäbe zu erleichtern und die simultane Zahlauffassung zu fördern, sind Einermarkierungen durch schmale Striche und eine Fünfermarkierung durch einen breiteren Strich angebracht (vgl. Csocsán & Hogefeld & Terbrack 2001, 308). Einerstrukturierungen soll ein zählendes Rechnen ermöglichen, während die Fünferstrukturierung die Ablösung vom zählenden Rechnen unterstützen soll. Beide Aspekte sollten mit einem Lernmaterial möglich sein (vgl. Kapitel 2.4). Allerdings besteht meiner Ansicht nach die Gefahr, dass die Kinder dazu verleitet werden könnte, beim Rechnen lediglich die Einermarkierungen zu zählen, was demnach eine Ablösung vom zählenden Rechnen nicht unterstützt. Insgesamt werden die Rechenstäbe von Csocsán, Hogefeld und Terbrack (2001, 308) als gut geeignet bewertet.



Mit Rechenstäben können Operationen und Beziehungen leicht dargestellt werden. Zum Addieren werden die Stäbe z.B. aneinander gelegt und zum Subtrahieren weggenommen oder ergänzt. Beziehungen innerhalb einer 1x1-Reihe können durch Hinzunehmen oder Entfernen von Stäben verdeutlicht werden, während Beziehungen zwischen verschiedenen 1x1-Reihen durch das Nebeneinanderlegen beider Reihen verdeutlicht werden kann (Floer 1995, 22ff).

Die Arbeit mit Rechenstäben kann durch weitere Ergänzungsmaterialien wesentlich erweitert werden. Mit Hilfe eines Hunderterbrettchens (vgl. Abb. 2) können sich Schüler im Zahlenraum bis hundert bewegen. Einer- und Fünfermarkierungen ermöglichen ein strukturiertes Arbeiten mit dem Material. Eine Hunderterleiste (vgl. Abb. 7) mit einer aufgedruckten Skala ermöglicht eine lineare Darstellung von Zahlen im Zahlenraum bis hundert. Beim Addieren und Subtrahieren kann hier die Aufgabe mit den zwei unterschiedlichen Farben der Rechenstäbe dargestellt, durchgeführt und das Ergebnis direkt an der Skala abgelesen werden (vgl. Floer 1995, 22ff).

Um den Zahlenraum bis tausend zu verdeutlichen, können Fünfhunderterbrettchen (vgl. Abb. 8) bzw. Tausenderbrettchen (d.h. zwei aneinander gelegte Fünfhunderterbrettchen) sinnvolle Lernmaterialien darstellen, da diese auf dem Hunderterbrettchen aufbauen. Eine Stellenwerttafel (vgl. Abb. 6) bietet Möglichkeiten, sinnerfassend mit Rechenstäben im Tausenderraum zu operieren. Durch das sinnerfassende Rechnen wird die Entwicklung des Zahlbegriffs weit mehr gefördert als durch auswendig gelernte Algorithmen. Außerdem weist dieses Material durch das Rechnen mit den einzelnen Stellen und dem Übertrag eine ähnliche Struktur auf wie der Abakus, so dass der Umgang mit diesem Rechengerät vorbereitet wird. Logische Blöcke (vgl. Abb. 8) vereinfachen den Umgang mit Rechenstäben im Tausenderraum und fördern vermehrt den Umgang mit Fünfer- und Zehnerstrukturen, da lediglich, Einer-Stäbe, Zehner-Stäbe, Fünzigerplatten und Hunderterplatten, ebenfalls in den Farben blau und rot, existieren. Zudem fehlen die Einer- und Fünferstrukturierungen auf den einzelnen Stäben, so dass eine Ablösung vom zählenden Rechnen und das Nutzen der Dezimalstruktur gefördert



werden. Systemblöcke (vgl. Abb. 3) eignen sich besonders gut zur Verdeutlichung sehr großer Zahlen. Sie bestehen aus Einer-Stäben, Hunderterplatten und Tausenderwürfeln, mit Hilfe derer die Zusammenhänge der Zahlen in den Zahlräumen verdeutlicht werden können

Die identischen Strukturen und die Tatsache, dass mit denselben Rechenstäben in jedem Zahlenraum weitergearbeitet werden kann, verdeutlicht das System der Zahlen und fördert damit die Entwicklung des Zahlbegriffs. Die Abbildung verdeutlicht zudem, dass die Tafeln und Felder sowohl von Logischen Blöcken als auch von Rechenstäben benutzt werden können, da sie in Größe und Längenverhältnis identisch sind.

