Integration von Schülerinnen und Schülern mit einer Seh-schädigung an Regelschulen

Didaktikpool

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

Melanie Linscheidt

2003

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

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

Schriftliche Hausarbeit

im Rahmen der ersten Staatsprüfung

für das Lehramt für Sonderpädagogik

dem Staatlichen Prüfungsamt vorgelegt von

Melanie Linscheidt

Dortmund im Januar 2003

Themenstellerin: Prof. Dr. Emmy Csocsán

Fachbereich: Rehabilitation und Pädagogik bei Blindheit

Inhalt

Einleitung

Ein weit verbreitetes und häufig beklagtes Problem von blinden Schülern[1], Blindenpädagogen und den Eltern blinder Kinder ist der Mangel an geeigneten Unterrichtsmaterialien. Für blinde Kinder existieren nur sehr wenige Mathematikbücher und Lernmaterialien, das meiste müssen Schüler, Lehrer und Eltern selbst herstellen. Der Arbeitsaufwand ist enorm und wenig ökonomisch, da das Material selten an die Öffentlichkeit gelangt, sondern meist für ein Kind oder eine kleine Gruppe blinder Schüler hergestellt und allenfalls an ein oder zwei Generationen blinder Schüler weitergegeben wird. Besonders im Gemeinsamen Unterricht ist dieser Mangel an Material von Bedeutung.

Aus diesem Grund hat sich eine Projektgruppe der Universität Dortmund zu Beginn des Jahres 2000 zum Ziel gesetzt, „Das Zahlenbuch“ von Müller und Wittmann (1995) für blinde Kinder umzusetzen. Dabei sollte beachtet werden, dass sich das Material unkompliziert reproduzieren lässt und das Buch so originalgetreu wie möglich umgesetzt wird, um es möglichst gewinnbringend im Gemeinsamen Unterricht einsetzen zu können. Besonders sollte darauf geachtet werden, dass die entspannenden Elemente, die ein solches Buch auflockern, auch in der Version für blinde Kinder nicht verloren gehen. Das entstandene Medienpaket besteht je Band aus zwei Ordnern und einer Audiokassette, mit denen viele visuelle Aufgaben akustisch dargestellt werden und entspannende Elemente Berücksichtigung finden. Bei der Umsetzung hat die Projektgruppe eine Vielzahl neuer Ideen entwickelt, um diesen Zielen näher zu kommen, was ihnen meiner Ansicht nach in weiten Teilen gelungen ist. Doch bei probeweisen Verwendungen des Medienpaketes in der Praxis haben sich noch einige Schwierigkeiten aufgetan. Denn dadurch, dass einige Aufgaben möglichst originalgetreu in tastbare Formen

[1] Aufgrund des besseren Leseflusses soll im Folgenden durchgängig die geschlechtsneutrale Form „Schüler“ genutzt werden, anstelle des umständlichen „Schülerinnen und Schüler“. Aus demselben Grund wird in der vorliegenden Arbeit nicht durchgängig von Schülern mit Blindheit gesprochen, sondern abkürzend von „blinden Schülern“, wobei diese Form nicht als stigmatisierend zu werten ist.

übertragen wurden, haben sich an diesen Stellen manchmal Inhalte und Ziele verschoben.

Blinde Kinder haben nämlich aufgrund unterschiedlicher Erfahrungen in ihrer frühkindlichen Entwicklung teilweise eine andere Lernausgangslage als sehende Kinder. Zudem findet das Tasten sukzessiv, also nacheinander statt, während der Sehvorgang simultan, also gleichzeitig, erfolgt. Auch diese Aspekte beeinflussen das Ziel der jeweiligen Aufgabe.

Die Zahlbegriffsentwicklung ist besonders in den ersten Unterrichtsjahren wichtig, da darauf der spätere Mathematikunterricht aufbaut. Die mathematischen Ziele sollten meiner Meinung nach die Hauptaufgabe einer Adaption darstellen. Zudem macht es Sinn, eine Materialkiste zu erstellen, welche ebenso wie einige aus einem Buch umgesetzte Seiten, auch eine Audiokassette enthalten sollte und zusätzlich Lernmaterialien, mit Hilfe derer individuelle Aufgaben zur Zahlbegriffsentwicklung gestellt werden können.

Im Rahmen dieser Arbeit wird zunächst der Frage nachgegangen, welche Aspekte für die Zahlbegriffsentwicklung blinder und sehender Kinder in den ersten Unterrichtsjahren besonders bedeutsam sind. Aufbauend auf dieser Grundlage wird ein Lernmaterial adaptiert, mit dessen Hilfe sowohl blinde als auch sehende Kinder gemeinsam den Zahlbegriff entwickeln können.

Aus den o.g. Gründen soll in Teil A der Arbeit, den theoretischen Grundlagen, der Zahlbegriff bzw. die Zahlbegriffsentwicklung in den Mittelpunkt gestellt werden. Im ersten Kapitel dieses Teils wird der Frage nachgegangen, was eine Zahl bzw. ein Zahlbegriff ist, um eine begriffliche Grundlage für die nachfolgenden Überlegungen zu schaffen. Folglich handelt Kapitel zwei von der Zahlbegriffsentwicklung blinder und sehender Schüler. Um ein Lernmaterial für blinde Kinder umzusetzen, sind fundierte Kenntnisse bezüglich der Zahlbegriffsentwicklung blinder sowie sehender Kinder zwingend erforderlich, da sonst die Gefahr besteht, das mathematische Ziel im Zuge der Umsetzung zu verlieren. Im dritten Kapitel werden dann Lernmaterialien zur Unterstützung der Zahlbegriffsentwicklung bei blinden und sehenden Schülern im Unterricht behandelt. Aus diesem Grund wird in dem

Kapitel zunächst auf den Mathematikunterricht im Zusammenhang mit der Zahlbegriffsentwicklung eingegangen, um im Anschluss einige Kriterien für die Entwicklung von Lernmaterialien für blinde sowie sehende Schüler näher zu betrachten. Das vierte Kapitel greift den Gemeinsamen Unterricht von blinden und sehenden Kindern auf, um die Ausgangslage der Untersuchungen im Rahmen dieser Arbeit zu verdeutlichen. In Teil A wird also die Frage beantwortet, welche Fähigkeiten und Fertigkeiten für die Zahlbegriffsentwicklung von Bedeutung sind und wie ein Lernmaterial zur Unterstützung der Zahlbegriffsentwicklung aussehen sollte.

In Teil B, der Untersuchung zur Eignung der LiMas im Gemeinsamen Unterricht, soll unter Berücksichtigung dieser theoretischen Grundlagen ein solches Lernmaterial entwickelt bzw. adaptiert und im Unterricht zweier Klassen erprobt werden: Die LiMa-Stäbe. Dieses Material ist von der Verfasserin selbst hergestellt und mit dem Namen „LiMa-Stäbe" (Linscheidts Mathestäbe) versehen worden. Die Fragestellung, mit der sich diese Untersuchung konkret auseinandersetzen wird, ist: **Unterstützen die LiMa-Stäbe die Entwicklung des Zahlbegriffs blinder und sehender Schüler im Gemeinsamen Unterricht?** Um diese Frage zu beantworten, wird das Material im Gemeinsamen Unterricht blinder und sehender Schüler eingesetzt und anhand verschiedener Kriterien untersucht.

Im fünften Kapitel, dem ersten Kapitel von Teil B, werden zunächst die genauen Ziele und Vorgehensweisen der Untersuchung beschrieben. Das sechste Kapitel beschäftigt sich mit der Herstellung der LiMa-Stäbe, wobei auf die Erkenntnisse des ersten Teils der Arbeit zurückgegriffen wird. Das Material wird genau beschrieben und die Herstellung begründet. Ergänzt wird das Kapitel mit Anwendungsbeispielen für den praktischen Unterricht. Im siebten Kapitel wird die Datenerhebung, d.h. der Einsatz der LiMa-Stäbe im Gemeinsamen Unterricht, genau dargestellt. Dabei werden das Schulumfeld, die beteiligten Schüler, sowie der durchgeführte Unterricht in beiden Schulklassen beschrieben und reflektiert. Da der Unterricht auf Videobändern aufgezeichnet wurde, ist eine nachträgliche genaue Darstellung der Schülerhandlungen möglich, anhand derer eine ausführliche Analyse des Schülerverhaltens im Umgang mit den LiMa-Stäben und der Beobachtung einiger für die Zahlbegriffsentwicklung relevanter Aspekte in Kapitel acht erfolgen soll. Im neunten Kapitel werden die Ergebnisse der Untersuchung noch einmal zusammengefasst und bewertet. Zudem sollen Überlegungen bezüglich möglicher weiterführender Untersuchungen in Form eines Ausblicks erfolgen.

Teil A: Theoretische Grundlagen

1 Zur Begrifflichkeit der Zahl

Der komplexe Begriff der Zahl kann auf unterschiedliche Weise strukturiert werden. Fricke (1970, 32) unterscheidet beispielsweise zwischen der philosophisch-ontologischen Sichtweise, der psychologisch-genetischen Herangehensweise und dem logisch-mathematischen Standpunkt. Maier (1972, 34f) differenziert zwischen dem pragmatischen Begriff der Anzahl, dem psychologischen Zahlbegriff und der philosophisch-mathematischen Zahl. Im vorliegenden Kapitel wird zunächst die mathematische Sichtweise, also die Zahl betrachtet. Kapitel 1.2 beschäftigt sich mit der Herkunft der Zahl, um sich dem Begriff von einer anderen interessanten Weise zu nähern. Der Zahlbegriff, von dem im psychologischen Zusammenhang gesprochen wird, findet in Kapitel 1.3 Berücksichtigung. Abschließend wird in Kapitel 1.4 auf der Grundlage der gewonnenen Erkenntnisse eine eigene Arbeitsdefinition des Zahlbegriffs entwickelt, um eine gemeinsame Diskussionsgrundlage in Bezug auf die vorliegende Arbeit zu schaffen.

Eine vollständige Darstellung des Begriffs Zahl kann hier nicht das Ziel sein. Es wird versucht, einen Einblick in die Komplexität der Zahl bzw. des Zahlbegriffs zu geben, um diesen Aspekt für die Arbeit nutzbar zu machen.

1.1 Zur Definition des Begriffs „Zahl" in der Mathematik

In der Mathematik wird der Zahlenraum in verschiedene aufeinander aufbauende Zahlbereiche unterteilt, nämlich in die Menge der natürlichen Zahlen, der ganzen Zahlen, der Bruchzahlen etc. bis hin zu den komplexen Zahlen. Innerhalb dieser Zahlbereiche können wiederum Zahlenarten unterschieden werden, wozu beispielsweise gerade und ungerade Zahlen, Primzahlen, Quadratzahlen etc. gehören (vgl. Meyers Lexikonredaktion 1990, 501ff). Was aber ist eine Zahl? Um diese Frage zu klären, wurde oft versucht, diesen komplexen Begriff auf seinen Ursprung, d.h. auf seine einfachsten Grundlagen zu reduzieren (Reduktionismus).

Diese Grundlagen aller Zahlen sind die natürlichen Zahlen (vgl. Wember 1998, 36). Aber selbst dann, wenn nur die natürlichen Zahlen betrachtet werden, gibt es noch eine Vielzahl sehr unterschiedlicher Begründungen von Zahlen. Eine davon ist die vielfach diskutierte Mengentheorie, als deren Begründer G. Cantor (1845-1918) gilt. Demnach ist eine Menge M „jede Zusammenfassung von bestimmten wohlunterschiedenen Objekten unserer Anschauung oder unseres Denkens (welche die *Elemente* von M genannt werden) zu einem Ganzen" (Meyers Lexikonredaktion 1990, 296). Mit anderen Worten können also Mengen sehr unterschiedliche Elemente enthalten, z.B. acht Birnen, acht Bananen und acht Äpfel. Obwohl diese Mengen offensichtlich sehr unterschiedlich sind, haben sie doch eine gemeinsame Eigenschaft: die Zahl (in diesem Fall die Zahl Acht). Bei dieser Darstellung geht es also um die Anzahl an Elementen, den Kardinalzahlaspekt.

Eine alternative Begründung der Zahl sieht die Funktion bzw. die Zählzahl als deren Grundlage. Demnach steht die Reihenfolge der Zahlen im Vordergrund (Ordinalzahlaspekt), methodisch gesehen also das Zählen (vgl. Wember 1998, 36f). Es wird davon ausgegangen, dass jede Zahl einen Nachfolger hat und die Zahlen sich bis zur Unendlichkeit weiter verfolgen lassen. Um diesen Zusammenhang noch exakter zu definieren, entwickelte Guiseppe Peano im 19. Jahrhundert ein Axiomensystem bezüglich der natürlichen Zahlen, d.h. einige Grundsätze, die als gegeben angenommen werden dürfen und nicht mehr weiter begründet werden müssen. Die Peano-Axiome beschreiben die Zahl und auf ihnen bauen alle anderen Zahlbereiche auf (vgl. Meyers Lexikonredaktion 1991, 40). Diese Regeln sollen anstelle der komplizierten, jedoch exakten mathematischen Sprache, wie Müller und Wittmann (1984, 175) sie aufführen, in Schriftsprache dargestellt werden, um die hier wichtigen Zusammenhänge leichter verständlich zu machen:

- P.1. 1 ist eine natürliche Zahl.
- P.2. Jede natürliche Zahl hat einen Nachfolger, bei dem es sich ebenfalls um eine natürliche Zahl handelt; demnach ist die Folge der natürlichen Zahlen unendlich.
- P.3. Die einzige Zahl, die kein Nachfolger ist, ist die 1, da diese den Anfang der Zahlreihe darstellt.

- P.4. Jede natürliche Zahl, mit Ausnahme der 1, hat genau einen Vorgänger.
- P.5. Die Menge der natürlichen Zahlen ist eine Menge, welche die Zahl 1 und die Nachfolger aller Zahlen aus dieser Menge enthält.

1.2 Zur Herkunft der Zahl

Die Frage nach der Herkunft der Zahl beschäftigt die Menschen schon seit vielen Jahrtausenden (vgl. Moser Opitz 2001, 15). Dabei wurden hauptsächlich zwei kontroverse Standpunkte diskutiert: wurde die Zahl erfunden (Konstruktivismus) oder vom Menschen entdeckt (Idealismus)?

Schon in der Antike war Pythagoras (6. Jahrhundert v.Chr.) der Meinung, dass die Zahlen vom Menschen entdeckt und für den Alltag genutzt wurden. Dies ist mit der Tatsache vergleichbar, dass den Menschen nicht immer bewusst war, dass Planeten und das Sonnensystem schon seit jeher existieren. Für ihn waren Zahlen die wahre Realität und die Sprache des Universums (vgl. Brainerd 1979, 2ff). Auch Keppler begründete seinen ebenfalls idealistischen Standpunkt damit, dass die Ordnung der Weltharmonie durch Zahlen beschrieben werden könne und auch die Zahlen aufgrund der Tatsache, dass die Welt schon ewig existiere, schon immer vorhanden gewesen sein müssten (vgl. Wember 1998, 23f).

Immanuel Kant, Hermann Weyl und besonders Leopold Kronecker stellten im 18. und 19. Jahrhundert die Vermutung auf, dass die Grundlage der Zahlen, also die natürlichen Zahlen, gottgegeben sein könnten, also schon immer existierten, während alle anderen Zahlbegriffe vom Menschen erfunden wurden (vgl. Maier 1990, 6 und Wember 1998, 23).

Dies führt zum konstruktivistischen Standpunkt, der seit dem späten 19. Jahrhundert vorwiegend vertreten wird. Gottlob Grege und Richard Dedekind beispielsweise sind der Ansicht, dass die Zahl vom Menschen konstruiert, also erfunden wurde, um ihm gleichsam dem Rad, der Glühbirne oder dem Radio zu dienen (vgl. Brainerd 1979, 2f). Auch für Dedekind sind Zahlen „freie Schöpfungen des menschlichen Geistes, sie dienen als ein Mittel, um die Verschiedenheit der Dinge leichter und schärfer aufzufassen“ (vgl. Dedekind 1965, III).

Die Diskussion bezüglich der Herkunft und Identität der Zahl dauert bis heute an. Interessant ist in diesem Zusammenhang die phylogenetische Entwicklung der Zahl, denn hier sind einige Argumente des Idealismus sowie des Konstruktivismus wiederzufinden.

In früheren Zeiten gab es die Zahl nicht als abstrakten Begriff wie heute. Statt dessen beschrieben die Menschen eine Menge als einen qualitativen Zustand. In einigen Bereichen geschieht das heute noch, wenn wir z.B. von einem Regenguss im Unterschied zu einem Nieselregen sprechen. Ohne genaue quantitative Angaben zu machen, nur durch die Beschreibung des qualitativen Zustandes, können wir Aussagen über die Menge des Regens machen. Ähnlich kann man sich das „Zahl“verständnis der Naturvölker vorstellen. Daraus entwickelten sich schließlich Symbole für Mengen, die sich an der Natur orientierten, beispielsweise könnte ein Kleeblatt für die Menge drei gestanden haben etc. (vgl. Csocsán u.a. 2002, 15). Diese wurden zunächst nur gedacht und evtl. sprachlich geäußert. Erst seit 3000 v.Chr. existieren archäologische Funde, die zeigen, dass Zahlzeichen erstmalig von den Babyloniern auf Tontafeln geschrieben bzw. eingebrannt wurden, wodurch sie heute noch erkennbar sind (Neubrand & Möller 1990, 32). Größere Mengen „zählte“ man mit Hilfe der Materialmethode, bei der z.B. ein Stein für einen zu zählenden Gegenstand beiseite gelegt wurde (Stück-für-Stück-Korrespondenz). Anhand der Menge der Steine konnte nun auf eine andere Menge, beispielsweise auf die der Schafe, geschlossen werden. Dabei ordneten die Menschen die Zeichen systematisch in Gruppen und Muster, was von einem gewissen Verständnis für die Zahl zeugt (vgl. Csocsán u.a. 2002, 16).

Doch beinhalten weder die genutzten Zeichen noch die Materialmethode abstrakte Zahlzeichen. Erst ab ca. 1800 v.Chr. schrieben die Babylonier Mengen einheitlich und abstrakt, oder vielmehr „halb-abstrakt“ auf. Das Zeichen für einen einzelnen Gegenstand war ein Strich (I), während zehn Gegenstände durch einen Winkelhaken (<) zusammengefasst wurden. Die Zahl 14 wurde also folgendermaßen dargestellt: „<IIII“. Bei höheren Zahlen stieß dieses Verfahren schnell an seine

Grenzen, so dass die 60 als eine Art Basis eingeführt wurde und vorweg gestellte Einer-Zeichen als 60 fungierten. Die Zahl III<<<IIII war demnach 3 mal 60 plus 34, also 214 (vgl. Neubrand & Möller 1990, 33). Dieses auf 60 basierende System war jedoch nicht das einzige. Andere Kulturen verwendeten die 12, die 20 oder die 10 (wie wir heute) als Basiszahl, wobei viele verschiedene Systeme der Schreibweise entstanden sind, auf die an dieser Stelle aber nicht näher eingegangen wird.

Diese Erkenntnisse machen deutlich, dass die Menschheit Zahlen zunächst als eine positive Menge aufgefasst hat, welche heute als die Menge der natürlichen Zahlen bezeichnet wird. Die Darstellung von Mengen und später auch die Verständigung darüber im Alltag wurde benötigt, um beispielsweise Handel betreiben zu können. Im 9. Jahrhundert nach Christus reichten die vorhandenen Zeichen im Alltag nicht mehr aus; so wurde in Indien zum ersten mal ein Zeichen für die Null eingeführt. Es folgten die negativen Zahlen, beispielsweise in Form von Schuldscheinen, und dann die Stammbrüche, die generalisiert und später um alle anderen Bruchzahlen erweitert wurden (vgl. Wember 1998, 31).

Bis zur Einführung der Null in Europa im 12. Jahrhundert wurde auf unterschiedliche Weise gerechnet. Häufig wurde dazu ein System verwendet, das dem eines Abakus (Rechenmaschine) sehr nahe kam. Mit der Einführung der Null war nun der schriftliche Algorithmus möglich. Bis zum 16. Jahrhundert wurden beide Methoden, d.h. sowohl der Abakus als auch der schriftliche Algorithmus, parallel verwendet, bis sich der schriftliche Algorithmus schließlich durchsetzte. Der Buchdruck ermöglichte eine Vervielfältigung und rasche Verbreitung von Berechnungen, was der Abakus nicht vermochte. Dennoch wird dieser auch heute noch in vielen, vorwiegend asiatischen, Ländern verwendet und stellt ein gutes Rechenwerkzeug dar. Er macht unser auf 10 basierendes System besonders deutlich. Dieser Zusammenhang wird in Kapitel 3.4 im Zuge einer Beschreibung des Abakus noch näher erläutert (vgl. Csocsán u.a. 2002, 17f).

Wie in dieser Darstellung der evolutionären Entwicklung der Zahl deutlich wird, kann die Frage nach der Herkunft der Zahl nicht eindeutig beantwortet werden.

Es ist denkbar, dass die Zahl an sich gottgegeben ist und dass die Menschheit sie nur Schritt für Schritt in beschriebener Weise entdeckt hat. Die Zahl Null, so mag begründet werden, existierte allein schon dadurch, dass ein Bauer beispielsweise „keine“ Hühner, also null Hühner, besitzen konnte, und zwar bereits vor der sprachlichen und schriftlichen Verwendung der Zahl Null. Auch die Argumentation, dass es im Weltall Orte des „Nichts“ gibt, unterstützt diese These. Ebenso verhält es sich mit negativen Zahlen (beispielsweise, wenn einer dem anderen etwas schuldet) sowie bei Bruchzahlen (wenn nur ein halbes Huhn gekauft wurde). Andererseits ist es ebenso denkbar, dass sich all diese Zahlen lediglich aus dem alltäglichen Handeln der Menschen ergeben haben, ohne dass sie vorher bereits existierten. Neuere Untersuchungsergebnisse befürworten jedoch zum großen Teil den konstruktivistischen Standpunkt bzw. die Kombination beider Theorien, also dass die natürlichen Zahlen gottgegeben sind und wir Menschen uns den Rest erdacht haben (vgl. Wember 1998, 24).

Dennoch sind einige Schlussfolgerungen bezüglich des Zahlbegriffs und seiner Entwicklung möglich. So wird deutlich, dass sich gewisse Ähnlichkeiten zwischen der phylogenetischen und der ontogenetischen Entwicklung des Zahlbegriffs abzeichnen. Beispielsweise wurde beim Zählen in der früheren Geschichte die Eins-zu-Eins-Zuordnung ebenso wie der Gebrauch von Körperteilen, wie z.B. der Finger, gewählt, genauso, wie es heute noch bei der kindlichen Zahlbegriffsentwicklung zu beobachten ist. In diesem Zusammenhang ist es meines Erachtens interessant festzuhalten, dass der Mensch zunächst den Mengenaspekt einer Zahl betrachtet hat, den Aspekt der Reihenfolge aber anfänglich kaum erkannt und berücksichtigt zu haben scheint. Diese Frage nach den einzelnen Aspekten der Zahl soll im folgenden Kapitel noch einmal aufgegriffen werden. Anhand der langen Dauer der geschichtlichen Entwicklung kann verdeutlicht werden, wie komplex und abstrakt der Begriff der Zahl ist, und wie schwierig demzufolge die Entwicklung des Zahlbegriffs beim Kind sein kann (vgl. Csocsán u.a. 2002, 15). Auf diese kindliche Entwicklung des Zahlbegriffs wird im Verlauf der Arbeit noch ausführlich eingegangen.

1.3 Die Zahl aus psychologischer Sichtweise

Wie bereits erwähnt, wird bei einer psychologischen Sichtweise der Zahl von einem Zahlbegriff gesprochen. Diese psychologische Sichtweise des Zahlbegriffs wird in diesem Kapitel angesprochen.

1.3.1 Kontroverse um die Entwicklung des Zahlbegriffs

Ein Kind lernt im Laufe seiner Entwicklung, ähnlich wie die Menschheit im Laufe der Geschichte, immer mehr über Zahlen und deren Zusammenhänge kennen. Solche Kenntnisse in Bezug auf Zahlen werden zusammenfassend Zahlbegriff genannt. Allerdings ist auch heute noch unklar, welche Aspekte zu einem Zahlbegriff gehören. Eine wichtige Frage in dem Zusammenhang ist beispielsweise, ob „der Zahlbegriff erst gebildet [ist], wenn man nur die Zahlen eingeführt hat, oder (...) der Zahlbegriff erst gewonnen [ist], wenn auch die Beziehungen zwischen den Zahlen bekannt sind?" (Lange 1984, 5). Diese Frage wird auch heute noch kontrovers diskutiert. Maier (1972, 34) spricht von Zahlbegriffen „sobald sich die Zahlen von konkreten Gegenständen lösen und als subjektive Vorstellungsinhalte Bestand in sich gewinnen [...]. Sie stellen eine Abstraktion dar, welche die Zusammenfassung verschiedener Sachverhalte unter einem gemeinsamen quantitativen Gesichtspunkt ermöglicht und erleichtert" (Maier 1972, 34). Er geht also davon aus, dass von einem Zahlbegriff erst dann gesprochen werden kann, wenn grundlegende Beziehungen, also verschiedene Sachverhalte, erkannt werden. Allein die Kenntnis der Zahlenfolge stellt für ihn noch keinen Zahlbegriff dar. Freudenthal (1973, 259) spricht hingegen nicht von einem, sondern von mehreren Zahlbegriffen, wie beispielsweise dem inhaltlichen, dem methodologischen oder dem genetischen Zahlbegriff.

Piaget und Szeminska (1969, 208) versuchten erstmalig, den psychologischen und den logisch-mathematischen Zugang zur Zahl zusammenzuführen:

> Eine Kardinalzahl ist eine Klasse, deren Elemente aufgefaßt werden als untereinander äquivalente und dennoch unterschiedene „Einheiten“, deren Differenzen also nur darin bestehen, daß man sie aufreihen, also anordnen kann. Umgekehrt sind die Ordinalzahlen eine Reihe, deren Glieder, obgleich sie aufeinander folgen nach den Ordnungs-Relationen, die ihnen ihre jeweiligen Rangstufen zuweisen, ebenfalls Einheiten sind, die einander äquivalent sind und infolgedessen kardinal zusammengefügt werden können. Die finiten Zahlen sind also zwangsläufig zugleich Kardinal- wie Ordinalzahlen.

Ein Beispiel soll diesen Zusammenhang verdeutlichen. Angenommen, es sollen sieben Früchte gezählt werden. Da es sich bei der Zahl sieben in diesem Fall um eine Anzahl handelt, wird diese Zahl Kardinalzahl genannt. Beim Zählen der Früchte muss aber darauf geachtet werden, dass keine Frucht doppelt gezählt oder eine vergessen wird. Jede Frucht muss genau einmal gezählt werden. Um dies zu ermöglichen, wird eine Frucht nach der anderen gezählt, es wird also eine Reihenfolge festgelegt, in der jede Frucht seine eigene Position hat, die sie von den anderen Früchten unterscheidet. Dieser Rangplatz ist eine Ordnungszahl. Die Ordnungszahl der letzten Frucht in der Reihe ist identisch mit der Anzahl der Früchte, der Kardinalzahl. „Weil das letzte Element das Siebte (Ordinalzahl) ist, sind es zusammen sieben (Kardinalzahl)“ (Hamel & Tombe 1972, 79). Jede Zahl ist also laut Piaget zugleich Kardinal- wie Ordinalzahl, da eine Kardinalzahl durch Zählen nicht ohne den Ordinalzahlaspekt bestimmt werden kann (vgl. Hamel & Tombe 1972, 78f).

Die verschiedenen Autoren nähern sich dem abstrakten Zahlbegriff aus unterschiedlichen Richtungen und Blickwinkeln. Dabei werden jeweils verschiedene Aspekte hervorgehoben oder ausgelassen. Eine allgemeingültige Definition wurde bis heute nicht formuliert (vgl. Lange 1984, 6).

Heutzutage versteht man unter einem Zahlbegriff im Allgemeinen einen komplexen Begriff, der verschiedene Aspekte beinhaltet (vgl. Lange 1984, 6). Diese werden auf unterschiedliche Weise eingeteilt, beinhalten aber alle im Prinzip dasselbe. Müller und Wittmann (1984, 172f) unterscheiden sechs verschiedene Aspekte der Zahl, welche in der folgenden Tabelle 1 kurz vorgestellt werden:

Zahlaspekt	Beschreibung	zugehörige Frage	Beispiel
Ordinal-zahlaspekt	a) Zählzahlaspekt: Folge der natürlichen Zahlen		Grundzahlen: eins, zwei, drei, ...
	b) Ordnungszahlaspekt: Rangplatz von Elementen	Der wievielte?	Ordnungszahlen: der erste, der zweite, der dritte...
Kardinal-zahlaspekt	Zahlen beschreiben die Mächtigkeit von Mengen; Anzahl der Elemente	Wie viele?	Grundzahlen; meist mit Benennung: sieben Früchte
Operator-aspekt	Zahlen beschreiben die Vielfachheit einer Handlung oder eines Vorganges	Wie oft?	Zahladverbien: einmal, zweimal, dreimal; noch zweimal schlafen...
Maßzahl-aspekt	Zahlen dienen als Maßzahlen für Größen	Wie lang? Wie groß? usw.	5 Meter, 7 Stunden
Rechen-zahlaspekt	a) algebraischer Aspekt: Zahlen bilden bezüglich der Rechenoperationen eine algebraische Struktur mit gewissen Gesetzen		Kommutativgesetz: a+b=b+a Assoziativgesetz: (a+b)+c=a+(b+c) usw.
	b) Algorithmischer Aspekt: Darstellung von Zahlen im Stellenwertsystem		Rechnen mit Algorithmen
Codierungs-zahlaspekt	Zahlen als Bezeichnung für Objekte		Telefonnummern, Postleitzahlen etc.

Tabelle 1: Übersicht über die Zahlaspekte (in Anlehnung an Müller & Wittmann 1984, 172f und Csocsán 2001, 18f)

Diese unterschiedlichen Aspekte der Zahl bzw. die verschiedenen Kontexte, in denen Zahlen vorkommen, müssen in jedem Fall verstanden sein, um von einem Zahlbegriff sprechen zu können. Dennoch ist auch bis heute nicht endgültig geklärt, welcher Aspekt sich zuerst entwickelt und welcher für einen anderen Voraussetzung sein könnte. Müller und Wittmann (1984, 173) bemerken, dass die Zählzahl eine Art Grundlage für die anderen Aspekte zu sein scheint. Durch ein Abzählen wird ein Rangplatz (eine Ordnungszahl) bestimmt; durch Auszählen die Anzahl an Elementen (die Kardinalzahl); durch Abtragen einer Einheit eine Größe (Maßaspekt) und durch Weiterzählen eine Addition (algebraischer Aspekt).

Doch auch diesbezüglich besteht, wie in fast allen Bereichen des Zahlbegriffs, keine einheitliche Meinung.

1.3.2 Kontroverse um angeborene oder erlernte Fähigkeiten bezüglich der Zahl

Mit der Frage, ob Fähigkeiten bezüglich der Zahl angeboren sind oder erlernt werden müssen, beschäftigte sich u.a. Brian Butterworth (1999), der eine Vielzahl von Experimenten durchgeführt und zusammengetragen hat. Er geht davon aus, dass Menschen mit einem so genannten „Zahlenmodul" geboren werden. Aufgabe dieses Moduls ist es nach Butterworth (1999, 7), die Welt in Zahlen zu betrachten und zu kategorisieren. Er vergleicht diese Fähigkeit mit dem Sehen von Farben, was dem Menschen in der Regel angeboren ist und nicht erst gelernt werden muss. Dieses Zahlenmodul, „ein Gefühl für Zahlen", wie Csocsán u.a. (2002, 21) es ausdrücken, wird durch Werkzeuge ergänzt, welche die Menschheit im Laufe der Geschichte erfunden haben. Diese Werkzeuge sind nach Butterworth (1999, 7f) das Darstellen der Zahlen durch Körperteile (z.B. durch Finger), sprachliche Repräsentationen (also Zahlwörter wie eins, zwei, drei etc.), Ziffern (z.B. 1, 2...) und externe Mittel (z.B. Lernmaterialien). Solche Werkzeuge sind nicht angeboren, sondern erfunden, um das angeborene Zahlenmodul nutzen zu können. Butterworth (1999, 112ff) belegt diese theoretische Annahme mit einigen Versuchen, die u.a. zeigen, dass ein sechs bis acht Monate altes Kind Karten länger betrachtet, je mehr Gegenstände auf ihnen abgebildet sind. Somit zeigt er auf, dass Kinder mit der Fähigkeit geboren werden, die Veränderung von Anzahlen zu bemerken. Auch Ahlberg und Csocsán (1997, 2) unterstreichen, dass schon Säuglinge Mengen von bis zu drei Objekten erkennen und differenzieren können, ohne in der Lage zu sein, diese zu zählen. Diese angeborene Fähigkeit, das so genannte „subitizing", beinhaltet außerdem das Erkennen von Mustern. Damit sind Zahldarstellungen gemeint, die als Ganzes, d.h. als ein Muster, gesehen oder gehört werden können (vgl. Ahlberg & Csocsán 1997, 2).

Butterworth (1999, 112f) betrachtet weiterhin die Fähigkeit von Säuglingen, das Ergebnis von Addition und Subtraktion zu erwarten. Eine Studie von Karen Wynn

(1992, 320ff) verweist darauf, dass sich schon kleine Kinder überrascht zeigen, wenn beispielsweise von zwei Puppen eine weggenommen wird und dennoch zwei übrig bleiben. Dies setzt ein grundlegendes Verständnis von „Wegnehmen" voraus. Allerdings bleibt unklar, ob Kinder in diesem Alter diese Erwartungen generalisieren können, oder ob sich diese nur auf die aktuelle Situation beziehen (vgl. Butterworth 1999, 115). Butterworth vertritt also den Standpunkt, dass der Begriff der Zahl in seiner Grundlage angeboren ist, im Laufe des Lebens jedoch weiter entwickelt wird. Es wird aber nicht eindeutig geklärt, was genau zu dieser als „Zahlenmodul" bezeichneten Fähigkeit gehört, was also tatsächlich angeboren und was erlernt ist.

1.4 Begriffsklärung für diese Arbeit

Die vorangegangenen Kapitel zusammenfassend kann der Schluss gezogen werden, dass Zahlen, selbst wenn nur die natürlichen Zahlen betrachtet werden, im Allgemeinen sehr einfach und bekannt zu sein scheinen, sie aber kaum jemand wirklich versteht (vgl. Wember 1998, 29). Fast jeder behauptet von sich, die natürlichen Zahlen zu kennen, aber bei etwas genauerer Betrachtung sind die Zusammenhänge und Beziehungen zwischen den Zahlen so komplex, dass ein vollständiges Verständnis, erst recht in Bezug auf alle weiterführenden Zahlbereiche, als nicht erzielbar erscheint.

Dennoch gibt es ein grundlegendes Verständnis der natürlichen Zahlen, welches in den ersten Lebensjahren entwickelt wird und auf dem die weitere mathematische Entwicklung aufbaut. In der vorliegenden Arbeit soll von einem Zahlbegriff gesprochen werden, wenn dieses grundlegende Verständnis vorliegt. Damit meine ich nicht das Aufsagen der Zahlwortreihe oder das auswendige Dahersagen von Additionsaufgaben. Vielmehr meine ich ein Verständnis in Bezug auf das Dezimalsystem und zwar sowohl in Bezug auf geschriebene Ziffern als auch auf Zahlworte. Zudem muss sich ein Kind innerhalb dieses Dezimalsystems operational, d.h. bei Aufgabenstellungen sinnvoll bewegen können. Diesbezüglich möchte ich mich Maier (1972, 34) anschließen, dem zufolge ein Zahlbegriff die Lösung von konkreten Gegenständen und eine Abstraktion beinhaltet (vgl. Kapitel

1.1). Auch das Verständnis der Peano-Axiome, das die Grundlage für das Verständnis des Dezimalsystems darstellt, ist Teil des Zahlbegriffs (vgl. Kapitel 1.3).

Um von einem Zahlbegriff sprechen zu können, müssen alle in Kapitel 1.3 erwähnten Zahlaspekte begriffen werden. Dies beinhaltet auch bestimmte grundlegende Rechenoperationen und Beziehungen wie die „Teile im Ganzen"-Relation oder die „Kleiner-Größer"-Beziehung.

Bezüglich der Diskussion um ein angeborenes oder erlerntes Grundverständnis von Zahlen kann im Zuge dieser Arbeit kaum eine Aussage getroffen werden. Dennoch möchte ich davon ausgehen, dass ein Grundverständnis für Zahlen bei der Geburt vorhanden ist, wie auch immer dieses aussehen mag. Die Ausweitung dieses Grundverständnisses auf einen Zahlbegriff ist dann jedoch in der Entwicklung des Kindes zu suchen (vgl. Kapitel 1.3.2).

2 Entwicklung des Zahlbegriffs bei blinden und sehenden Kindern

Bisher wurden zwar verschiedene Beschreibungen der Zahl und damit viele verschiedene Zahlentheorien betrachtet, aber es wurde keine Antwort auf die Frage gegeben, wie der Zahlbegriff beim Menschen, insbesondere beim Kind, entwickelt wird. Dies ist aber für die vorliegende, auf Schule ausgerichtete Arbeit besonders wichtig, denn der schulische Mathematikunterricht und die Auswahl der Lernmaterialien sollten entsprechend der relevanten Erkenntnisse gestaltet werden.

Die Frage, wie Kinder den Zahlbegriff entwickeln und die Zahlen verstehen, wird kontrovers diskutiert. In einigen Modellen wird das Zählen als ein wichtiger Bestandteil der Zahlbegriffsentwicklung betrachtet, bei anderen hat das Zählen kaum Relevanz. Manche Autoren haben beobachtet, dass die Finger für das Darstellen von Zahlen grundlegend sind, während andere diesem Aspekt keine Bedeutung beimessen (vgl. Ahlberg & Csocsán 1997, 3). Im Folgenden werden daher verschiedene Positionen bezüglich der Entwicklung des Zahlbegriffs dargestellt und auf Kinder mit Blindheit bezogen. In Kapitel 2.1 möchte ich auf den Personenkreis der Schüler mit Blindheit eingehen, um eine Grundlage für die nachfolgenden Erläuterungen bezüglich blinder Kinder zu schaffen. Dann beabsichtige ich, in Kapitel 2.2 auf die Erkenntnisse Piagets eingehen, die zum größten Teil auch heute noch von Bedeutung sind, um diese anschließend durch aktuellere Untersuchungsergebnisse zu ergänzen und auf Kinder mit Blindheit zu beziehen. Auf die Zahlerfahrung blinder Kinder, unabhängig von den Erkenntnissen Piagets, soll in Kapitel 2.3 Bezug genommen werden. Kapitel 2.4 behandelt die Entwicklung und die Bedeutung des Zählens blinder und sehender Kinder, was heute als ein zentraler Aspekt für die Entwicklung des Zahlbegriffs anerkannt ist. Auch das Messen gewinnt für die Zahlbegriffsentwicklung zunehmend an Bedeutung. Daher soll dieser Aspekt in Kapitel 2.5 aufgegriffen werden.

2.1 Zum Personenkreis der Schüler mit Blindheit

Sehschädigung ist ein sehr weiter Begriff, der die „Sehbehinderung“, die „hochgradige Sehbehinderung“ und die „Blindheit“ umfasst (vgl. Blindenschule-Lebach 2002). Es ist nicht leicht, diese Begriffe eindeutig voneinander abzugrenzen, da verschiedene Aspekte in unterschiedlichen Situationen relevant sind. Beispielsweise interessiert einen Augenarzt eher die Sehschärfe, während für den Pädagogen vielmehr von Bedeutung ist, wie sich das Kind in wichtigen Lebensvollzügen aufgrund seiner Sehschädigung verhält. Wichtig ist dabei, ob das Kind Informationen aus der Umwelt eher über die visuelle Wahrnehmung aufnimmt oder doch vermehrt die taktile und auditive Wahrnehmung bevorzugt (vgl. Kultusminister des Landes NRW 1981, 7). Die Weltgesundheitsorganisation (WHO) unterteilt die Sehschädigung in sechs Kategorien und definiert diese nach der Sehschärfe (Visus). Dieser Wert bezieht sich auf das besser sehende oder beide Augen, wobei von bestmöglicher Korrektur ausgegangen wird. Auch andere Beeinträchtigungen, beispielsweise eine Einschränkung des Gesichtsfeldes von gleichem Schweregrad, fließen in die Bewertung mit ein (vgl. Drave 1999, 154). Laut der ICD 10 Definition der World Health Organization (WHO) (2002) werden Sehschädigungen in folgende Kategorien eingeteilt:

Kategorie 1	(Sehbehinderung)	Visus unter	6/18 bzw. 3/10	(0,3)
Kategorie 2	(Sehbehinderung)	Visus unter	6/60 bzw. 1/10	(0,1)
Kategorie 3	(hochgradige Sehbehinderung)	Visus unter	3/60 bzw. 1/20	(0,05)
Kategorie 4	(blind)	Visus unter	1/60 bzw. 1/50	(0,02)
Kategorie 5	(blind)	keine Lichtwahrnehmung (Amaurose)		
Kategorie 9	unbestimmt oder nicht genau angegeben			

Diese Werte sind Visusangaben und bedeuten, dass ein Mensch mit hochgradiger Sehbehinderung mit einem Visus von 1/20 der Norm Dinge aus einem Meter Entfernung erkennen kann, welche ein Normalsichtiger aus 20 Metern Entfernung wahrnimmt. Diese Messwerte können jedoch immer nur eine Orientierung für den Pädagogen darstellen, da auch zentrale Störungen, die von Augenärzten nicht erkannt werden, das Sehvermögen beeinträchtigen können (vgl. Kultusminister des Landes Nordrhein-Westfalen 1981, 7).