Rechenstäbe sind prinzipiell auch sehr gut als Lernmaterial für blinde Kinder geeignet, wenn sie auf sinnvolle Weise adaptiert werden. Einige Möglichkeiten der Adaption von Stäben unterschiedlicher Art sind in der Westfälischen Schule für Blinde und Sehbehinderte in Soest zu finden. Die Einer- und Fünferstrukturierungen können beispielsweise mit Hilfe von Heftzwecken tastbar gemacht werden (vgl. Abb. 5). Der Hersteller hat zudem auf die Rückseite eines jeden Stabes die entsprechende Ziffer geschrieben. Außerdem sind diese modifizierten Rechenstäbe größer, so dass besonders blinden Kindern eine einfachere Handhabung ermöglicht wird. Nachteil dieser Umsetzung ist jedoch zum einen, dass die zusätzlichen Lernmaterialien der Rechenstäbe, also Hunderterbrettchen etc., nicht genutzt werden können, und zum anderen, dass die Kinder durch die Heftzwecke zum Zählen verleitet werden, was möglichst verhindert werden sollte.

Abakus

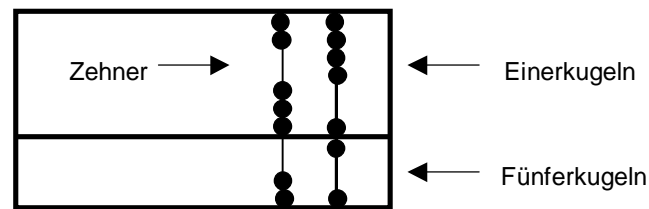


Abb. 9: Abakus (angelehnt an Csocsán 2001, 39)

Der Abakus (vgl. Abb. 9) kommt in deutschen Schulen zwar nur äußerst selten zur Anwendung, doch halte ich diese Rechenhilfe vor allem im Hinblick auf die Zahlbegriffsentwicklung für besonders bemerkenswert. Zudem kann mit Hilfe von Rechenstäben und entsprechenden Tafeln (z.B. mit der Stellenwerttafel) das sinnvolle System eines Abakus nachempfunden werden. Aus diesem Grund möchte ich an dieser Stelle auch den Abakus und seine Verwendungsmöglichkeiten kurz vorstellen.

Der Abakus besteht aus einem rechteckigen Holzrahmen mit 13 bis 18 senkrechten Stangen, auf denen Perlen befestigt sind. Die Stäbe des Abakus entsprechen den Stellenwerten im Dezimalsystem. Oft sind die Stäbe noch einmal zusätzlich durch einen waagerechten Mittelsteg unterteilt, so dass sich auf der oberen Hälfte die Einerkugeln und auf der unteren Hälfte die Fünferkugeln befinden. Die Anzahl der Kugeln ist je nach Modell unterschiedlich. Der chinesische Suanpan beispielsweise hat fünf Einerperlen und zwei Fünferperlen (vgl. Csocsán 2001, 38ff). Schiebt man jetzt z.B. eine Einerperle auf dem äußersten rechten Stab hervor und eine Fünferperle, sowie drei Einerperlen auf dem Stab links daneben, so wird die Zahl 36 dargestellt (vgl. Abb. 9). Addiert wird, indem zunächst die zu addierenden Einer hinzugefügt und gegebenenfalls ein Übertrag auf den Zehnerstab vorgenommen wird. Dann wird der Zehner addiert, ggf. erfolgt ein Übertrag auf den Hunderter usw. Auf dieser Basis des Addierens und Übertragens können alle Grundrechenarten sehr schnell durchgeführt werden. Dabei wird allerdings kein Algorithmus auswendig gelernt, sondern immer wieder sinnerfassend im bewuss-



ten Umgang mit dem Zehnersystem gerechnet. Dadurch gehen die Kinder bewusst mit Zahlen um, und die Entwicklung des Zahlbegriffs wird gefördert.

Der Abakus kann ohne Einschränkung auch von blinden Kindern genutzt werden. Praktisch ist, wenn sich unter den Perlen eine Schaumstoffschicht befindet, so dass die einzelnen Perlen zwar bewegt werden können, sich aber nicht bei jedem Er tasten allzu leicht wieder verschieben (vgl. Csocsán 2001, 38ff).