In der vorliegenden Arbeit beziehe ich mich auf Kinder mit Blindheit, also auf Kinder, deren Sehschärfe unterhalb von 1/50 der Norm liegt und den Kategorien 4 und 5 der WHO zugeordnet werden kann. Für die pädagogische Arbeit bedeutet Blindheit, „dass Kinder und Jugendliche sich mit ihrer Umwelt weitgehend oder gänzlich akustisch, taktil, haptisch, kinästhetisch, gustatorisch und olfaktorisch auseinander setzen“ (Landesinstitut für Schule und Weiterbildung 2001[2]).

2.2 Piagets Ansatz zur Entwicklung des Zahlbegriffs

Noch zu Beginn des letzten Jahrhunderts ging man davon aus, dass Kinder im Prinzip dieselbe Denkweise wie Erwachsene hätten, nur seien die Denkfunktionen noch nicht so gut ausgebildet. Erst dann kam die Idee auf, dass zwischen dem Denken von Kindern und Erwachsenen wesentlich mehr Unterschiede bestehen könnten. Diese These vertrat unter anderem Jean Piaget. Er stellte sogar heraus, dass Kinder die Welt auf völlig andere Weise betrachten als Erwachsene. Das kindliche Denken, nicht nur in Bezug auf den Zahlbegriff, entwickelt sich ihm zufolge in einer vorgegebenen Reihenfolge. Um die Entwicklung des Zahlbegriffs in die allgemeine kindliche Entwicklung einzubetten, möchte ich zunächst die von Piaget herausgestellten vier Phasen der kindlichen Entwicklung kurz vorstellen (Kapitel 2.2.1). Erst im Anschluss wird auf die Entwicklung des Zahlbegriffs im Besonderen eingegangen (Kapitel 2.2.2). Da in den letzten Jahrzehnten sehr viel über Piagets Erkenntnisse diskutiert wurde, sollen die aktuellen Erkenntnisse diesbezüglich in Kapitel 2.2.3 dargestellt werden. Auch bezogen auf blinde Kinder wurde eine Vielzahl an Untersuchungen durchgeführt, welche die Erkenntnisse Piagets auf blinde Kinder zu übertragen versuchen. Hierauf möchte ich in Kapitel 2.2.4 eingehen.

---

[2] Da sich Seitenzahlen bei Dokumenten aus dem Internet i.d.R. nicht allgemeingültig angeben lassen, möchte ich in diesen Fällen auf eine Seitenangabe verzichten.

2.2.1Stadien der kognitiven Entwicklung nach Piaget

Sensomotorische Periode (0-2 Jahre[3])

Das Stadium der sensomotorischen Entwicklung ist im Wesentlichen durch die Entwicklung der Objektpermanenz gekennzeichnet. Veränderungen eines optischen Eindrucks beispielsweise, die sich aus dem Wechsel des Blickwinkels ergeben, führt ein Kind zu Beginn noch auf eine Veränderung des Gegenstandes zurück, nicht aber auf die Veränderung seines persönlichen Blickwinkels. Erst später, im Alter von ca. zwei Jahren, ist es dem Kind möglich, sich von der Zentrierung der eigenen Person zu lösen (vgl. Ginsburg & Opper 1991, 44ff).

Präoperationale Periode (2-7 Jahre)

In dieser Phase lernt das Kind, sich von konkreten Handlungen zu lösen und diese so zu verinnerlichen, dass es sie in Gedanken ausführen kann. Dies kann daran erkannt werden, dass das Kind jetzt Symbole gebraucht, z.B. wenn die Kinder „so tun als ob“ (wie beim Spielen von Vater-Mutter-Kind). Auch die Sprache, ebenfalls aus Symbolen bestehend, entwickelt sich in dieser Zeit bis zum Schuleintritt sehr rasch. Dennoch ist das Kind im Vorschulalter noch nicht in der Lage, geistige Handlungen (Operationen) zu gebrauchen, wie sie im nächsten Kapitel dargestellt werden (vgl. Pulaski 1975, 28f).

Periode der konkreten Operationen (7-12 Jahre)

Die Phase der konkreten Operationen ist zeitlich in etwa vom Schuleintritt bis zum zwölften Lebensjahr einzuordnen. Der Begriff „Operation“ kommt aus dem Französischen und kann mit „Handlung“ übersetzt werden. Damit sind „Aktivitäten des Geistes im Gegensatz zu den körperlichen Aktivitäten der sensomotorischen Periode“ gemeint (Pulaski 1975, 48). Piaget unterscheidet zwischen konkreten und formalen Operationen. Konkrete Operationen sind internalisierte Handlungen, die

---

[3] Die Altersangaben sind als ungefähre Richtschnur zu sehen und sind Oerte (1982, 326) entnommen.

schon in Gedanken durchgeführt werden können, aber noch an konkrete Vorstellungen gebunden sind. Formale Handlungen hingegen beinhalten zudem den Umgang mit abstrakten Begriffen, die nicht mehr konkret vorstellbar sind (beispielsweise die Unendlichkeit der Zahlen) (vgl. Maier 1990, 77).

Die Operationen, die ein Kind in Gedanken ausführt, werden zunehmend „gruppiert". Eine Gruppe ist ursprünglich ein mathematischer Begriff, der zu dem von Piaget benutzten Begriff „Gruppierung" eine gewisse Ähnlichkeit aufweist (vgl. Maier 1990, 77). Eine Gruppierung im Sinne Piagets ist, wie die mathematische Gruppe, durch vier Merkmale gekennzeichnet:

- <u>Kombinationsfähigkeit</u>: Das Kind kann Operationen miteinander verbinden, z.B. sucht es beim Einordnen eines Stabes in eine Reihe den nächst kleineren und den nächst größeren Stab und weiß, dass der gesuchte Platz dazwischen liegt.
- <u>Assoziationsfähigkeit</u>: verschiedene Operationen können zu demselben Ergebnis führen; z.B. ist 8+1 dasselbe wie 7+2.
- <u>Identität/ Tautologie</u>: es gibt Operationen, die das Ergebnis nicht verändern, z.B. die Null bei Additionen.
- <u>Reversibilität</u>: das Kind kann zu jeder Operation eine Umkehroperation finden, z.B. 7+2 = 2+7 (vgl. Maier 1990, 77f).

Innerhalb der konkreten Operationen gibt es, außer der Addition und der Multiplikation, eine Vielzahl von Denkstrukturen, welche die Voraussetzungen einer Gruppierung erfüllen. Dazu gehören u.a. die Klassifikation und die Seriation, welche die Stück-für-Stück-Korrespondenz voraussetzt (vgl. Pulaski 1975, 50). Dies sind nach Piaget wichtige Fähigkeiten, die ein Kind erlangen muss, um den Zahlbegriff zu entwickeln (vgl. Csocsán 2001, 8). Auf diesen Zusammenhang wird in Kapitel 2.2.2 noch näher eingegangen.

<u>Periode der formalen Operationen (ab 12 Jahren)</u>

In der Phase der formalen Operationen ist das Kind im Gegensatz zur Periode der konkreten Operationen in der Lage, über völlig hypothetische Vorstellungen und nicht nur über konkrete Dinge nachzudenken (vgl. Pulaski 1975, 30).

2.2.2 Entwicklung des Zahlbegriffs nach Piaget

Um den Zahlbegriff zu entwickeln, ist nach Piaget das Verständnis von vier Denkleistungen notwendig: Die Fähigkeit der Stück-für-Stück-Korrespondenz (kardinal und ordinal), die Fähigkeit der Invarianz (Erhaltung), die Fähigkeit zur Klassifikation und zur Reihenbildung (Seriation) (vgl. Csocsán 2001, 8 und Hamel & Tombe 1972, 79). Diese vier Fähigkeiten hängen eng miteinander zusammen und gelten doch als einzelne Fähigkeiten. Aus diesem Grund stellt sich die Aufgabe, die Zusammenhänge sowie die Begrifflichkeiten übersichtlich darzustellen, als äußerst kompliziert dar. Piaget und Szeminska (1969) haben eine Möglichkeit der Ordnung gefunden, doch in nachfolgenden Berichten werden andere Gliederungspunkte nahegelegt. Aus diesem Grund habe ich eine eigene Ordnung gewählt, in der ich die Aspekte der kardinalen Stück-für-Stück-Korrespondenz und den Begriff der Invarianz zusammen betrachte, da diese bezüglich der Versuchsanordnungen, die sich schwerpunktmäßig auf den kardinalen Aspekt der Zahl beziehen, sehr eng miteinander verknüpft sind. Dann wende ich mich von dem kardinalen Aspekt der Zahl ab und stelle die Seriation sowie die ordinale Stück-für-Stück-Korrespondenz vor. Im Anschluss daran möchte ich kurz auf den Zusammenhang zwischen kardinaler und ordinaler Korrespondenz sowie zuletzt auf die Fähigkeit zur Klassifikation eingehen.

Kardinale Stück-für-Stück Korrespondenz und Invarianz

Stück-für-Stück-Korrespondenz bedeutet, dass jedem Element einer Menge eindeutig, also eins zu eins, ein Element einer anderen Menge zugeordnet wird. Piaget und Szeminska (1969, 61) untersuchten die Fähigkeit zur kardinalen Stück-für-Stück-Korrespondenz, indem sie einem Kind Kugeln oder Plättchen vorlegten und es aufforderten, dieselbe Anzahl noch einmal dazu zu legen. Bei diesem Versuch sollten also gleichartige Gegenstände (Kugeln oder Plättchen) einander zugeordnet werden. Allerdings musste diese Aufgabe nicht zwangsläufig mit Hilfe einer Stück-für-Stück-Korrespondenz gelöst werden, sondern konnte ebenso durch Abzählen oder andere Methoden bearbeitet werden. Daher nennt Piaget die Lösung einer solchen Aufgabe durch Korrespondenz auch „spontane Korrespondenz“ (vgl. Piaget & Szeminska 1969, 89). Die Schwierigkeit einer solchen Zuordnung wird daran deutlich, dass einige Kinder nicht die exakte Anzahl dazu legen konnten, sondern statt dessen eine Reihe von gleicher Länge oder ein ähnliches Muster bildeten (vgl. Ginsburg & Opper 1991, 181ff).

Aufgrund der Schwierigkeiten einiger Kinder, spontan eine Stück-für-Stück-Korrespondenz herzustellen, versuchten Piaget und Szeminska (1969, 62) das Bilden einer Eins-zu-Eins-Zuordnung zu provozieren. Zunächst wählten sie verschiedenartige zusammengehörende Gegenstände, um die Kinder zu einer Stück-für-Stück-Zuordnung zu verleiten (z.B. Vasen und Blumen). Doch trotz dieser erleichternden Bedingungen war es einigen Kindern noch nicht möglich, die Aufgabe zu lösen (vgl. Maier 1990, 62).

Sobald ein Kind eine Stück-für-Stück-Korrespondenz korrekt gebildet und festgestellt hat, dass beide Mengen äquivalent sind, d.h. die gleiche Anzahl an Elementen besitzen, änderte Piaget die Anordnung in einer der beiden Reihen, beispielsweise schob er die Elemente auseinander oder rückte sie enger zusammen. Die Frage an das Kind war dann, welche der beiden Mengen nun mehr Elemente enthielt. Sehr häufig wurde die Menge benannt, deren Elemente weiter auseinander lagen, die also subjektiv größer erschien (vgl. Maier 1990, 63). Mit dieser Versuchsanordnung untersuchte Piaget die Fähigkeit zur Invarianz (Erhaltung). Darunter versteht Piaget „die Konstanz der Quantität gegenüber nur qualitativen Veränderungen“ (Maier 1990, 59). In diesem Fall ist damit die Erkenntnis gemeint, dass eine Menge gleich bleibt, auch wenn sie ihre Lage im Raum verändert (vgl. Csocsán 2001, 9).

Bisher sind ausschließlich zählbare, d.h. diskontinuierliche Mengen betrachtet worden. Was aber versteht ein Kind von kontinuierlichen Mengen, wie z.B. Wasser? Dazu hat Piaget Umschüttaufgaben erdacht, bei denen u.a. Wasser von einem breiten Glas in ein schmaleres Gefäß umgefüllt wurde. Dadurch scheint sich die Menge des Wassers zu verändern, da der Füllstand in dem schmaleren Gefäß höher ist. Viele der Kinder haben, ebenso wie bei den Versuchen zur Erhaltung diskontinuierlicher Mengen, nicht verstanden, dass die Menge des Wassers identisch bleibt und sich nur die Qualität verändert (vgl. Piaget & Szeminska 1969, 16).

Nachdem Piaget und Szeminska (1969) eine Vielzahl von Versuchen der beschriebenen Art durchgeführt hatten, konnten sie drei Stadien bezüglich der Entwicklung der Fähigkeit zur kardinalen Stück-für-Stück-Korrespondenz und zur Invarianz ausmachen.

Im <u>ersten Stadium</u>, das auch als Stadium des globalen Vergleichs bezeichnet wird (vgl. Hamel & Tombe 1972, 77), ist das Kind noch nicht in der Lage, eine Stück-für-Stück-Korrespondenz herzustellen. Bei der Aufgabenstellung, genau so viele Plättchen zu nehmen, wie in einer Reihe liegen, baut das Kind die Form, also das äußere Erscheinungsbild der Reihe, nach. Beispielsweise bildet es eine etwa gleich lange Reihe, ohne auf die Anzahl der Plättchen zu achten. Das Kind vergleicht folglich global, ohne den Versuch einer Stück-für-Stück-Korrespondenz (vgl. Piaget & Szeminska 1969, 90). Bezüglich der Fähigkeit zur Invarianz handeln die Kinder ähnlich. Zunächst versuchte Piaget, den Kindern die Stück-für-Stück-Korrespondenz nahezubringen, indem er sie aufforderte, in jede vorhandene Vase eine Blume zu stecken. Die Kinder stellten fest, dass die Anzahl der Vasen und Blumen identisch war. Wenn jedoch die Blumen vor den Augen des Kindes aus den Vasen genommen und auf einen Haufen gelegt wurden, waren die Kinder davon überzeugt, nun mehr Vasen vor sich zu haben (vgl. Ginsburg & Opper 1991, 185). Die visuelle Wahrnehmung (in diesem Fall die Länge der Reihe mit Vasen) ist also noch ausschlaggebend und das Kind ist nicht in der Lage, zwei Dimensionen gleichzeitig zu beachten (in diesem Fall Länge der Reihe und Dichte des Blumenhaufens). In diesem ersten Stadium ist also weder das Herstellen einer Stück-für-Stück-Korrespondenz noch die Fähigkeit zur Invarianz zu beobachten (vgl. Wember 1998, 28).

Das <u>zweite Stadium</u>, auch intuitives Stadium genannt, nimmt eine Übergangsfunktion zwischen dem rein wahrnehmungsorientierten, globalen Vergleich des ersten

Stadiums und der Fähigkeit zur Invarianz ein (vgl. Hamel & Tombe 1972, 78). In diesem Stadium können Kinder die Elemente Stück-für-Stück zuordnen und erkennen in dem Zusammenhang auch die Äquivalenz beider Mengen. Wenn aber die Elemente so verschoben werden, dass sie visuell nicht mehr gleichwertig erscheinen, lässt sich ein Kind zu Beginn der zweiten Phase schnell in seinem Urteil (eine Reihe ist länger) verunsichern, während ein Kind im ersten Stadium völlig auf seinem Recht diesbezüglich beharrt. Im weiteren Verlauf der Entwicklung schafft es das Kind, nicht mehr nur auf eine einzige Dimension zu achten, sondern es bezieht auch andere Dimensionen mit ein, wenn auch nicht gleichzeitig. Beispielsweise betrachtet das Kind entweder die Länge oder die Dichte der Reihen, so dass es immer wieder andere Urteile bezüglich der Äquivalenz abgibt. Am Ende des zweiten Stadiums versucht das Kind, die Ausgangslage nach einer Manipulation wieder herzustellen, um sich so die Invarianz der Anzahl selbst handelnd zu verdeutlichen. Laut Piaget ist die Invarianz aber erst dann vollständig begriffen, wenn das Kind die Manipulation nicht selbst ausführen muss und die Invarianz trotzdem erkennt (vgl. Maier 1990, 66).

Dieses Verständnis von Invarianz charakterisiert das dritte Stadium innerhalb der Phase der konkreten Operationen. Das Kind hat nun begriffen, dass die Äquivalenz zweier Mengen auch nach einer Vielzahl von Manipulationen andauert, und es ist in der Lage, eine äquivalente Anzahl zu bilden (Piaget & Szeminska 1969, 90). Zu einem solchen invarianten Urteil ist das Kind fähig, weil es drei Argumente begriffen hat. Das Kind hat verstanden, dass eine Anzahl sich nur verändern kann, wenn etwas dazugegeben oder weggenommen wird. Ansonsten bleibt die Anzahl der Menge identisch (Identitätsargument). Weiterhin hat das Kind begriffen, dass eine vorgenommene Manipulation rückgängig gemacht werden kann. Im zweiten Stadium erkennt das Kind zwar auch schon, dass eine Rückführung in den Ausgangszustand möglich ist, doch es überwiegt das äußere Erscheinungsbild, das letztlich den Ausschlag für das Urteil des Kindes bildet. Im anschließenden dritten Stadium erkennt das Kind dann sicher, dass alle Manipulationen rückgängig gemacht werden können, also reversibel sind, ohne eine solche Manipulation erst durchführen zu müssen, um sich zu überzeugen (Reversibilitätsargument). Zuletzt ist das Kind nun fähig, verschiedene Dimensionen miteinander zu koordinieren und erkennt somit, dass beispielsweise die Länge der Reihe durch die Dichte kompensiert werden kann (Kompensationsargument) (vgl. Maier 1990, 65f und Ginsburg & Opper 1991, 192).

Seriation und ordinale Korrespondenz

Im vorangegangenen Abschnitt wurden Zuordnungen behandelt, die eher kardinalen Charakter haben. In diesem Abschnitt möchte ich auf Korrespondenzen mit eher ordinaler Bedeutung eingehen.

Um den ordinalen Aspekt zu untersuchen, legte Piaget seinen Versuchspersonen zehn Puppen in deutlich unterschiedlichen Größen und zehn Spazierstöcke von ebenfalls merklichen Abstufungen vor, so dass diese den Puppen eineindeutig zugeordnet werden konnten (vgl. Piaget & Szeminska 1969, 135). Piaget unterscheidet hauptsächlich zwischen zwei Operationen mit eher ordinalem Charakter:

- Seriation (die einfache, qualitative Reihenbildung, z.B. Puppen oder Stäbe der Größe nach ordnen)
- ordinale Stück-für-Stück-Korrespondenz (zwei korrespondierende Reihen bilden, z.B. Puppen und Spazierstöcke einander zuordnen und gleichzeitig in eine Reihenfolge bringen) (vgl. Piaget & Szeminska 1969, 135).

Auch bei der Entwicklung der Fähigkeit zur Seriation und zur ordinalen Stück-für-Stück-Korrespondenz konnte Piaget, wie auch bei der Invarianz der Anzahl bzw. der kardinalen Stück-für-Stück-Korrespondenz, drei Stadien der Entwicklung ausmachen, die parallel zu den o.g. verlaufen.

Kinder im ersten Stadium haben zwar eine Vorstellung vom Bilden einer Reihe, aber sie beachten häufig nur ein Ende der Reihe (vgl. Csocsán 2001, 10). Das heißt, selbst wenn die obere Seite einer Reihe, z.B. von Puppen, der Größe nach sortiert zu sein scheint, kann bei der Betrachtung des unteren Endes deutlich werden, dass sich die „Füße" der Puppen nicht auf derselben Höhe befinden und somit keine korrekte Reihe gebildet wurde. Auch eine ordinale Stück-für-Stück-Korrespondenz ist noch nicht möglich. Sind die Reihen einmal einander zugeordnet und die Elemente anschließend leicht auseinander gezogen worden, erkennen Kinder in diesem Stadium keine Korrespondenz mehr zwischen Puppe und Spazierstock. Eher gibt das Kind die Elemente als zusammengehörig an, die sich am nächsten liegen. Für das Kind ist nur richtig, was es unmittelbar sehen kann, d.h. es beurteilt zwei Reihen entweder als korrespondent, wenn sie als solche erscheinen, oder es gibt eine völlig willkürliche Beurteilung ab (vgl. Piaget & Szeminska 1969, 137).

Im zweiten Stadium ist es Kindern zwar möglich, die Puppen in einer Reihe zu ordnen, sie benötigen jedoch sehr viele Versuche und arbeiten noch nicht strategisch (vgl. Csocsán 2001, 10). Auch das Bilden einer Korrespondenz zwischen zwei Reihen bereitet noch Schwierigkeiten. Einige Kinder ordnen beispielsweise nur eine Reihe und legen die andere Reihe irgendwie dazu, ohne eine Ordnung zu beachten. Nachdem die Reihen qualitativ leicht verändert, also zusammen oder auseinander geschoben worden sind, versuchen Kinder häufig zu zählen oder den Ausgangszustand der Stück-für-Stück-Zuordnung wiederherzustellen, wobei ihnen immer wieder Fehler unterlaufen (vgl. Piaget & Szeminska 1969, 137).

Kinder auf dem Niveau des dritten Stadiums können daran erkannt werden, dass sie gezielt eine Reihe bilden und korrespondieren können und nicht mehr nur probieren (vgl. Csocsán 2001, 10 und Piaget & Szeminska 1969, 137). Weiterhin können sie nun auch nach dem Auseinanderziehen einer Reihe sowie beim völligen Durcheinanderbringen beider Mengen direkt die Korrespondenz finden (vgl. Piaget & Szeminska 1969, 137).

Kardination und Ordination

Wie in Kapitel 1.3.1 erläutert, sind die kardinale und die ordinale Bedeutung der Zahl Piaget und Szeminska (1969, 208) zufolge untrennbar miteinander verbunden und stellen in ihrer Kombination zwei wichtige Aspekte des Zahlbegriffs dar. Für das Kind bedeutet dies, dass beide Aspekte nicht abwechselnd, wie oft in der zweiten Entwicklungsstufe der Fall, sondern gleichzeitig betrachtet und miteinander koordiniert werden müssen (vgl. Maier 1990, 72).

Um diesen Zusammenhang noch einmal gezielt zu untersuchen, haben Piaget und Szeminska (1969, 167) eine Hürdenbahn mit je einer Matte vor und hinter jeder Hürde aufgebaut. Zum einen geht es bei dieser Versuchsanordnung darum, mit Hilfe eines ordinalen Wertes einen kardinalen Wert zu bestimmen. Beispielsweise wird die Frage gestellt, wie viele Matten berührt oder wie viele Hürden übersprungen worden sind, wenn der Turner vor der fünften Hürde (ordinaler Wert) steht. Zum anderen soll mit Hilfe eines kardinalen Wertes ein ordinaler Wert bestimmen werden. Ein Beispiel hierfür ist die Fragestellung, vor welcher Hürde sich der Turner befindet, nachdem er fünf Hürden (kardinaler Wert) übersprungen hat (vgl. Piaget & Szeminska 1969, 198f).

Auch bei dieser Versuchsanordnung sind drei Stadien auszumachen, welche parallel zu den o.g. verlaufen. Im ersten Stadium ist es den Kindern noch nicht möglich, den ordinalen und kardinalen Charakter der Zahl zu koordinieren. Dies macht sich dadurch bemerkbar, dass das Kind noch nicht von einem gegebenen Rang auf einen bestimmten kardinalen Wert und andersherum nicht von einem bestimmten kardinalen Wert auf den entsprechenden Rang schließen kann (vgl. Piaget & Szeminska 1969, 198f).

Kinder im zweiten Stadium beginnen langsam, den Zusammenhang zwischen Kardination und Ordination zu begreifen. Allerdings müssen die Reihen in diesem Stadium visuell direkt wahrnehmbar sein, denn das Kind hat noch nicht begriffen, dass die ordinale Zahl immer einem kardinalen Wert entspricht und sich nicht ändert, wenn die Anordnung einer oder beider Reihen geändert wird (vgl. Piaget & Szeminska 1969, 198f).

Erst im dritten Stadium versteht das Kind den engen Zusammenhang zwischen dem ordinalen und dem kardinalen Charakter einer Zahl (vgl. Piaget & Szeminska 1969, 202).

Klassifikation

Unter Klassifikation wird die Fähigkeit verstanden, „bestimmte Elemente unter einem Oberbegriff zusammenzufassen“ (Csocsán 2001, 10). Nach Piaget und Szeminska (1969, 212) ist die Klassifikation eine wichtige Voraussetzung für das Begreifen der Invarianz und somit eine Voraussetzung für die Entwicklung des Zahlbegriffs.

Um diese Fähigkeit zu überprüfen, haben Piaget und Szeminska (1969, 213) den Versuchspersonen unterschiedlich große Klassen vorgelegt, die in zwei oder mehrere Unterklassen eingeteilt werden können. Beispielsweise wurden den Kindern verschiedenfarbige Formen aus Holz in Form von Quadraten, Dreiecken und Halbringen vorgelegt. Die Kinder sollten diejenigen Gegenstände zusammenlegen, die gleich oder „am meisten gleich“ sind.

Ein Kind im ersten Stadium ordnet die geometrischen Plättchen ohne eine erkennbare Klassifikation an, was Piaget (1969, 211ff) eine „kleine partielle Aneinanderreihung“ nennt. Manchmal findet das Kind zwar eine gemeinsame Eigenschaft, vergisst sie aber im Laufe der Gruppierung wieder und ordnet nach anderen Eigenschaften weiter. Einige Kinder in diesem Stadium ordnen die Elemente auch zu Bildern wie Häusern, Schlangen etc. an (vgl. Ginsburg & Opper 1991, 157).

Im zweiten Stadium sind Kinder in der Lage, Gegenstände nach einer ihnen gemeinsamen definierenden Eigenschaft zu gruppieren (vgl. Ginsburg & Opper 1991, 159). Jedes Element kann eindeutig einer Klasse zugeordnet werden und nicht mehreren gleichzeitig. Die Kinder können die Gruppen sogar hierarchisch anordnen, d.h. sie bilden von sich aus mehrere Untergruppen. Dennoch haben die Kinder den Begriff der Klassifikation laut Piaget und Szeminska (1969, 211ff) noch nicht vollständig verstanden. Wird ein Kind nämlich in diesem Entwicklungsstadium nach Beziehungen zwischen den einzelnen Unterklassen und zwischen dem Ganzen und den Teilen (Inklusionsbeziehungen) gefragt, ist festzustellen, dass es diese Beziehungen noch nicht erkennt. Liegen dem Kind beispielsweise zehn rote sowie drei blaue Quadrate vor, so antwortet es auf die Frage, von welchen Quadraten mehr da seien, korrekterweise mit rot. Wird es allerdings gefragt, ob mehr rote Quadrate oder Quadrate insgesamt vorlägen, antwortet es in diesem Stadium fälschlicherweise ebenfalls mit rot. Dem Kind ist also noch nicht bewusst, dass ein Teil immer weniger ist als das Ganze.

Das dritte Stadium ist dadurch gekennzeichnet, dass die Kinder hierarchische Klassifikationen erstellen und Inklusionen verstehen können. Das Kind ist nun in der Lage, in den Kategorien des Ganzen und in seinen Teilen zu denken und es zentriert nicht mehr nur eines von beidem. Wie jedoch bei allen anderen Fähigkeiten auch, benötigt das Kind in diesem Stadium noch immer die direkte visuelle Wahrnehmung, um die Klassifikation durchführen zu können (vgl. Ginsburg & Opper 1991, 163).

2.2.3Aktuelle Erkenntnisse in Bezug auf Piaget

Die Erkenntnisse Piagets haben zwar auch heute noch eine große Bedeutung, doch wurden Kritik und Ergänzungen bezüglich der Untersuchungen, sowie des Zahlbegriffkonzepts vorgenommen. Einige dieser Aspekte, die ich im Zusammenhang mit der Zahlbegriffsentwicklung für bemerkenswert halte, möchte ich im Folgenden kurz anführen.

Eine weit verbreitete Diskussion ist die des Alters, in dem Kinder die einzelnen Stadien durchschnittlich erreichen. Ginsburg und Opper (1991, 156) gehen beispielsweise davon aus, dass das erste Stadium zwischen zwei und fünf Jahren erreicht wird, das zweite Stadium mit sieben Jahren und das dritte zwischen sieben und elf Jahren. Brainerd (1979, 193f) zufolge können bereits Vorschulkinder die ersten beiden Stufen erreichen und im Laufe der Grundschulzeit die Fähigkeiten der dritten Stufe erlangen. Fest steht jedoch, dass alle Kinder in der Regel diese Stufen in der angegebenen Reihenfolge durchlaufen und im Regelfall in der ersten Klasse, d.h. auch im mathematischen Anfangsunterricht, das dritte Stadium noch nicht erreicht haben.

Ein weiterer fraglicher Aspekt der Ergebnisse Piagets ist, ob sich Kardinal- und Ordinalzahlbegriff tatsächlich gleichzeitig entwickeln und sich dann im Laufe der Grundschulzeit zum Begriff der natürlichen Zahl integrieren. Diese Fragestellung ist für die Didaktik der Mathematik von großer Bedeutung. Werden Kardinal- und Ordinalzahlaspekte parallel entwickelt, spielt es keine Rolle, in welcher Reihenfolge Eins-zu-Eins-Zuordnungen, Vergleiche von Anzahlen, Reihenbildungen oder Zählverfahren gelehrt werden. Ansonsten sollte der zuerst entwickelte Aspekt natürlich als erstes angesprochen werden. Doch bis zur heutigen Zeit ist diese Diskussion noch nicht beendet (vgl. Wember 1998, 49).

Ein sehr verbreiteter Diskussionspunkt sind die Untersuchungen bezüglich der Invarianz. Heutzutage wird in Frage gestellt, ob „Invarianz tatsächlich [eine] notwendige Voraussetzung für den Erwerb des Zahlbegriffs sei" (Moser Opitz 2001, 51). Laut aktueller Studien, besonders bezüglich der Zähl- und Zahlkenntnisse, wird teilweise davon ausgegangen, dass ein Zahlkonzept und ein Verständnis von Invarianz bereits besteht, bevor Kinder die Invarianzaufgaben nach Piaget lösen können (vgl. Moser Opitz 2001, 51). Bei dieser Aussage ist allerdings zu berücksichtigen, welches Verständnis des Zahlbegriffs der jeweilige Autor zugrunde legt (vgl. Kapitel 1).

Ausgangspunkt der Untersuchungen Piagets war, dass sich der Zahlbegriff aus dem Begreifen einiger Operationen entwickelt. Moser Opitz (2001, 69) stellt dar, dass dies zwar ein notwendiges, aber kein hinreichendes Kriterium für die Entwicklung des Zahlbegriffs sei. Nötig sei zudem der aktive Umgang mit Zahlen im alltäglichen Leben.

2.2.4 Bedeutung der Erkenntnisse Piagets für Kinder mit Blindheit

Die meisten älteren Untersuchungen bezüglich der Zahlbegriffsentwicklung blinder Kinder beziehen sich auf die Untersuchungen Piagets zum Thema Invarianz (vgl. Kapitel 2.2.2) und wurden für die Anwendung bei blinden Kindern modifiziert. Das Ziel dieser Untersuchungen war meist ein Vergleich der Zahlbegriffsentwicklung zwischen sehenden und blinden Kindern (vgl. Ahlberg & Csocsán 1994, 19). Solche Modifikationen der auf Piaget gestützten Untersuchungen bewertet Sauer (1996, 43) insofern als problematisch, als dass nicht auszuschließen ist, dass sich die Aufgabenstellung durch eine solche Adaption verändert. Dennoch konnten einige Rückschlüsse aus diesen Untersuchungen in Bezug auf die Zahlbegriffsentwicklung blinder Kinder gezogen werden.

Beispielsweise konnte immer wieder beobachtet werden, dass sehbehinderte Kinder wesentlich später die sogenannte Erhaltung (Fähigkeit zur Invarianz) beherrschen, als ihre sehenden Altersgenossen. Über den Zeitpunkt des Eintritts der Fähigkeit zur Invarianz sind sich die Autoren jedoch nicht einig. Nach Miller (1969, 103) haben blinde Kinder sogar im Alter von zehn Jahren die Invarianz noch nicht begriffen, während Lister u.a. (1989, 211ff) hingegen schon im Alter von neun Jahren keinen Unterschied mehr zwischen sehenden und blinden Kindern bezüglich der Invarianz feststellen konnten. Wan-Lin und Tait (1987, 423ff) haben sehr differenziert festgestellt, dass blinde Kinder die Invarianz im Durchschnitt etwa vier Jahre später begreifen als sehende Kinder, dass sie diese aber ebenso lernen können. Es gibt verschiedene Formen von Erhaltung (Gewicht, Volumen,…) und die Kinder entwickeln sie abhängig von den Angeboten in ihrer Umgebung und ihren Wahrnehmungsbedingungen unterschiedlich schnell. Solche Differenzen können auf unterschiedliche Begriffe von Invarianz und auf ein sehr unterschiedliches Testinstrumentarium zurückzuführen sein. Zusammenfassend ist jedoch festzuhalten, dass blinde Kinder zwar ebenso die Fähigkeit zur Erhaltung entwickeln und dieselben Entwicklungsstufen durchlaufen, jedoch im Durchschnitt langsamer sind als sehende Kinder (vgl. Csocsán u.a. 2002, 25).

2.3 Zahlerfahrung blinder Kinder

Wie sehende Kinder in welchem Alter bzw. in welchem Stadium mit Zahlen umgehen und diese erfahren, wurde im vorangegangenen Unterkapitel vorgestellt. Wie aber gehen blinde Kinder mit Zahlen um? Wie erfahren sie die Zahlen bzw. wie entwickeln sie den Zahlbegriff? Fest steht, dass blinde Kinder den Zahlbegriff insgesamt ein wenig langsamer entwickeln als sehende Kinder. In Kapitel 2.2.4 wurde deutlich, dass ein direkter Vergleich der Zahlerfahrungen blinder und sehender Kinder mit Hilfe der Aufgaben von Piaget kaum Sinn ergibt, da diese vorwiegend visuell ausgerichtet sind. Ahlberg und Csocsán haben daher eine

Vielzahl blinder Kinder mit unterschiedlichen Aufgabenstellungen konfrontiert, welche nicht direkt aus Piagets Versuchsanordnungen hervorgingen, sondern direkt für blinde Kinder entwickelt wurden. Dabei konnten sie unterschiedliche Vorgehensweisen bezüglich des Umgangs mit Zahlen beobachten, die auf verschiedene Stadien auf dem Weg zum Verständnis des Zahlbegriffs hinweisen.

Beim Lösen aller mathematischen Probleme sind blinde Kinder im Prinzip auf dieselbe Weise mit Zahlen umgegangen. Ahlberg und Csocsán (1999, 553) zählen folgende Wege auf:

- Zahlwort nennen
- schätzen
- zählen
- Operationen darstellen
- Zahlfakten verwenden.

In anderen Veröffentlichungen, wie beispielsweise in Csocsán, Hogefeld und Terbrack (2001, 292) wird der Punkt „Operationen darstellen“ noch einmal in „gruppieren“ und „strukturieren“ aufgespalten. Da dieser Unterschied im Umgang mit Zahlen meiner Ansicht nach kaum zu beobachten ist, sollen diese beiden Punkte in der vorliegenden Arbeit unter einem Oberbegriff zusammengefasst werden. Auch Ahlberg und Csocsán (1997, 5), Csocsán (2001, 31) oder Csocsán u.a. (2002, 29ff) fassen die beiden Punkte „gruppieren“ und „strukturieren“, zusammen zu „Operationen darstellen“. Andere Veröffentlichungen, wie Ahlberg und Csocsán (1994, 3 oder 1996, 108f) reduzieren die Wege, mit Zahlen umzugehen, insgesamt auf nur drei Aspekte: Schätzen, Zählen und Strukturieren. Meiner Ansicht nach ist es jedoch sinnvoll, das „Zahlwort nennen“ als eine sehr frühe Stufe der Zahlbegriffsentwicklung mit einzubeziehen. Zwar wird dieses Verfahren meist ausschließlich von sehr jungen Kindern verwendet, doch ist es auch bei älteren Kindern beobachtet worden, wenn sie mit sehr großen Zahlen konfrontiert wurden und ihnen die Aufgabe als nicht mehr zu bewältigen erschien (vgl. Ahlberg & Csocsán 1997, 15). Auch das Verwenden von Zahlfakten ist ein sehr weit verbreitetes Phänomen, was insofern von großer Bedeutung ist, als dass diese Methode einen Zahlbegriff vortäuschen kann, der noch nicht vorhanden ist, indem entsprechende Aufgaben „auswendig“ gelöst werden.

Aus diesen verschiedenen Umgangsweisen mit Zahlen haben Csocsán und Ahlberg (1997, 12) abgeleitet, wie blinde Kinder Zahlen verstehen. Auch bei der Beschreibung dieses Verständnisses von Zahlen sind in den unterschiedlichen Veröffentlichungen verschiedene Versionen zu finden, die jedoch im Prinzip alle dasselbe aussagen. Kinder erfahren die Zahlen zunächst ausschließlich als Zahlwörter, dann als Ausdehnung/ Extent, anschließend als Position in einer Reihe und schließlich als gruppierte und strukturierte Einheit (vgl. Csocsán & Hogefeld & Terbrack 2001, 31). In einigen Veröffentlichungen, beispielsweise in Ahlberg & Csocsán (1997, 2 und 1999, 553) und in Csocsán u.a. (2002, 36), werden die letzten beiden Stadien der strukturierten und der gruppierten Einheiten zur „zusammengesetzten Einheit“ zusammengefasst. Die Aufteilung in „gruppierte Einheit“ und „strukturierte Einheit“ halte ich an dieser Stelle jedoch insofern für sinnvoll, als dass eine Gruppierung von Zahlen noch keinen Überblick, keine Strukturierung voraussetzt.

Diese Wege, mit Zahlen umzugehen, sowie die Wege, wie Kinder die Zahlen verstehen, werden zunächst in Tabelle 2 dargestellt, um sie dann auch im Zusammenhang mit den gestellten Aufgaben genauer zu erläutern. In der nachfolgenden Tabelle stellt ein weißes Feld das vorwiegend vorliegende Zahlverständnis bei der entsprechenden Methode dar, während grau unterlegte Felder eine eher nachrangige Bedeutung haben.

Möglichkeiten des Umgangs mit Zahlen	Verständnis				
	Zahlwort	Extent/ Ausdehnung	Position in der Reihe	gruppierte Einheit	strukturierte Einheit
Zahlwort nennen					
zufällige Zahlwörter nennen	X				
gleiche Zahlwörter nennen	X				
aufeinander folgende Zahlen nennen	X				
Schätzen	X	X			
Zählen					
Doppelt Zählen	X		X		
Hören	X	X	X	X	X
Operationen darstellen					
Eins zu eins	X	X	X		
Gruppieren	X	X	X	X	
Abgeleitete Fakten	X	X	X	X	X
Zahlfakten verwenden	X	X	X	X	X

Tabelle 2: Umgang mit und Verständnis von Zahlen bei blinden Kindern (leicht verändert aus Ahlberg & Csocsán 1997, 32).