Steckwürfel



Abb. 10: Steckwürfel (aus der Materialsammlung Universität Dortmund)

Steckwürfel (vgl. Abb. 10) sind in bunten Farben, aber auch zweifarbig in blau und rot zu erhalten. Das Material besteht aus kleinen Würfeln mit einer Kantenlänge von 1,7 cm, die aneinander gesteckt werden können. Gegenüber den Rechenstäben und den Cuisenaire-Stäben haben sie den Vorteil, dass die Länge der Stangen theoretisch nicht auf bis zu zehn beschränkt ist, doch lässt sich der aktive Umgang mit einer so langen Stange in der Praxis kaum verwirklichen, da diese im Falle einer Zehnerüberschreitung viel zu schnell auseinanderbrechen. Ein weiterer Vorteil der Steckwürfel ist darin zu sehen, dass sie sich auch einzeln als eine Art Rechenplättchen verwenden lassen und so Anzahlen dargestellt werden können (vgl. Maier 1990, 139). Dies ist allerdings ebenso mit den Einern der Rechenstäbe möglich. Ein Nachteil der Steckwürfel besteht in deren schlechter Handhabbarkeit. Kinder haben oft Schwierigkeiten, diese zusammen zu stecken und



auseinander zu brechen; anstatt dass sich die Steckwürfel einzeln entfernen ließen, zerfällt die Stange oftmals völlig in ihre Einzelteile. Zudem ist zwar der Gebrauch der Steckwürfel in Form von Stangen und für ein nicht-zählendes Rechnen möglich, doch werden die Kinder allzu leicht dazu verleitet, die einzelnen Würfel zu zählen, was die Ablösung vom zählenden Rechnen erschwert. Im Gegensatz zu den Rechenstäben sind Steckwürfel kaum auf den Hunderterraum übertragbar, da, wie bereits erwähnt, große Stangen nur schwer zu handhaben sind (vgl. Radatz 1991, 47).

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass Steckwürfel im Zahlenraum bis zehn recht gut geeignet sind. Zerlegungen lassen sich mit diesem Material besser darstellen als mit Rechenstäben, weil sich die Stäbe tatsächlich in zwei oder mehrere Einheiten zerlegen lassen. Doch für die Darstellung größerer Zahlen sind diese Würfel kaum geeignet.

Steckwürfel sind für blinde ebenso wie für sehende Kinder relativ schwierig zusammenzustecken bzw. fallen schnell wieder auseinander. Zudem ist es bei diesem Material besonders schwierig, die unterschiedlichen Farben taktil erfahrbar zu machen, weil sich auf jeder Seite des Würfels eine Steckvorrichtung befindet, so dass kaum Platz für eine entsprechende Markierung bleibt. Um die Steckwürfel dennoch verwenden zu können, können unterschiedliche Raster hilfreich sein. Die Westfälische Schule für Blinde und Sehbehinderte in Soest hat beispielsweise mit Hilfe des Tiefziehverfahrens ein Raster hergestellt, mit dessen Hilfe aus den zu Stangen zusammengesteckten Steckwürfeln Reihen gebildet werden können.

Rechenkette/ Rechenschnur

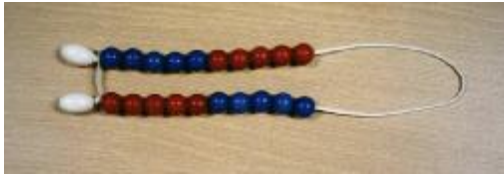


Abb. 11: Rechenkette (aus der Materialsammlung Universität Dortmund)



Abb. 12: modifizierte Rechenkette mit Unterlage (aus der Westfälischen Schule für Blinde und Sehbehinderte in Soest)

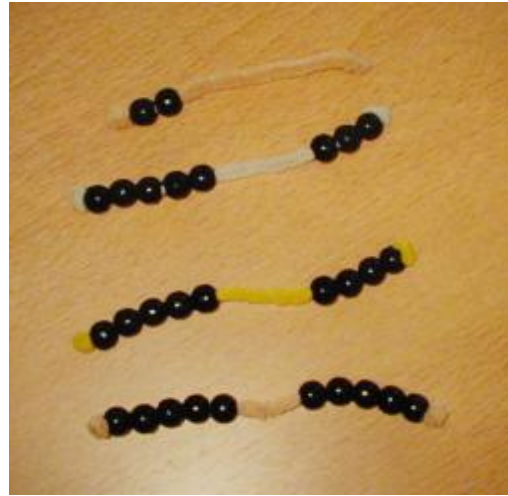


Abb. 13: modifizierte Rechenkette (aus der Westfälischen Schule für Blinde und Sehbehinderte in Soest)

Die Rechenkette, auch Rechenschnur genannt, besteht aus zwanzig Holzperlen, die auf einer Schnur aufgereiht sind (vgl. Abb. 11). Eine Fünferstrukturierung ist meist durch eine unterschiedliche Farbgebung der Perlen gegeben.