Der erste Weg, mit Zahlen umzugehen, ist, das Zahlwort zu nennen. Bei dieser Umgangsweise mit Zahlen, welche besonders häufig bei jungen Kindern zu beobachten ist, haben Kinder noch nicht verstanden, dass ein Zahlwort etwas über die Anzahl einer Menge aussagen kann und sie interessieren sich entsprechend auch nicht für eine genaue Bestimmung der Anzahl. Sie zählen nicht und wenden keine bestimmte Strategie an und erfahren Zahlen als Zahlwörter, ohne eine besondere Bedeutung im Kontext der Aufgabe in ihnen zu sehen. Bei diesem Verfahren konnten drei unterschiedliche Kategorien beobachtet werden: Einige Kinder nennen zufällige Zahlwörter, die ihnen gerade einfallen, d.h. sie haben das Zählprinzip der stabilen Reihenfolge noch nicht verstanden (vgl. Kap. 2.4.1). Auch die Relation „Teile im Ganzen“ ist ihnen noch völlig fremd. Eine weitere Methode ist, lediglich dieselben Zahlwörter zu wiederholen, die in der Aufgabenstellung genannt wurden. Andere Kinder haben zwar die Zahlwortreihe im Blick, nennen aber lediglich den Nachfolger einer in der Aufgabe genannten Zahl (vgl. Ahlberg & Csocsán 1999, 555 und 1997, 13ff).

Eine weitere Strategie, die Ahlberg und Csocsán (1997, 16ff und 1999, 554f), wenn auch recht selten, beobachten konnten, ist das Schätzen, d.h. die Kinder geben Antworten, die erkennen lassen, dass sie das Problem verstanden haben. Die Antworten befinden sich zwar meist in einem realistischen Zahlenraum nahe der korrekten Lösung, doch eine richtige Antwort ist eher zufällig. Die Kinder interessieren sich noch nicht für die exakte Lösung der Aufgabe, ein Annäherungswert reicht ihnen. Kinder, die auf diese Weise mit Zahlen umgehen, haben bereits eine vage Vorstellung von der Kardinalität der Zahlen. Sie erfahren die Zahl in erster Linie als eine „Ausdehnung“, d.h. sie verstehen eine Zahl nicht mehr nur als beliebiges Wort, sondern haben schon eine, wenn auch ungenaue, Vorstellung von dem Begriff der Zahl und der Relation „Teile im Ganzen“. Jedoch haben sie noch nicht begriffen, was „Zählen“ bedeutet (vgl. Ahlberg & Csocsán 1997, 18).

Bei der Strategie <u>Zählen</u> interessieren sich Kinder erstmals für die genaue Anzahl. Innerhalb dieser Methode unterscheiden Csocsán und Ahlberg (1997, 19) zwei verschiedene Strategien: „Doppelt Zählen“ und „Hören“. Viele der getesteten Kinder haben Schwierigkeiten, sich die Anzahl der bereits gezählten Zahlen zu merken. Aus diesem Grunde zählen sie in zwei Zahlreihen, entweder an einer Zahlreihe hinauf und an der anderen herunter (z.B. zählen sie bei der Aufgabe 13 + 5: 14/5, 15/4, 16/3, 17/2, 18/1) oder an beiden Zahlreihen hinauf (z.B. bei 13 + 5 zählen sie 14/1, 15/2, 16/3, 17/4, 18/5). Dieses so genannte <u>Doppelt Zählen</u> erfordert eine hohe Abstraktions- und eine enorme Konzentrationsfähigkeit, was sich darin äußert, dass die Kinder während des Zählens Fehler machen oder den Faden verlieren. Dieses schwierige Verfahren könnte evtl. das Fingerzählen sehender Kinder ersetzen (vgl. Kapitel 2.4.4). Kinder, die auf diese Weise mit Zahlen umgehen, erfahren Zahlen als Zahlwörter, hauptsächlich aber als Position in einer Reihe, da sie die Zahlwortreihe beim Zählen aufsagen (vgl. Ahlberg & Csocsán 1997, 21f).

Nach einiger Übung des Doppelt Zählens sind manche Kinder dazu in der Lage, das laute Nennen einer Reihe durch Kopfnicken o.ä. zu ersetzen und in nur einer Zahlenreihe zu zählen. Sie <u>hören</u> dann die Anzahl der gezählten Zahlwörter. Das Verfahren „Zählen und Hören“ verwendeten die getesteten blinden Kinder jeden Alters am häufigsten (vgl. Ahlberg & Csocsán 1997, 19f).

Ein weiterer Weg, mit Zahlen umzugehen, ist das Darstellen von Operationen, d.h. das Addieren oder Subtrahieren von Zahlen. Innerhalb dieser Strategie zählen einige Kinder eins zu eins. Bei der Aufgabe 9-5 zählen sie beispielsweise 6, 7, 8, 9. Die Kinder hören vier Zahlen, also ist die Antwort der Aufgabe vier. Eine weitere Möglichkeit, Operationen darzustellen, ist das Gruppieren. Bei der Aufgabe 19-12 zählen sie beispielsweise 13, 14, 15 (das sind drei Zahlen) 16, 17 (zwei Zahlen), 18, 19 (wieder zwei Zahlen); insgesamt ergibt 19-12 also 3+2+2=7. In diesem Beispiel hat das Kind die Zahl in Zweier und Dreier gruppiert (vgl. Ahlberg & Csocsán 1997, 19f). Dabei erfahren Kinder die Zahlen als eine gruppierte Einheit, d.h. sie haben begriffen, dass eine Zahl in kleinere Teile zerlegt werden kann, haben also die Relation „Teile im Ganzen" erfasst. Eine dritte Methode, Operationen darzustellen, ist das Ableiten von Fakten, d.h. dass Kinder bei dieser Methode einige Fakten (z.B. Dopplungszahlen) auswendig wissen und diese in ihre Rechnungen mit einbeziehen. Dabei konzentrieren sich die Kinder nicht auf die Zahlwortreihe oder auf einzelne Komponenten der Aufgabe, sondern auf die Beziehung zwischen dem Ganzen und den Teilen. Zahlen sind für sie strukturierbar. Dieses Verfahren wird aber von blinden Schülern recht selten verwendet (vgl. Ahlberg & Csocsán 1999, 556f).

Eine letzte Strategie, die Ahlberg und Csocsán (1997, 29f) beobachtet haben, ist das Verwenden von Fakten. Zwei Niveaus des Verständnisses kennzeichnen diese Strategie. Einige Kinder haben zwar Fakten auswendig gelernt, haben aber die Relation „Teile im Ganzen" und die Struktur der Zahlen noch nicht verstanden. Dabei erfahren Kinder die Zahl einfach nur als ein Zahlwort, ohne die weiteren Bedeutungen einer Zahl begriffen zu haben. Andere Kinder haben jedoch Zahlfakten auswendig gelernt *und* die Bedeutungen der Zahl verstanden und können somit die Aufgabenstellung begreifen, das „richtige" Faktenwissen anwenden und in der Regel eine korrekte Antwort geben (vgl. Ahlberg & Csocsán 1997, 30). Dieses Verfahren wurde eher von älteren Kindern verwendet und auch mit Abstand am häufigsten, nämlich zu ca. 35%, zum Lösen der gestellten Probleme gebraucht (vgl. Ahlberg & Csocsán 1997, 31).

Diese Wege, mit Zahlen umzugehen, schließen einander nicht aus. Je nach Situation und Aufgabenstellung bevorzugen Kinder einzelne Strategien gegenüber anderen. Wenn sich Kinder unsicher bei der Bearbeitung einzelner Aufgaben sind, beispielsweise weil ihnen der Zahlenraum zu unüberschaubar erscheint, nutzen sie eher Strategien, die weniger kompliziert sind und weniger Zahlverständnis erfordern (vgl. Ahlberg & Csocsán 1997, 31).

2.4 Entwicklung des Zählens bei blinden und sehenden Kindern

Wie aus Kapitel 2.3 hervorgeht, wird das Zählen mittlerweile als eine sehr wichtige Fähigkeit in Bezug auf die Entwicklung des Zahlbegriffs bei blinden, aber auch bei sehenden Kindern betrachtet. Es gilt als erwiesen, dass das Zählen der Entwicklung des Invarianz-Begriffs voraus geht, doch ob es eine notwendige Voraussetzung darstellt, ist noch unklar. Denkbar wäre auch, dass es unterschiedliche Wege zur Entwicklung der Invarianz gibt, von denen einer das Zählen sein könnte (vgl. Maier 1990, 104).

Aufgrund der großen Bedeutung des Zählens für die Entwicklung des Zahlbegriffs möchte ich in Kapitel 2.4.1 auf das Zählen und die Zählentwicklung eingehen. Da blinde Menschen im Gegensatz zu sehenden sehr viele Eindrücke über das Tasten und den auditiven Sinneskanal erfahren, gehe ich in Kapitel 2.4.2 auf die Bedeutung der auditiven Wahrnehmung bei blinden Kindern ein. In Kapitel 2.4.3 wird die Bedeutung der akustischen Wahrnehmung beschrieben. Zuletzt wird in Kapitel 2.4.4 die Bedeutung der Finger beim Zählen dargestellt, da diesen in den letzten Jahren immer mehr Bedeutung bei der Zählentwicklung zugesprochen wird.

2.4.1 Zählen, Zählentwicklung und Zahlbegriff

Bis in das 19. Jahrhundert hinein hat man sich bei der Entwicklung des Zahlbegriffs im mathematischen Anfangsunterricht fast ausschließlich auf die Zählmethode beschränkt (vgl. Kapitel 1.3). Piaget stellte jedoch heraus, dass das Zählen allein noch nicht den Zahlbegriff ausmacht, da es für ihn nur das Aufsagen der auswendig gelernten Zahlwortreihe darstellte. Infolge dessen wurde das Zählen fast vollständig aus dem mathematischen Anfangsunterricht verbannt. Dabei ist jedoch nicht bedacht worden, welche Rolle es bei der Entwicklung des Zahlbegriffs einnehmen könnte. Heute wird das Zählen als eine wichtige, aber nicht als einzige Voraussetzung für die Entwicklung des Zahlbegriffs angesehen (vgl. Maier 1990, 101).

Gelman und Gallistel (1978, 77ff) haben fünf Prinzipien formuliert, durch welche das Zählen charakterisiert werden.

- **Prinzip der stabilen Ordnung:** Die Liste der Zahlworte hat eine feste Ordnung, d.h. die Folge der Zählzahlen muss immer die gleiche sein.
- **Eineindeutigkeitsprinzip:** Jedem der zu zählenden Gegenstände darf nur ein Zahlwort zugeordnet werden.
- **Kardinalzahlprinzip:** Die zuletzt benutzte Zahl im Abzählprozess bestimmt die Anzahl der Elemente einer Menge.
- **Abstraktions-Prinzip:** Alle beliebigen Elemente – gleichgültig, welche qualitativen Merkmale sie haben – können zu einer Menge zusammengefasst werden.
- **Prinzip der beliebigen Reihenfolge:** Die Reihenfolge, in der die Elemente einer Menge abgezählt werden, und die Anordnung der zu zählenden Elemente sind für das Zählergebnis irrelevant (vgl. Gelman & Gallistel 1978, 77ff).

Nach Fuson (1992, 141) entwickelt sich das Zählen bei Kindern in fünf Schritten. Nachdem das Kind nur den Anfang der Zahlwortreihe korrekt aufsagen kann und dann willkürlich Zahlen nennt (vgl. Radatz 1982, 159), hat das Kind in der ersten Phase nach Fuson (1992, 141) die stabile Reihenfolge der Zahlworte verstanden und kann die Zahlwortreihe auswendig aufsagen. Erst später werden die einzelnen Worte voneinander getrennt, so dass eine Eins-zu-Eins-Zuordnung der Zahlen zu Gegenständen möglich ist. Eine Anzahl kann nun erstmalig durch Zählen erfasst werden. In einem nächsten Schritt lernt das Kind, von einem Zahlwort aus weiter zu zählen. Dies impliziert, dass das Kind den Zusammenhang zwischen Kardinalzahl und Zählzahl verstanden hat und anwenden kann. Kinder, welche die vierte Phase nach Fuson erreicht haben, können die konkreten Gegenstände, die sie bisher zum Zählen benötigten, bereits durch Zahlwörter ersetzen, so dass kein konkretes Anschauungsmaterial mehr zum zählenden Rechnen nötig ist. Zuletzt ist das Kind auch in der Lage, Beziehungen zwischen Zahlen zu erkennen und diese beim Zählen und Rechnen zu nutzen (vgl. Fuson 1992, 141).

Untersuchungen ergaben, dass Kinder Invarianzaufgaben eher durch Zählen lösen als durch die Methode der Stück-für-Stück-Korrespondenz. Aber ob das Zählen eine wirklich notwendige Voraussetzung für die Entwicklung des Invarianzbegriffs darstellt, ist nach wie vor fraglich (vgl. Maier 1990, 104). Das Zählen gilt insgesamt als eine wichtige Voraussetzung für die Entwicklung des Zahlbegriffs, doch sollten sich Rechenanfänger mit der Zeit vom zählenden Rechnen lösen (vgl. Schipper 1996, 26f). Hasemann (2001, 53ff) stellt heraus, dass sich Unterschiede zwischen leistungsstarken und leistungsschwachen Schülern durch diejenige Strategie bemerkbar machten, die sie für das Lösen einer Aufgabe verwenden. Dabei ist aufgefallen, dass Kinder, die lediglich durch Zusammenzählen addieren, insgesamt leistungsschwächer sind als solche, die sicher und flexibel mit der Zahlwortreihe umgehen können und sich die effektivste sowie sicherste Lösungsstrategie für das Lösen einer Aufgabe aus ihrem eigenen Repertoire aussuchen können. Wie wichtig die Berücksichtigung dieser Ablösung vom zählenden Rechnen im Grundschulalter ist, zeigt sich in einer Untersuchung, die zwischen 1981 und 1996 an der Universität Bielefeld durchgeführt wurde, nach der 80-90% der Kinder mit Lernschwierigkeiten auch im dritten, vierten und fünften Schuljahr noch in jeder Situation zählen müssen, um eine Aufgabe zu lösen (vgl. Schipper 1996, 26). Dies kann v.a. beim Umgang mit sehr großen Zahlen zu erheblichen Schwierigkeiten führen.

2.4.2 Bedeutung der haptischen Wahrnehmung für die Zählentwicklung blinder Kinder

In diesem Kapitel möchte ich vorab kurz auf das Tasten blinder Menschen im Allgemeinen eingehen, um darauf aufbauend die Zählentwicklung im Zusammenhang mit dem Tasten zu beschreiben.

Die Bedeutung des Tastens für blinde Menschen

Das Tasten gilt für blinde Menschen neben dem Hören als wichtigster Wahrnehmungskanal für die Aufnahme von Reizen aus der Umwelt (vgl. Kultusminister des Landes NRW 1981, 7). Die Informationen, die sich aus dem Tasten ergeben, kommen jedoch nicht ausschließlich von den taktilen Informationen der Haut. Vielmehr werden alle Informationen, die uns über Wahrnehmungsorgane bzw. Rezeptoren erreichen, im Gehirn zusammengeführt, geordnet und strukturiert, damit sie sinnvoll und aufeinander abgestimmt genutzt werden können. Diese Organisation aller Sinneswahrnehmungen nennen Spitzer und Lange (1988, 20f) Haptik, während von taktiler Wahrnehmung gesprochen wird, wenn lediglich die Wahrnehmung über die Haut gemeint ist. Diese Definition von haptischer und taktiler Wahrnehmung ist jedoch nicht einheitlich. In der vorliegenden Arbeit möchte ich von der aufgeführten Definition ausgehen, um begriffliche Missverständnisse zu vermeiden.

Die Frage, die sich in Bezug auf blinde Kinder in der Schule stellt, ist, wie blinde Menschen in der Regel tasten bzw. tasten sollten, um möglichst viele Informationen aufnehmen zu können. Wichtig ist zunächst, dass beide Hände gebraucht werden. Die Hände sollten nicht ohne Bewegung auf dem zu ertastenden Gegenstand liegen, sondern durch die Aktivität der Finger den Gegenstand erkunden (vgl. Katz 1925, 264). Diese Bewegungen lösen Reize aus, wodurch Informationen übermittelt werden, die in den Wahrnehmungsprozess mit einfließen. Dieser ist wiederum Voraussetzung für eine neue, der Umwelt angepassten Bewegung. Festzuhalten ist demnach, dass Sinneseindrücke und motorische Aktionen eine untrennbare funktionelle Einheit darstellen (vgl. Cicurs & Zimmer 1995, 82f). Lehmann (1993, 11f) nennt dieses Tasten mit Bewegung „aktives Tasten". Im Gegensatz dazu steht das „passive Tasten", welches weniger der Aufnahme von Informationen dient als vielmehr der Wahrnehmung unterschiedlicher Empfindungen ohne Bewegung, beispielsweise von Temperatur oder Druck von außen.

Der Vorgang des Tastens kann in zwei unterschiedliche Kategorien aufgeteilt werden. Beim „orientierenden Tasten" wird das Objekt überblickhaft in Bezug auf die grobe Gestalt, deren Anordnung und Ausdehnung ertastet. Das „erkennende Tasten“ dient der Erfahrung von Details und Zusammenhängen (vgl. Fromm 1993, 384).

Der Tastvorgang ist keinesfalls chaotisch, sondern ein systematischer Vorgang, der Bewegungsstrukturen aufweist, die bei den meisten Menschen zu beobachten sind. Lederman und Klatzky (1994, 26f) konnten diesbezüglich acht Bewegungsmuster beobachten, die für das Ertasten unterschiedlicher Eigenschaften gebraucht werden.

- Die Finger streichen über die Oberfläche, um ihre Beschaffenheit zu untersuchen.
- Es wird Druck ausgeübt, um die Härte zu testen.
- Handflächen werden aufgelegt, um die Temperatur zu bestimmen.
- Um das Gewicht zu überprüfen, wird der Gegenstand hochgehoben.
- Der Gegenstand wird umfasst, um einen Eindruck des Volumens zu erhalten.
- Die Konturen werden mit den Fingern umfahren, um die Gestalt zu erkennen.
- Es wird geprüft, ob der Gegenstand bestimmte Funktionen erfüllt.
- Die Beweglichkeit der Teile wird untersucht.

Der tastende Mensch wählt diejenigen Bewegungsmuster aus, die er für die Untersuchung des vorliegenden Gegenstandes benötigt. Dabei ist es auch möglich, verschiedene Eigenschaften gleichzeitig mit Hilfe nur eines Bewegungsmusters zu ertasten. So kann durch das Auflegen der Handfläche nicht nur die Temperatur bestimmt werden, sondern durch das Ausüben von Druck ebenso die Härte (vgl. Lederman & Klatzky 1994, 26ff).

Diese Betrachtung des Tastvorgangs ist insofern von Bedeutung, als dass blinde Kinder meist noch keine effektive Tasttechnik entwickelt haben und infolgedessen nicht alle Informationen optimal erhalten können. Sehr häufig ist beispielsweise zu beobachten, dass Kinder zu Beginn nur eine Hand zum Tasten verwenden (vgl. Ahlberg & Csocsán 1996, 106). Im Folgenden soll die Zählentwicklung blinder Kinder auf der Grundlage des Tastens verdeutlicht werden.

Tasten und Zählen

Sehende Kinder erfahren die Zahlen hauptsächlich durch das Sehen von und den handelnden Umgang mit verschiedenen Materialien, was eine wichtige Voraussetzung für die Entwicklung des Zahlbegriffs darstellt. Blinde Kinder hingegen erreichen dies häufig durch taktile Erfahrungen. Wie aber zählen blinde Kinder im Alter von sieben oder acht Jahren? Diese Frage möchte ich im Laufe des Kapitels beantworten. Zwei sehr ähnlich aufgebaute Studien scheinen mir in diesem Zusammenhang von Bedeutung zu sein. Sicilian veröffentlichte 1988 eine Untersuchung, in der 24 geburtsblinde Kinder im Alter zwischen drei und dreizehn Jahren feste und bewegliche Objekte zählen sollten. In dieser Untersuchung wird die Entwicklung der Zählstrategien blinder Kinder deutlich. Ahlberg und Csocsán (1994) hingegen legten ihr Hauptaugenmerk auf die Altersgruppe zwischen fünf und sieben Jahren. Da in diesem Alter der Erstrechenunterricht stattfindet, dem in dieser Arbeit aufgrund der Zahlbegriffsentwicklung eine besondere Bedeutung zukommt, sollen auch Ergebnisse dieser Untersuchung vorgestellt werden.

Sicilian (1988, 331ff) zeigt drei Entwicklungsstufen auf, in denen blinde Kinder Gegenstände mit Hilfe haptischer Eindrücke zählen. In der ersten Phase haben die Kinder die so genannte Scanning-Strategie noch nicht entwickelt. Hiermit ist gemeint, dass das Kind sofort zu zählen anfängt, wenn es das erste Objekt berührt hat, ohne sich vorher einen Überblick über die zu zählende Menge verschafft zu haben. Es zählt die Objekte noch nicht organisiert, was sich beim Zählen von beweglichen Objekten z.B. darin äußert, dass es die einzelnen Elemente noch nicht bewegt, um gezählte von ungezählten Objekten trennen zu können. Zudem ist das Kind in diesem Stadium nicht in der Lage, beim Zählen auf einzelne Elemente zu zeigen, sondern berührt einzelne Objekte, ohne sie jedoch eins zu eins den Zahlwörtern zuordnen zu können.

Die zweite Entwicklungsstufe ist dadurch gekennzeichnet, dass das Kind zwar schon zum „scannen“ in der Lage ist, diese Strategie jedoch noch nicht effektiv einsetzen kann, d.h. es untersucht die Objekte zwar vor dem Zählen, aber noch auf unsystematische Weise. Das Kind folgt in dieser Entwicklungsstufe zwar dem vorgegebenen Muster bei festen Objekten, doch fängt es aufgrund der noch mangelnden Übersicht nicht bei einem bestimmten Punkt an, den es sich merken kann. Beim Zählen beweglicher Objekte ordnet das Kind jedem einzelnen Objekt zwar schon eins-zu-eins ein Zahlwort zu, doch hat es noch keine Strategie entwickelt, wie es vermeiden kann, einige Objekte wiederholt zu zählen.

Zu all diesem ist ein Kind auf der dritten Entwicklungsstufe in der Lage. Es untersucht das Objekt systematisch, bevor es mit dem Zählen beginnt, nutzt dabei vorgegebene Muster aus und kann gezählte und nicht gezählte Objekte voneinander trennen (vgl. Sicilian 1988, 331ff).

Bei diesen Stadien nach Sicilian ist meiner Ansicht nach eine Parallele zu den drei Stadien der Zahlbegriffsentwicklung nach Piaget zu finden. Im ersten Stadium geht das Kind noch willkürlich mit der Zahl um und ist noch völlig auf Äußerlichkeiten fixiert. Im zweiten Stadium ist das Kind zwar beispielsweise bereits in der Lage, Invarianzaufgaben zu lösen bzw. Elemente zu zählen, jedoch noch in unsystematischer Weise. Erst im dritten Stadium ist das Kind dann zur Invarianz bzw. zum organisierten Zählen in der Lage.

Bei dem Versuch von Ahlberg und Csocsán (1994) sollten 27 blinde Kinder im Alter von fünf bis sieben Jahren sowohl bewegliche als auch unbewegliche Objekte zählen (vgl. Ahlberg & Csocsán 1994, 33). Sie beobachteten ebenfalls eine Entwicklung von Zählstrategien, doch aufgrund der untersuchten Altersstufe befanden sich diese Kinder bereits in der zweiten oder gar dritten Entwicklungsstufe nach Sicilian, d.h. die Kinder waren mehr oder weniger zum „Scannen" in der Lage. Ahlberg und Csocsán (1994, 38ff) verstehen die benutzten Strategien in Abhängigkeit von entsprechenden Stadien des Zahlverständnisses.

Bei der ersten Strategie, der <u>Zählmethode</u>, ertasteten die Kinder ein Element nach dem anderen, sowohl mit einer Hand als auch mit beiden Händen. Das Zählen mit nur einer Hand ist insofern nicht so erfolgreich, als dass diese Strategie keine Systematik beinhaltet und so Fehler beim Unterscheiden der gezählten und nicht gezählten Elemente gemacht werden. Beim Zählen mit zwei Händen konnten verschiedene Systeme beobachtet werden, so z.B., wie eine Hand der anderen systematisch folgte, wodurch die gezählten Elemente von den noch nicht gezählten auseinander gehalten werden konnten oder beide Hände gleichzeitig zählten. Wenn Kinder diese Strategie nutzen, macht das deutlich, dass sie alle Elemente der Menge als einzeln stehend begreifen (vgl. Ahlberg & Csocsán 1994, 38ff und 1996, 108).

Bei der zweiten Strategie, dem Zählen und Gruppieren, benutzten die Kinder stets beide Hände. Einige Kinder haben zuerst, wie oben beschrieben, gezählt und sich dann einen simultanen Eindruck der Elemente verschafft, indem sie die Menge so in zwei Teile gruppierten, dass die Finger beider Hände die Anzahl erfassen konnten. Andere Kinder gruppierten zuerst, um dann ein Element nach dem anderen zu zählen. Wenn Kinder diese Strategie benutzen, macht das deutlich, dass sie die Elemente nicht mehr nur als einzelne Objekte begreifen, sondern auch als gruppierbar verstehen (vgl. Ahlberg & Csocsán 1994, 39ff).

Machen Kinder von der letzten Strategie, dem Strukturieren, Gebrauch, beweisen sie ein Verständnis für die Relation „Teile im Ganzen“. Sie strukturieren die Menge zuerst und können dann, ohne zu zählen, die Anzahl der Elemente bestimmen (vgl. Ahlberg & Csocsán 1994, 41).

Diese Strategien nach Ahlberg und Csocsán (1994) sind nicht als aufeinanderfolgende Phasen zu verstehen, vielmehr ist die Strategie, die das Kind benutzt, vom Kontext der Aufgaben abhängig. Bekannte Aufgaben kann es mit einer Strategie lösen, die es schnell ans Ziel bringt, da es die Aufgabe überblickt und sich auf die verwendete Strategie konzentrieren kann. Unbekannte, schwierige Aufgaben wird es statt dessen wahrscheinlich eher mit Hilfe einer „leichteren“ Strategie lösen, die es sicher beherrscht, um überhaupt die Lösung der Aufgabe zu finden. Dies ist beispielsweise häufig bei Aufgabenstellungen mit größeren Zahlen zu beobachten (vgl. Ahlberg & Csocsán 1994, 41).

Auf diesem Weg zum Strukturieren und dem Erfassen der Relation „Teile im Ganzen“ ist das Durchlaufen der Stadien wichtig, um überhaupt zu lernen, beide Hände zu benutzen, um dann die Elemente simultan erfassen, gruppieren und schließlich strukturieren zu können. Diese Erfahrungen können von großer Bedeutung für die Entwicklung des Zahlbegriffs sein (vgl. Ahlberg & Csocsán 1994, 40f).

2.4.3 Bedeutung der auditiven Wahrnehmung für die Zählentwicklung blinder Kinder

Wie in Kapitel 2.3 deutlich geworden ist, nutzen die meisten blinden Kinder, deren Zahlbegriff ausreichend entwickelt ist, das Hören beim Lösen von mathematischen Aufgabenstellungen. Aufgrund der großen Bedeutung des Hörens, insbesondere für blinde Kinder, soll diese Thematik intensiver diskutiert werden.

Blinde Menschen nehmen einen sehr großen Teil der Informationen aus der Umwelt über das Gehör auf. Dabei handelt es sich nicht nur um den Umgang mit Mitmenschen, sondern auch als Hilfe zur Mobilität sind hörbare Informationen von großer Bedeutung. Viele blinde Menschen orientieren sich z.B. am Schall, um großen Hindernissen (Mauern etc.) ausweichen zu können (vgl. Kuhlmann & Frebel 2001, 55). Diese Überlegungen machen die enorme Bedeutung des Gehörs für einen blinden Menschen und damit auch für seine (mathematische) Entwicklung deutlich. Vielen Kindern fällt es schwer, ausschließlich über taktile Erfahrungen zu lernen, während sie mit auditiven Zahldarstellungen sehr gut umgehen können (vgl. Csocsán 2001, 48). Einige Kinder benutzen beim Zählen insofern ihr Gehör, als dass sie die einzelnen Objekte (z.B. Münzen) auf den Tisch fallen lassen und die Klänge zusätzlich zu den taktilen Informationen zum Zählen verwenden (vgl. Csocsán u.a. 2002, 36).

Die Bedeutung des Gehörs bei blinden Menschen wurde schon vielfach untersucht. Um die Menge von Untersuchungsergebnissen zusammenzufassen, vergleicht Miller (1992, 206ff) zwanzig Studien zu diesem Thema und stellt fest, dass blinde Menschen bei einer deutlichen Mehrzahl der Untersuchungen ein besseres akustisches Kurzzeitgedächtnis aufweisen als sehende Menschen. Auch erzielen blinde Menschen im Durchschnitt bessere Ergebnisse als Menschen mit einer Sehbehinderung (vgl. Csocsán 2001, 51). Dies macht sich beispielsweise bei der Fähigkeit des „subitizing“ bemerkbar. Während sehende Kinder maximal sieben

Einheiten gleichzeitig durch Hören erfassen können, sind blinde Kinder in der Lage, sogar bis zu zehn Elemente akustisch wahrzunehmen (vgl. Ahlberg & Csocsán 1999, 559). Aufgrund der Ergebnisse dieser Studien vermutet Csocsán (2001, 50), dass die meisten blinden Kinder die Relation „Teile im Ganzen" durch einen so genannten interiorisierten akustischen „Zahlenstrahl entwickeln. Das heißt, dass die Reihe der Zahlwörter für blinde Kinder Elemente einer hörbaren Menge sind, die sie simultan wahrnehmen können. Sie nehmen die Zahlen wahr, die sie im Moment hören, haben aber gleichzeitig auch die Elemente „im Ohr", die sie kurz zuvor wahrgenommen haben, und ahnen gleichzeitig die noch kommenden Zahlen. Csocsán (2001, 51) vergleicht diese Zahlerfahrung des „akustischen Zahlenstrahls" mit den Erfahrungen, die ein Mensch beim Hören von Musik macht und nennt diesen Effekt aus diesem Grund den „Sinfony-Effekt". Auch beim Musik hören wird die momentan wahrgenommene Musik simultan mit den gerade vergangenen „nachklingenden Tönen" aufgenommen und gleichzeitig werden bestimmte nachfolgende Töne erwartet. Blinde Kinder hören also die Reihe der Zahlwörter ähnlich wie eine Art Melodie, die sie auf unterschiedliche Weise verarbeiten können (vgl. Csocsán 2001, 51). Auch das bereits in Kapitel 2.3 erwähnte „Doppelt Zählen" bzw. das darauffolgende „Hören" ist ein Beispiel für den Sinfony-Effekt. Wenn Kinder die zweite Reihe beim Zählen weglassen, hören sie gleichzeitig den Vorgang als Ganzes und die Teile des Ganzen in einer Reihe (vgl. Csocsán u.a. 2002, 37).

Wie aber gehen blinde und sehende Kinder genau mit akustischen Mustern um? Wie können akustische Erfahrungen im Unterricht genutzt werden und wie können akustische und haptische Eindrücke miteinander verbunden werden, um eine optimale Informationsaufnahme zu ermöglichen? Diesbezüglich haben Csocsán (2001, 48ff) sowie Kuhlmann und Frebel (2001, 55ff) im Rahmen einer Studie, die seit 1999 an der Universität Dortmund durchgeführt wird, bereits einige interessante Ergebnisse vorgelegt. Demnach können blinde Schüler im Alter zwischen sieben und neun Jahren besser Rhythmen nachklatschen und die Anzahl der Schläge (maximal 12) benennen als sehende Kinder in demselben Alter. Bei sehenden Schülern macht die Tatsache, dass sie im Vorfeld in Musik unterrichtet worden sind, einen Unterschied bezüglich der Leistungen aus, während dies bei blinden Kindern gleichgültig zu sein scheint (vgl. Kuhlmann & Frebel 2001, 56). Zudem konnte festgestellt werden, dass blinde Schüler größere Differenzen bezüglich der Leistungen zeigen als sehende Kinder. Es war auffällig, dass entweder ein großes oder gar kein Interesse an den Aufgaben vorhanden war, was zeigt, wie unterschiedlich die Schwerpunkte der Wahrnehmungskanäle bei Kindern sein können. Es zeigt aber auch, wie wichtig diese Möglichkeit des Lernens für einige Schüler ist. Für diese Schüler scheint der Gebrauch des akustischen Zahlenstrahls der beste Weg für das Erlernen der Relation „Teile im Ganzen“ zu sein, welche einen wichtigen Teil der Zahlbegriffsentwicklung ausmacht (vgl. Csocsán 2001, 52).

Insgesamt sind also strukturierte auditive Eindrücke, Bewegungen, verbale Anregungen und haptische Wahrnehmungen von großer Bedeutung, um Gegenstände, Personen und Ereignisse miteinander in Verbindung setzen zu können (vgl. Csocsán 2001, 53). Dies wiederum ist Voraussetzung für die Entwicklung des Zahlbegriffs.

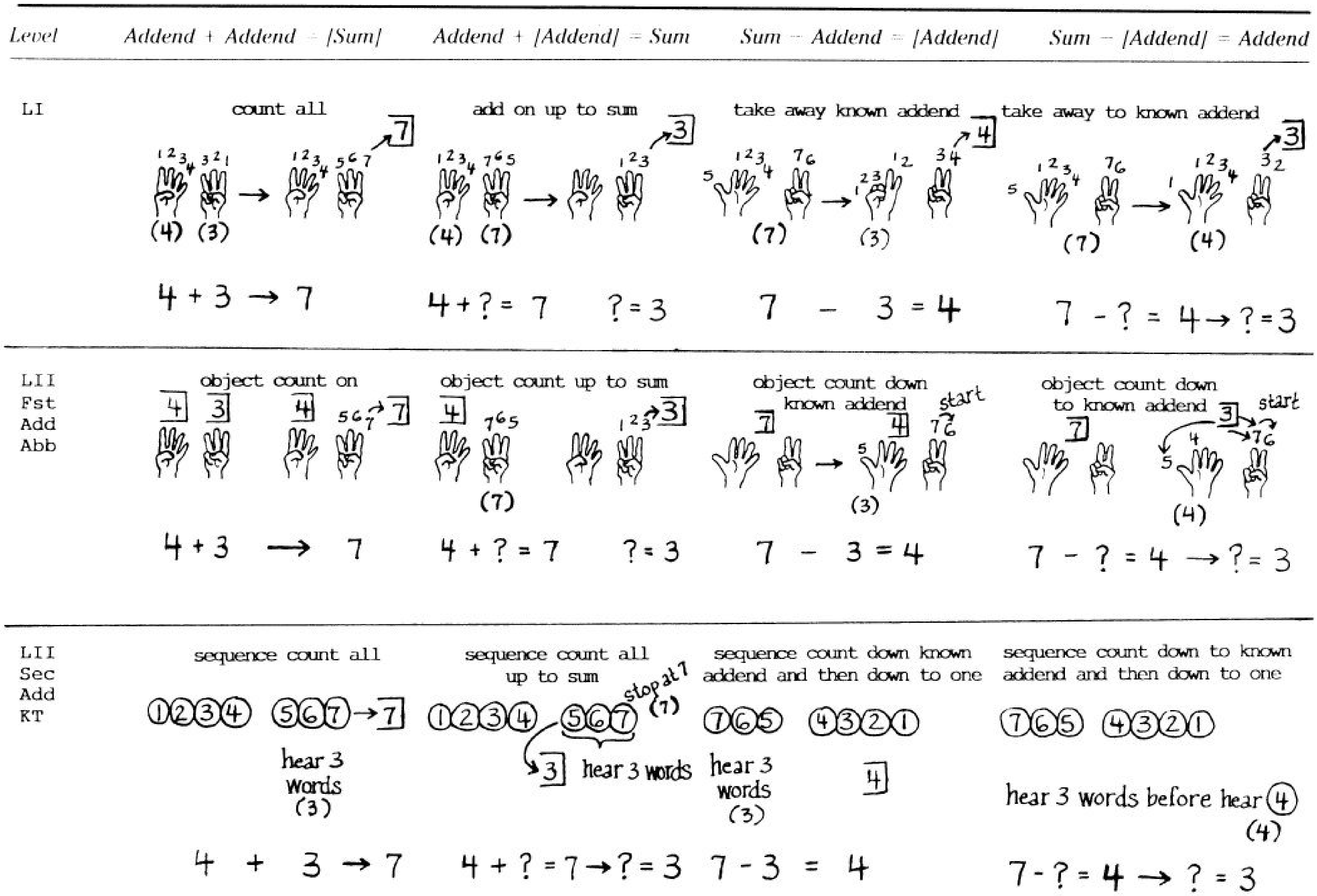
2.4.4 Finger als Hilfsmittel zum Zählen bei sehenden im Vergleich zu blinden Kindern

Im Zuge der vielfältigen Untersuchungen zum Zählen gewinnt auch der Gebrauch der Finger beim Zählen zunehmend an Bedeutung. Bisher existieren noch nicht allzu viele Studien bezüglich dieser Thematik, doch haben sich sowohl Fuson (1992, 142ff) als auch Brissiaud (1992, 41ff) eingehend mit dem Fingerzählen sehender Kinder beschäftigt und kommen übereinstimmend zu der Erkenntnis, dass Finger ein sehr sinnvolles Mittel zur Förderung der Zählfähigkeit und damit zur Entwicklung des Zahlbegriffs bei sehenden Kindern sind.

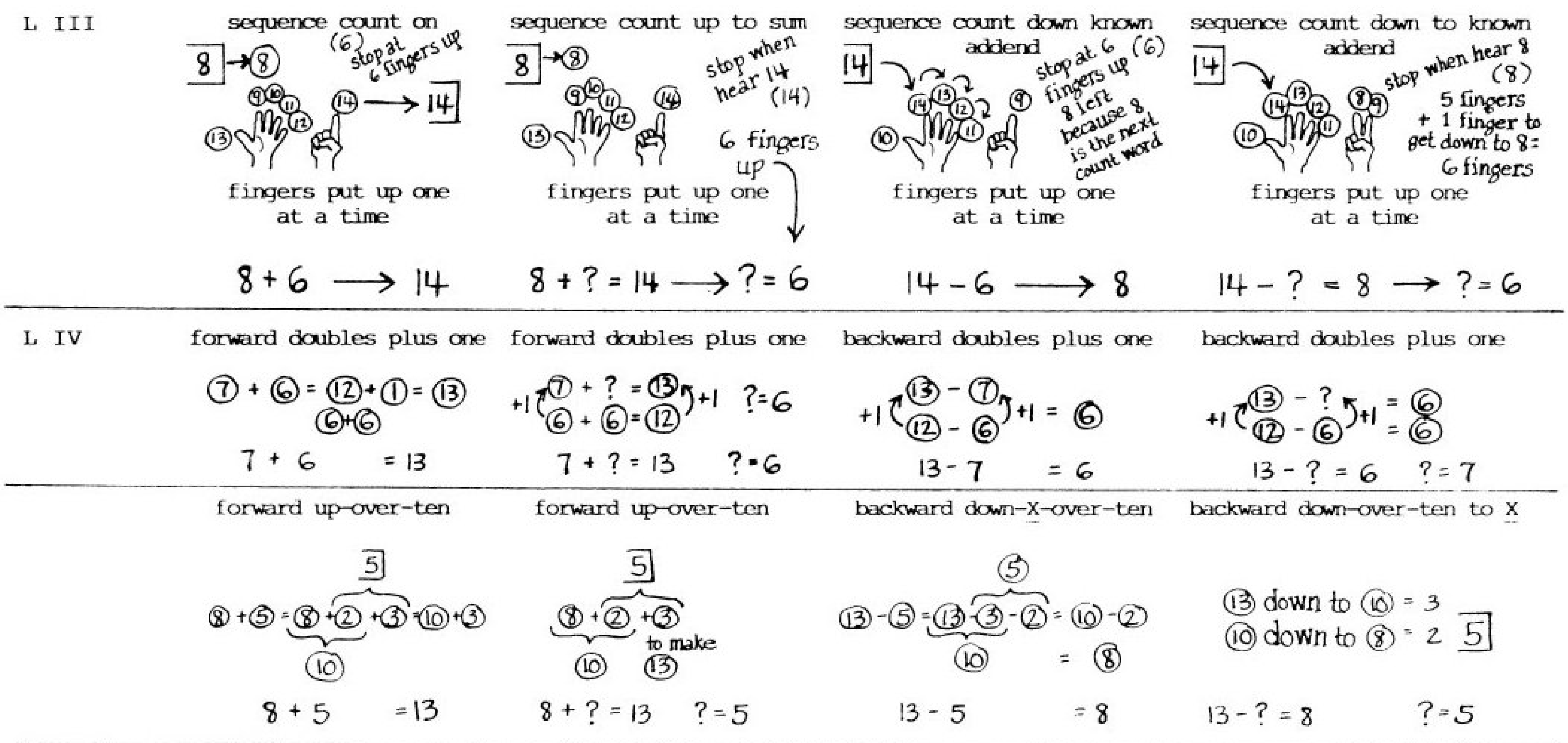
Finger als Hilfsmittel zum Zählen bei sehenden Kindern

Brissiaud (1992, 41ff) stellt heraus, dass Kinder schon in sehr jungen Jahren mit Hilfe von Fingern über Mengen kommunizieren können, ohne dabei zählen, das entsprechende Zahlwort kennen oder gar eine Anzahl erfassen zu müssen.