Vorteile der Rechenkette sind, dass sie schnell zur Verfügung steht und leicht zu transportieren ist. Das simultane Erfassen der Zahlen ist durch die Fünferstrukturierung zwar möglich, doch werden die Kinder auch hier zu zählendem Rechnen verleitet. Ein weiterer Nachteil ist darin zu sehen, dass die Kinder zum Arbeiten mit der Rechenschnur nur eine Hand zur Verfügung haben, weil die andere Hand die Rechenschnur festhalten muss. Eine Übertragung in einen höheren Zahlenraum ist kaum möglich, da eine sehr lange Rechenschnur zwar die Zahl hundert veranschaulichen könnte, das Rechnen in diesem Zahlenraum mit der Rechenkette jedoch kaum sinnvoll realisierbar ist.



Die Rechenkette ist schon für sehende Kinder schwierig zu handhaben, da nur eine Hand zum Arbeiten frei ist, während die andere Hand die Kette halten muss (vgl. Kapitel 3.4.1). Dieses Problem ist für blinde Kinder insofern schwerwiegender, als dass sie außerdem mit den Händen noch die einzelnen Perlen ertasten oder eine Aufgabe lesen müssen. Die Westfälische Schule für Blinde und Sehbehinderte in Soest hat dieses Problem meiner Meinung nach hervorragend gelöst, indem die Perlenkette auf einem stabilen Untergrund befestigt wurde (vgl. Abb. 12). Dabei wird gleichzeitig die Schwierigkeit bewältigt, dass sich die Perlen beim Ertasten sehr schnell verschieben. Auf diese Weise können meiner Ansicht nach sowohl sehende als auch blinde Kinder hervorragend im Zahlenraum bis zwanzig mit dem Material arbeiten. Der Nachteil, dass die Rechenkette nicht auf größere Zahlenräume übertragbar ist, bleibt allerdings nach wie vor bestehen (vgl. Kapitel 3.4.1). Aus der Abänderung des Lernmaterials ergibt sich zusätzlich der Nachteil, dass die Rechenschnur jetzt nicht mehr so leicht wegzuräumen ist, wie zuvor. Eine andere Lösungsmöglichkeit, die ebenfalls in der Westfälischen Schule für Blinde und Sehbehinderte in Soest zu finden ist, ist das Aufziehen der Perlen auf einen Pfeifenputzer (vgl. Abb. 13). Auf diese Weise verrutschen zwar die Perlen beim Ertasten nicht so leicht, jedoch benötigt der Schüler immer noch eine Hand, um das Material festzuhalten.

Wendeplättchen/ Rechenschiffchen

Wendeplättchen sind kleine runde Plättchen aus Holz oder Pappe mit einem Durchmesser von ca. 1,6 cm. Das Besondere ist, dass sie auf der einen Seite rot und auf der anderen Seite blau sind, so dass Additions- und Subtraktionsaufgaben sehr gut dargestellt werden können. Die dazu ergänzbaren Rechenschiffchen sind ein mögliches Hilfsmittel, um besser mit Wendeplättchen umgehen zu können. Unter Rechenschiffchen werden vier schiffchenartige Formen verstanden, von denen jeweils zwei nebeneinander und untereinander in einem Holzkasten liegen. In jedes dieser Schiffchen können jeweils fünf Plättchen in eine Mulde gelegt werden, die einen festen Halt der Plättchen gewährleistet (vgl. Hogefeld &



Terbrack 1997, 126). Durch die links und rechts spitz zulaufende Schiffchenform wird sowohl die Fünfer- als auch die Zehnerstruktur des Dezimalsystems deutlich. Außerdem ist auf der Rückseite der Rechenschiffchen die Zahlreihe bis zwanzig abgebildet, also jeweils fünf Zahlen pro Rechenschiffchen. Hogefeld und Terbrack (1996, 126) bewerten dieses Material als sehr gut geeignet für Kinder im mathematischen Anfangsunterricht.

Wendeplättchen wurden schon auf vielfältige Weise für blinde Kinder umgesetzt. So ist es beispielsweise möglich, selbst Wendeplättchen aus Pappe herzustellen, indem man auf beide Seiten ein Material mit einer anderen Tastqualität aufklebt. Ein Vorteil ist, dass die Größe der Wendeplättchen an die individuellen Fähigkeiten der Schüler angepasst werden kann. Zusätzlich besteht auch die Möglichkeit, die bereits vorhandenen Wendeplättchen zu bekleben. Damit die Wendeplättchen, die in ein Rechenschiffchen gelegt werden, beim Tasten nicht herausrutschen können, ist es auch möglich, die Wendeplättchen, sowie den Boden der Mulden mit Klettband zu bekleben. Allerdings ist die Mulde durch das verhältnismäßig dicke Klettband so weit angehoben, dass diese Maßnahme die Funktion der Mulde beeinträchtigen könnte.