Das Kind, welches die Anzahl an beispielsweise drei Objekten nennen soll, jedoch erst bis zwei zählen kann, hält dann beispielsweise drei Finger hoch: „So viele!“. Bei dieser Methode hat es jedem Objekt einen Finger zugeordnet, es macht also von der Eins-zu-Eins-Korrespondenz Gebrauch. Aber auch, wenn Kinder schon zählen können, stellen die Finger ein enorm wichtiges Hilfsmittel zum Addieren und Subtrahieren dar, wie in Abb. 1 ersichtlich wird. Hier wird deutlich, welche Entwicklungsstadien beim Lösen von Additions- und Subtraktionsaufgaben durchlaufen werden und welche Rolle der Gebrauch der Finger dabei einnimmt.



Level
Addend + Addend = [Sum]
Addend + [Addend] = Sum
Sum − Addend = [Addend]
Sum − [Addend] = Addend
LI
count all
4 + 3 → 7
add on up to sum
4 + ? = 7 ? = 3
take away known addend
7 − 3 = 4
take away to known addend
7 − ? = 4 → ? = 3
LII Fst Add Abb
object count on
4 + 3 → 7
object count up to sum
4 + ? = 7 ? = 3
object count down known addend
start
7 − 3 = 4
object count down to known addend
start
7 − ? = 4 → ? = 3
LII Sec Add KT
sequence count all
hear 3 words (3)
4 + 3 → 7
sequence count all up to sum
stop at 7 (7)
hear 3 words
4 + ? = 7 → ? = 3
sequence count down known addend and then down to one
hear 3 words (3)
7 − 3 = 4
sequence count down to known addend and then down to one
hear 3 words before hear 4 (4)
7 − ? = 4 → ? = 3



Note. A number in a right-hand bracket, 4], means a cardinal number (a number that tells how many); a circled number is a sequence number (a number within the counting sequence); and a number in parentheses, (4), means that this number is monitored in a keeping-track process so that some count can end at that number or after that many numbers have been said.

Abb. 1: Developmental levels of addition and subtraction solution procedures (aus Fuson 1992, 144f).

Die Abbildung zeigt die Vorgänge des Zählens von Kindern bei Additions- und Subtraktionsaufgaben in vier unterschiedlichen Stadien. Die ersten beiden Spalten listen Zählprozesse auf, während in den letzten beiden Spalten rückwärts gezählt werden muss. Die erste und dritte Spalte behandeln gewöhnliche Additions- und Subtraktionsaufgaben, die zweite und die vierte Spalte Aufgaben mit fehlendem Summanden bzw. Subtrahenden. Prinzipiell ist zu sagen, dass den meisten Kindern Subtraktionsaufgaben schwerer fallen als Additionsaufgaben, was an der erhöhten Fehlerzahl festzumachen ist. In Level eins wurden den Kindern auch Gegenstände zum Zählen angeboten, aber sie konnten die Finger meist genauso gut und auf die gleiche Weise wie Gegenstände benutzen. In Level zwei machen die Kinder schon von einem Fingermuster Gebrauch und können von einer der Zahlen aus weiter zählen. Im dritten Level benutzen die Kinder das so genannte „keeping track"-Verfahren, das Hinzählen zum gesuchten Zahlwort. In der ersten und dritten Spalte repräsentieren die Finger nur die Zahlwörter, sozusagen als Gedächtnisstütze, wie viele Zahlen bereits gezählt wurden. Bei den Aufgaben der zweiten und vierten Spalte repräsentieren die Finger hingegen die Lösung der Aufgabe. Das Prinzip des „keeping track" ist jedoch in allen Spalten dasselbe. Im vierten Level haben die Kinder schon die „Teile im Ganzen"-Relation verstanden und gruppieren und zerlegen die Zahlen, um sie leichter addieren oder subtrahieren oder von auswendig gelernten Zahlfakten Gebrauch machen zu können.

Kinder, die eines dieser Verfahren benutzen, haben bereits ein grundlegendes Verständnis für den Zählprozess, d.h. sie haben die Zählprinzipien schon verstanden (vgl. Kapitel 2.4.1).

Hätten sie die Zahlreihe lediglich auswendig gelernt, wären sie nicht in der Lage, das Zählen so gezielt zum Lösen einer Aufgabe einzusetzen. An der Tabelle wird deutlich, dass Kinder zu Beginn noch Objekte oder ihre Finger als solche benötigen, um diese konkret zu zählen. Später, in Level 4, reichen dafür Zahlwörter als Ersatz für derartige Objekte aus (vgl. Fuson 1992, 143ff).

Die Finger sind laut Brissiaud (1992, 61) nicht irgendein Hilfsmittel zum Zählen, sondern haben eine Vielzahl von Vorteilen gegenüber anderen Lernmaterialien.

Beispielsweise werden beim Gebrauch der Finger zwei Wahrnehmungskanäle gleichzeitig einbezogen, nämlich der visuelle und der kinästhetische Kanal. Zudem beinhalten die Finger bereits eine natürliche Fünferstrukturierung, die im Dezimalsystem eine zentrale Stellung einnimmt und bei vielen Lernmaterialien imitiert wird. Durch diese Strukturierung wird die Fähigkeit zum Gruppieren gefördert, indem die Kinder erst alle Finger der einen Hand benutzen, bevor sie mit der anderen Hand fortfahren. Fest steht, dass das Gruppieren eine wichtige Fähigkeit für die Entwicklung des Zahlbegriffs darstellt. Allerdings ist nicht erwiesen, ob die Finger besser dafür geeignet sind als andere Lernmaterialien.

Finger als Hilfsmittel zum Zählen bei blinden Kindern

Sehende Kinder benutzen also zum Zählen als Erinnerungshilfe bereits gezählter Zahlen und zur Erfassung der Zahl als „Teile im Ganzen" häufig spontan ihre Finger (vgl. Ahlberg & Csocsán 1994, 71). Die Frage ist nun, ob blinde Kinder, deren Hände und Finger schließlich meist für die Erkundung der Umwelt gebraucht werden, diese auch zum Zählen und Rechnen verwenden (Ahlberg & Csocsán 1994, 29). Dieser Frage sind Ahlberg und Csocsán (1994, 3ff) nachgegangen und haben sieben und acht Jahre alte geburtsblinde Kinder u.a. aufgefordert, vorgegebene Zahlen anhand der Finger zu zeigen. Zwei der sechs getesteten blinden Kinder waren nicht dazu in der Lage, diese Aufgabe zu lösen. Einige Kinder haben die geforderte Anzahl an Fingern mit Hilfe vieler unterschiedlicher Strategien zeigen können, beispielsweise gebrauchten einige Kinder ihre zweite Hand, um die Finger an der ersten Hand abzuzählen. Nur ein einziges Kind konnte die korrekte Anzahl sofort zeigen, ohne vorher abzählen zu müssen. Dieses Kind macht mit dieser Strategie deutlich, dass es bereits in der Lage ist, seine Finger zu gruppieren und zu strukturieren, weil es die Finger als Ganzes und in Teile aufteilbar verstanden hat. Insgesamt hat kein blindes Kind seine Finger spontan zur Lösung einer Aufgabe benutzt und als Hilfsmittel eingesetzt (Ahlberg & Csocsán 1994, 32).

Interessant in dem Zusammenhang ist, dass auch sehende Kinder Schwierigkeiten haben, die geforderten Aufgaben zu lösen und die Stellung ihrer Finger zu überprüfen, wenn sie ihre Finger nicht visuell wahrnehmen dürfen (vgl. Csocsán u.a. 2002, 26). Da sich herausgestellt hat, dass blinde Kinder auch ohne den Gebrauch von Fingern den Zahlbegriff entwickeln, kann der Schluss gezogen werden, dass das Fingerzählen sehenden Kindern zwar ein mehr oder minder gutes Hilfsmittel sein kann, jedoch nicht zwangsläufig für die Zahlbegriffsentwicklung notwendig ist.

2.5 Bedeutung des Messens für die Zahlbegriffsentwicklung

Für die Entwicklung des Zahlbegriffs ist die Fähigkeit zur Invarianz eine grundlegende Voraussetzung (vgl. Kapitel 2.1.2). Dazu gehört jedoch nicht nur die Erhaltung von Anzahlen. Auch bei Längen, Flächeninhalten, Gewichten und anderen Größen muss das Kind erkennen, dass die Quantität gegenüber Änderungen der Qualität konstant bleibt (vgl. Maier 1990, 58f). Daher ist das Messen, also der Umgang mit Größen, ein wichtiger Aspekt für die Entwicklung des Zahlbegriffs (vgl. Csocsán-Horvath 1985, 125).

An dieser Stelle wäre eine Betrachtung des Messens bzw. der dabei erkennbaren Lernstrategien blinder und sehender Kinder ein interessantes Untersuchungsthema. Bisher liegen jedoch diesbezüglich keine Informationen vor, und auch im Rahmen dieser Arbeit ist das Messen nicht Untersuchungsgegenstand. Maier (1990, 25ff) bringt lediglich das Messen mit dem Zahlbegriff in Verbindung, doch über die Entwicklung des Messens oder entsprechenden Lernstrategien sagt auch er nichts aus. Aus diesem Grunde verzichte ich hier vollkommen auf die Darlegung der Lernstrategien blinder und sehender Kinder beim Messen.

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 unstrukturiertem 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.

3.2.1 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 erforderlich, 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 diese 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 durchschnittlich 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).

3.2.2Aspekte 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 natürliche 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 naheliegendsten, 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:

- *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.

3.2.3 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 Mathematikunterricht 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.

3.4.1 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 Rechenoperationen. 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)

3.4.2 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.

3.4.3Blindenspezifische 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 kontrastreiche 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 1x1x1 cm^3 groß, der zweite Stab hat eine Größe von 1x1x2 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.

<u>Rechenstäbe</u>

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)

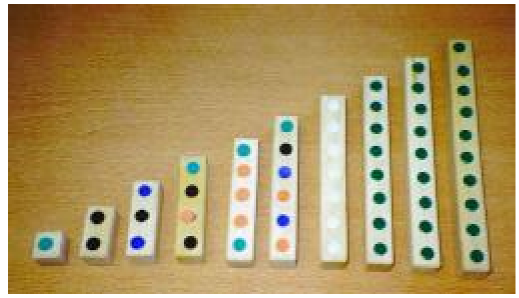


Abb. 5: modifizierte Rechenstäbe (aus der Westfälischen Schule für Blinde und Sehbehinderte in Soest)

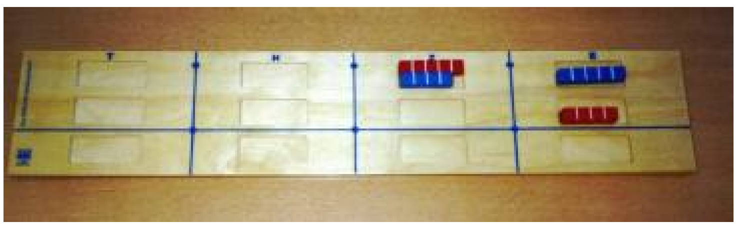


Abb. 6: Stellenwerttafel (aus der Westfälischen Schule für Blinde und Sehbehinderte in Soest)

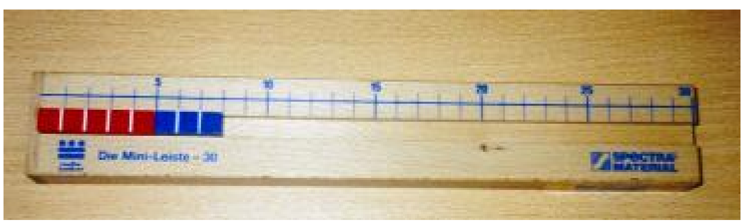


Abb. 7: Hunderterleiste (aus der Materialsammlung Universität Dortmund)

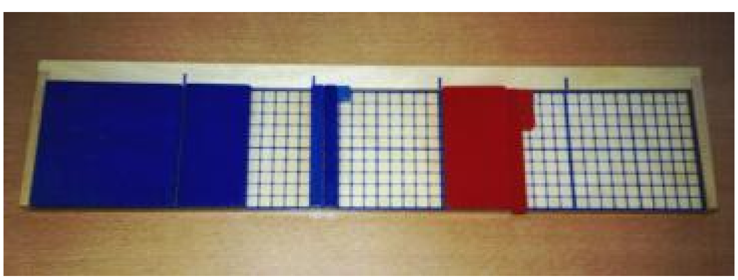


Abb. 8: Fünfhunderterbrettchen mit Logischen Blöcken (aus der Westfälischen Schule für Blinde und Sehbehinderte in Soest)

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, Fünfzigerplatten 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 Heftzwecken zum Zählen verleitet werden, was möglichst verhindert werden sollte.

Abakus

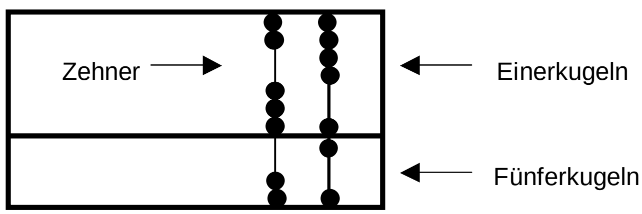


Abb. 9: Abakus (angelehnt an Csocsán 2001, 39)

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 bewussten 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 Ertasten 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

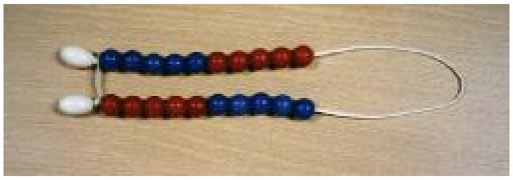


Abb. 11: Rechenkette (aus der Materialsammlung Universität Dortmund)

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

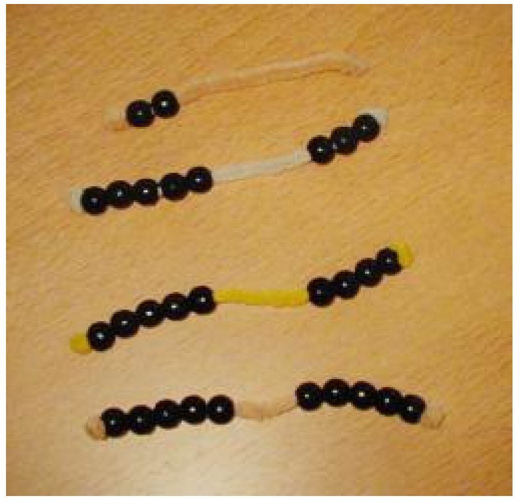


Abb. 13: modifizierte Rechenkette (aus der Westfälischen Schule für Blinde und Sehbehinderte in Soest)

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.

4 Der Gemeinsame Unterricht mit blinden und sehenden Schülern

Der gemeinsame Unterricht mit blinden und sehenden Schülern gewinnt zusehends an Bedeutung und wird seit vielen Jahren kontrovers diskutiert. In Kapitel 4.1 möchte ich einige Argumente für, aber auch Positionen gegen die gemeinsame Beschulung blinder und sehender Schüler aufzeigen. Einige mögliche Unterrichtsformen werden in Kapitel 4.2 vorgestellt, um einen Einblick in die Vielfalt des Gemeinsamen Unterrichts zu geben. Da die Unterrichtsbedingungen in jedem Bundesland unterschiedlich geregelt sind und die vorliegende Untersuchung in Nordrhein-Westfalen und Niedersachsen durchgeführt wurde, möchte ich mich in Kapitel 4.3 und 4.4 auf die Bedingungen des Gemeinsamen Unterrichts in diesen Bundesländern beziehen.

4.1 Die Bedeutung des Gemeinsamen Unterrichts

Ein Vorteil des Gemeinsamen Unterrichts ist die Möglichkeit der wohnortnahen Beschulung. Besonders blinde Kinder mussten in früheren Zeiten häufig schon im Grundschulalter aus dem Elternhaus ausziehen und im Internat wohnen, um an der dortigen Schule blindengerecht unterrichtet werden zu können. Durch den Gemeinsamen Unterricht an einer wohnortnahen Schule kann das Kind in seinem gewohnten Umfeld bleiben und wird dennoch blindengerecht von fachlich kompetenten Pädagogen unterrichtet.

Durch den frühen Kontakt von sehenden und blinden Menschen werden Unsicherheiten im Umgang mit blinden Menschen abgebaut und die soziale Integration gefördert; demnach wird also einer Stigmatisierung entgegengewirkt. Des Weiteren lernt nicht nur der sehende Schüler seinen blinden Klassenkameraden kennen; auch der blinde Schüler lernt frühzeitig, die Kenntnisse, Fähigkeiten und Erfahrungen seiner sehenden Mitschüler einzuschätzen. Auf diese Weise bekommt das Kind mit Blindheit die Möglichkeit, seine eigenen Fähigkeiten und Grenzen zu beurteilen und somit seine Behinderung akzeptieren sowie mit ihr umgehen zu können (vgl. Schindele 1985b, 78ff).

Insgesamt existiert zu all diesen positiven Argumenten das Gegenargument, dass das genannte Ziel nicht gefördert, sondern das Erreichen durch einen Gemeinsamen Unterricht eher verhindert werden könnte. So wird z.B. kritisiert, dass ein blinder Schüler eine Sonderrolle in der Klasse einnehmen könnte und damit weniger soziale Integration als vielmehr eine soziale Aussonderung erreicht würde.

4.2 Mögliche gemeinsame Unterrichtsformen für blinde und sehende Schüler

Im Laufe der Jahre haben sich viele verschiedene theoretische Integrationsmodelle entwickelt, die durch zahlreiche Schulversuche in unterschiedliche Organisationsformen umgesetzt wurden und werden. Seit 1995 ist der Gemeinsame Unterricht gesetzlich mit der traditionellen Beschulung in Sonderschulen gleichgesetzt (vgl. Kultusministerium des Landes NRW, 1995).

Neben den traditionellen Formen der Segregierten Beschulung blinder Kinder, wie Sonderschulen oder Sondertagesstätten, ist es in Deutschland möglich, blinde Schüler in der Regelschule zu unterrichten. Seit 1995 ist diese Möglichkeit auch im Gesetz zur Weiterentwicklung der sonderpädagogischen Förderung in Schulen (Artikel 1 §1) verankert, in dem integrative Beschulungsformen mit sonderschulischen Maßnahmen gleichgesetzt werden. Im Laufe der Zeit hat sich eine Vielzahl unterschiedlicher Theorien entwickelt, die in verschiedene Organisationsformen umgesetzt zu finden sind. Sowohl die theoretischen als auch die praktisch umgesetzten Modelle werden in der Literatur auf unterschiedliche Weise geordnet und benannt. Ich möchte mich hier auf die Ausführungen von Schindele (1975, 32ff) und Feuser (1995, 194ff) stützen. Feuser hat sich sehr ausführlich mit dem Gemeinsamen Unterricht und der Integration behinderter Kinder beschäftigt, während sich Schindele speziell auf die Situation sehgeschädigter Schüler bezogen hat. An dieser Stelle soll erwähnt werden, dass die vorgestellten Modelle keine „reinen“ Formen sind, sondern durchaus in Kombinationen und Abwandlungen vorkommen können.

Regelklasse ohne sonderpädagogische Betreuung

Bei dieser Form des Unterrichts besuchen Schüler mit Sehschädigung eine Regelschule, ohne sonderpädagogische Betreuung oder finanzielle sowie personelle Unterstützung zu erhalten. Dieses Modell ist nach Schindele (1975, 34f) typisch für das Sehgeschädigtenwesen. In den 60er und 70er Jahren war dies noch die am häufigsten vertretene „integrative" Schulform, nicht zuletzt, weil Sehschädigungen in Grundschulen häufig unerkannt blieben oder weil sonderpädagogische Diagnoseverfahren aufgrund der befürchteten Folgen einer sozialen Segregation nicht eingeleitet wurden (vgl. Schindele 1975, 34f). Aufgrund der Einführung des VOSF (Verordnung über die Feststellung des sonderpädagogischen Förderbedarfs und die Entscheidung über den schulischen Förderort) in den 90er Jahren findet eine solche „verdeckte" Integration immer noch statt, doch ist sie immer seltener zu beobachten.

Beratungsprogramm

Bei dieser Organisationsform wird das blinde Kind ebenfalls in einer Regelklasse unterrichtet, jedoch steht hier ein Sonderpädagoge zur Verfügung, der Eltern, Regelschullehrer und Schüler bei Bedarf beraten kann. Diese Form des Unterrichts kommt in Deutschland, beispielsweise in Soest, häufig bei Schülern der Sekundarstufe II zum Tragen. Schüler in diesem Alter haben in der Regel den Umgang mit Hilfsmitteln bereits gelernt und kennen alle notwendigen Arbeitsweisen (vgl. Schindele 1975, 35f).

Ambulanzlehrerprogramm

Bei dieser Beschulungsform besucht der blinde Schüler eine Schule in unmittelbarer Umgebung des Elternhauses und wird durch einen Sonderpädagogen ein- bis zweimal wöchentlich betreut. Die Aufgaben des Sonderpädagogen bestehen hierbei zum einen aus der Beratung von Schülern, Eltern und Lehrern, zum anderen aus der zusätzlichen Förderung des betroffenen Schülers im regulären Unterricht, durch die dieser blindenspezifische Techniken und Arbeitsweisen erlernen soll. Zudem ist der Blindenpädagoge für die Versorgung mit Medien und

Hilfsmitteln zuständig (vgl. Schindele 1975, 38f). Diese Form des Gemeinsamen Unterrichts konnte sich in den letzten Jahren in Deutschland immer weiter verbreiten.

Förderzentrum-Programm

Der Unterschied des Förderzentrum-Programms gegenüber dem vorgestellten Ambulanzlehrer-Programm ist, dass der blinde Schüler nicht die nächstgelegene, sondern eine relativ nahe gelegene Schule besucht, in der mehrere sehgeschädigte Schüler unterrichtet und somit bei Bedarf von einem Blindenpädagogen betreut werden können. Eine solche Organisationsform ist beispielsweise am Conrad-von-Soest-Gymnasium in Soest zu finden. Vorteile sind, dass ständig ein Blindenpädagoge anwesend ist und die Lehrer im Laufe der Zeit viele Erfahrungen im Umgang mit sehgeschädigten Schülern sammeln können. Zudem lassen sich die sächlichen Voraussetzungen aufgrund mehrerer Schüler ökonomischer erfüllen (vgl. Kapitel 4.3.1). Hinzu kommt, dass notwendige Lernmaterialien aufgrund des größeren Bedarfs oft selbst vom Förderzentrum hergestellt werden können, was finanzielle, aber auch organisatorische Vorzüge bietet. Ein Nachteil besteht jedoch darin, dass der blinde Schüler in der Regel nicht dieselbe Schule wie seine Freunde in der Nachbarschaft besuchen kann, sondern zu einer weiter entfernt gelegenen Schule gehen muss. Dies könnte in geringem Maße einer gelungenen Integration im Wege stehen, besonders dann, wenn die Freizeitgestaltung in die Überlegungen mit einbezogen wird (vgl. Schindele 1975, 41ff). Aufgrund zurückzulegender Entfernungen wird nämlich der außerschulische Kontakt zwischen den sehenden und den blinden Schülern erschwert, was eine erfolgreiche Integration gefährden kann.

Kooperative Sonderklasse

Unter einer Kooperativen Sonderklasse ist eine räumlich innerhalb einer Regelschule untergebrachte Sonderschulklasse zu verstehen, in der mehrere Jahrgänge gemeinsam unterrichtet werden. Eine Integration ist insofern möglich, als dass die Schüler der Sonderklasse bei einigen Fächern am Unterricht einer parallelen

Klasse der Regelschule teilnehmen können. Auch Pausen und Klassenausflüge können gemeinsam geplant und erlebt werden. Nachteil dieser Organisationsform ist jedoch, dass die Sonderklasse immer in einer Sonderstellung bleibt und sich weder Regelschullehrer noch Regelschüler für die Integration der „Sonderschüler“ verantwortlich fühlen könnten. Aus diesen Gründen ist eine gelungene Integration mit Hilfe dieser Kooperativen Sonderklassen nach Ansicht von Schindele (1975, 54ff) kaum möglich.

Segregierte Sonderklasse

Die Segregierte Sonderklasse ist im Prinzip eine Sonderschule, die räumlich und organisatorisch mit einer Regelschule verbunden ist. Blinde und sehende Schüler werden zwar grundsätzlich getrennt unterrichtet, haben aber die Möglichkeit, die Pausen miteinander zu verbringen. Ein Nachteil ist jedoch, dass Kinder mit Blindheit nicht in Wohnortnähe beschult werden, dafür kommen sie aber, was wiederum als Vorteil anzusehen ist, mit vielen Kindern in Kontakt, die ähnliche blindenspezifische Erfahrungen haben. Sie werden ausschließlich von Blindenpädagogen unterrichtet und haben vermutlich weniger Schwierigkeiten mit der Beschaffung von Lernmaterialien und technischen Hilfsmitteln. Allerdings kann diese Form der Beschulung kaum als Integration bezeichnet werden, da sich die Schüler ausschließlich in den gemeinsamen Pausen treffen und sich deshalb nicht näher kennenlernen können. Dadurch ist die soziale Integration erschwert (vgl. Schindele 1975, 47ff).

Kooperative Tagessonderschule

Kooperative Tagessonderschulen sind Sonderschulen, die in der Nähe einer Regelschule untergebracht sind, so dass eine gemeinsame Nutzung des Pausenhofs und der Fachräume möglich ist. Diese Form der Integration ist vermehrt im Raum Köln zu finden. Der Unterschied zur Segregierten Sonderklasse besteht darin, dass die Schule organisatorisch von der Regelschule getrennt ist. Schulveranstaltungen und Feste können aber gemeinsam organisiert und durchgeführt werden. Grundsätzlich ist aber auch bei dieser Beschulungsform aufgrund des nur geringen Kontaktes zwischen sehenden und blinden Schülern eine gute Integration kaum möglich (vgl. Schindele 1975, 49f).

Sonderpädagogisches Förderzentrum nach Feuser

Das Förderzentrum nach Feuser (1995, 205ff), ein ursprünglich italienisches Programm, ist trotz der ähnlichen Begrifflichkeiten nicht mit dem Förderzentrum-Programm nach Schindele (1975, 33ff) zu vergleichen. Das Förderzentrum nach Feuser ist eine institutionelle Weiterentwicklung der Sonderschule und eine Art übergeordnete Einrichtung, in der entschieden wird, welche Beschulungsform individuell für den Schüler angebracht ist. Ein solches Zentrum kann eine traditionelle Sonderschule mit Schülern sein, aber auch eine Einrichtung, die ausschließlich Pädagogen für den integrativen Unterricht beherbergt. Das Zentrum hat die Aufgabe, die Behinderung und das Leistungsvermögen eines Kindes zu diagnostizieren und zu entscheiden, welche Beschulungsform für dieses individuelle Kind am geeignetsten ist. Bei der Beschulung selbst arbeitet der Sonderpädagoge mit sozialen, medizinischen und psychologischen Einrichtungen zusammen, berät Schüler, Regelpädagogen und Eltern und unterstützt das Kind während des Unterrichts im Umfang des individuell festgestellten Bedarfs. In Schleswig-Holstein sind solche „Schulen ohne Schüler“ weit verbreitet.

Integrationsmodell nach Feuser

Zum Schluss dieser Ausführungen soll das nach Feuser (1995, 196) optimale Integrationsmodell und die einzige „wirkliche“ Integration vorgestellt werden. Dieses Modell, dessen Name zugleich der Oberbegriff für alle vorhandenen Modelle ist, ist durch eine „Kooperation am gemeinsamen Gegenstand und der Inneren Differenzierung durch entwicklungslogische Individualisierung eines gemeinsamen Curriculums bei integrativer Therapie und bedarfsweisem Einsatz persönlicher Assistenzen“ (Feuser 1995, 196) gekennzeichnet. Mit anderen Worten soll nach diesem Modell also jedes Kind mit Behinderung grundsätzlich die wohnortnahe Schule besuchen, in der alle Lehrer sonderpädagogische Kompetenzen besitzen und die Schüler nach dem jeweiligen individuellen Lehrplan fördern. Sonderpädagogen und Sonderschulen wären also nicht mehr länger explizit notwendig. Es muss erwähnt werden, dass dieses Modell lediglich eine Utopie darstellt, die im Hinblick auf die Entwicklung des Gemeinsamen Unterrichts aber immer wieder angestrebt werden sollte.

4.3 Der Gemeinsame Unterricht in Niedersachsen

4.3.1 Rechtliche Grundlagen

Die rechtlichen Aspekte der Beschulung von Kindern mit sonderpädagogischem Förderbedarf werden in Niedersachsen vom „Niedersächsischen Schulgesetz" (NdsSchG) von 1996 geregelt. Dort wird festgehalten, dass Schüler mit sonderpädagogischem Förderbedarf an allgemeinen Schulen unterrichtet werden sollen, „wenn auf diese Weise dem individuellen Förderbedarf der Schülerinnen und Schüler entsprochen werden kann und soweit es die organisatorischen, personellen und sächlichen Gegebenheiten erlauben" (GEW 2002).

In den Regelschulen Niedersachsens ist ausschließlich lernzielgleicher Unterricht möglich; nach Klasse zehn ist keinerlei sonderpädagogische Unterstützung mehr vorgesehen. Ein weiterer bemerkenswerter Aspekt des Niedersächsischen Schulgesetzes ist, dass alle Sonderschulen immer auch gleichzeitig Förderzentren sind und die schulische Integration der Kinder an den entsprechenden Schulen unterstützen (vgl. GEW 2002).

Der Antrag auf die Beschulung im Gemeinsamen Unterricht ist durch die Eltern bei der Regelgrundschule sowie beim Landesbildungszentrum für Blinde in Hannover zu stellen. Diese stellen den sonderpädagogischen Förderbedarf fest und erstellen ein sonderpädagogisches Gutachten, aus dem zu entnehmen ist, ob der Unterricht an einer Regelschule sinnvoll für das betreffende Kind ist. Um die Bedingungen zu erfüllen, müssen die notwendigen personellen und sächlichen Voraussetzungen gegeben sein. Unter den personellen Voraussetzungen wird ein Blindenpädagoge im so genannten Mobilen Dienst verstanden, der den Schüler im Gemeinsamen Unterricht begleitet. Mit sächlichen Voraussetzungen sind die finanziellen Bedingungen für eine entsprechende blindenspezifische Ausstattung, beispielsweise eine Punktschriftmaschine oder ein PC, gemeint (vgl. Landesbildungszentrum für Blinde 2000, 1). Ist der Antrag bewilligt und das blinde Kind wird in der Grundschule aufgenommen, wird es durch einen vom Mobilen Dienst gestellten Blindenpädagogen zwischen 10 und 13 Stunden pro Woche zusätzlich betreut. Außerdem kann eine weitere Betreuung im Unterricht durch eine zusätzliche pädagogische Hilfskraft stattfinden. Um diesen doch sehr intensiven Betreuungsmaßnahmen nachkommen zu können, plant das Land Niedersachsen im Zeitraum der nächsten zehn Jahre 300 Lehrerstellen für solche Mobilen Dienste bereitzustellen (vgl. GEW, 2002).

4.3.2 Aufgaben der Pädagogen

Der Blindenpädagoge ist von der Blindenschule angestellt und besucht die betreffende Regelgrundschule ca. 10 bis 13 Stunden pro Woche, um das blinde Kind sowie das Lehrerkollegium zu unterstützen. Dafür steht den Pädagogen ein Dienstfahrzeug zur Verfügung. Die meiste Arbeitszeit verbringt der Blindenpädagoge besonders zu Beginn der integrativen Beschulung damit, das blinde Kind im Unterricht zu begleiten und es in seiner Arbeit zu unterstützen. In dieser Zeit soll das Kind entsprechend der Altersstufe und dem Grad der Sehbehinderung diejenigen Dinge lernen, die im regulären Unterricht der Grundschule nicht berücksichtigt werden können, z.B. Punktschriftsysteme, die Arbeit mit dem PC, Taststrategien etc. (vgl. Kapitel 3.2.1).

Aber auch die Kompensation behinderungsspezifischer Schwierigkeiten bezüglich des sozialen und kommunikativen Verhaltens, der Selbstständigkeit, welche mit Hilfe von Organisationsstrategien und Ordnungssystemen geübt werden muss, sowie der Identitätsfindung besonders im Hinblick auf die Akzeptanz der Behinderung gehören zu den Aufgaben des Sonderpädagogen. Eine weitere Aufgabe des Blindenpädagogen ist es, benötigte Hilfsmittel für den Unterricht zu beschaffen oder herzustellen. Dabei liefert das Medienzentrum im Landesbildungszentrum für Blinde in Hannover (LBZB) eine wichtige Unterstützung. Dieses stellt Hilfsmittel her, auf welche die Pädagogen im gesamten Land Niedersachsen zurückgreifen können. Aber auch technische Hilfsmittel wie Punktschriftmaschine, PC, Taschenrechner und andere blindenspezifische Hilfsmittel hat der Blindenpädagoge zu organisieren und zu betreuen.

Die dritte Aufgabe des Blindenpädagogen besteht in der Beratung des Kollegiums, der Eltern und anderer beteiligter Personen, wie Integrationshelfern. Zudem müssen die pädagogischen, sonderpädagogischen, therapeutischen, medizinischen und die pflegerischen Dienste koordiniert und entsprechende Kontakte vermittelt werden. Dazu gehören z.B. das Orientierungs- und Mobilitätstraining, Lebenspraktische Fertigkeiten, Physiotherapie und andere unterstützende Dienste. Die eigenen Arbeitszeiten kann der Blindenpädagoge in eigener Verantwortung einteilen. Er sollte in jedem Fall am Unterricht teilnehmen, doch auch zusätzlich Zeit für Beratung und Organisation einplanen. Da ein großes Anliegen des Gemeinsamen Unterrichts die Selbstständigkeit des blinden Schülers ist, wird die Anzahl der Stunden im Laufe der Zeit reduziert, und die Tätigkeiten des Blindenpädagogen finden vermehrt außerhalb des Klassenzimmers statt. Er betreut weniger den Schüler im Unterricht, sondern steht vielmehr beratend und unterstützend zur Seite und organisiert benötigtes Unterrichtsmaterial (vgl. Arbeitskreis Integration 2000).

4.4 Der Gemeinsame Unterricht in Nordrhein-Westfalen

4.4.1 Rechtliche Grundlagen

Aufgrund der im Jahr 1994 von der Kultusministerkonferenz veröffentlichten „Empfehlungen zur sonderpädagogischen Förderung in den Schulen der Bundesrepublik Deutschland“ gab Nordrhein-Westfalen am 24. April 1995 das „Gesetz zur Weiterentwicklung der sonderpädagogischen Förderung in Schulen“ heraus, das die rechtlichen Aspekte des Unterrichts von Kindern mit Behinderung und damit auch des Gemeinsamen Unterrichts in Nordrhein-Westfalen regelt. Darin sind u.a. die rechtlichen Grundlagen zu finden, neue Organisationsmodelle der sonderpädagogischen Förderung sowie die Verordnung über die Feststellung des sonderpädagogischen Förderbedarfs und die Entscheidung über den schulischen Förderort (VOSF).

Gemäß diesem Gesetz kann in Nordrhein-Westfalen in der Grundschule sowohl zieldifferenter als auch zielgleicher Unterricht stattfinden, während in den Sekundarstufen I und II lediglich zielgleicher Unterricht möglich ist. Der einzige Weg, auch in den Sekundarstufen I und II zieldifferent zu unterrichten, ist eine Kooperationsklasse, da diese nicht zwangsläufig als Gemeinsamer Unterricht aufgeführt werden muss. In Ausnahmefällen ist auch ein Schulversuch möglich. Die Entscheidung über den sonderpädagogischen Förderbedarf und den Förderort (VOSF) trifft die zuständige Schulaufsichtsbehörde, nachdem das VOSF-Gutachten von einem Regelschullehrer und einem Sonderpädagogen angefertigt und der Schulaufsichtsbehörde vorgelegt wurde (vgl. Ministerium für Schule, Wissenschaft und Forschung de Landes NRW, 2002).

Aufgrund all dieser neuen Gesetze und Erlasse sollen die Richtlinien in Nordrhein-Westfalen ebenfalls neu konzipiert werden (Landesinstitut für Schule und Weiterbildung 2001). Der aktuelle Entwurf liegt seit 2001 in Form der „Richtlinien zum Förderschwerpunkt Sehen“ vor. Neu gegenüber den alten und noch gültigen Richtlinien ist, dass die neuen Richtlinien die unterschiedlichen Förderorte, also die Sonderschulen, ebenso wie alle Formen des Gemeinsamen Unterrichts als gleichwertig betrachten. Zudem hat ein Perspektivwechsel stattgefunden. Schüler mit einer Behinderung werden seither nicht mehr als „sonderschulbedürftig“, sondern als „Schüler mit sonderpädagogischem Förderbedarf“ bezeichnet. Dies impliziert eine genaue und individuelle Ermittlung des geeigneten Förderortes für das Kind (vgl. Laemers 2002).

Blinde Kinder können eine allgemeine Schule besuchen, „wenn dort die räumlichen und sächlichen Voraussetzungen geschaffen werden und die notwendige sonderpädagogische Unterstützung gewährleistet ist“ (Landesinstitut für Schule und Weiterbildung 2001). Diese Voraussetzungen in Nordrhein-Westfalen sind also mit denen in Niedersachsen vergleichbar (vgl. Kapitel 4.3.1). Sonderpädagogische Unterstützung wurde in Nordrhein-Westfalen im Schuljahr 1999/ 2000 für durchschnittlich drei Stunden pro Woche pro Schüler gewährleistet (vgl. GEW 2002).

Da es nur relativ wenige Kinder mit einer Sehschädigung in einer Region gibt, sind die am weitest verbreiteten Formen des Gemeinsamen Unterrichts einzelintegrativ. Dazu gehören, um die Begrifflichkeiten Schindeles (1975, 33ff) zu verwenden, Beratungsprogramme oder das Ambulanzlehrer-Programm (vgl. Landesinstitut für Schule und Weiterbildung 2001).

4.4.2Aufgaben der Pädagogen

Von den Lehrern der allgemeinen Schulen sowie von den Sonderpädagogen wird erwartet, dass sie den Unterricht individuell für das blinde Kind planen, durchführen und regelmäßig reflektieren, um eine angemessene Förderung zu gewährleisten. Dabei ist das so genannte „team teaching“ eine wichtige Voraussetzung, d.h. dass Regelschullehrer und Sonderpädagogen intensiv im „Team“ zusammenarbeiten sollen. Inhaltlich bezieht sich der Unterricht auf die allgemeinen Richtlinien. Außerdem sind für den blinden Schüler individuelle Förderpläne zu berücksichtigen, die in Zusammenarbeit mit dem Schüler, den Eltern und allen beteiligten Personen entwickelt und regelmäßig aktualisiert werden müssen. Solche Förderpläne beinhalten einige behinderungsspezifische Aspekte. Bei blinden Kindern sind dies z.B. die Orientierung im Raum und im Tastraum, der Umgang mit akustischen Eindrücken, die Förderung sozialer Kompetenzen, Ordnungs- und Suchstrategien sowie verschiedene Punktschriftsysteme (vgl. Landesinstitut für Schule und Weiterbildung 2001).

Die Aufgaben des Blindenpädagogen bzw. der Förderzentren bestehen hauptsächlich in der Beratung und Unterstützung des betroffenen Schülers, der Familie und der Lehrer der allgemeinen Schule. Inhalte einer solchen Beratung und Unterstützung sind beispielsweise die Diagnose des funktionalen Sehens, das Organisieren von Informationen und die Beschaffung von spezifischen Hilfsmitteln wie etwa Punktschriftmaschinen oder Braillezeilen. Außerdem soll das Training der Lebenspraktischen Fertigkeiten (LPF) und der Orientierung und Mobilität

(O&M) durchgeführt bzw. organisiert werden. Regelschullehrer und Sonderpädagogen beschaffen das notwendige Unterrichtsmaterial bzw. stellen es in Zusammenarbeit her und organisieren benötigte Hilfsmittel (vgl. Landesinstitut für Schule und Weiterbildung 2001).

Teil B: UNTERSUCHUNG ZUR EIGNUNG DER LIMAS IM GEMEINSAMEN UNTERRICHT

5 Vorbemerkungen zur Untersuchung

In diesem Kapitel sollen die Ziele der Untersuchung und die Vorgehensweise vorgestellt und begründet werden. In Kapitel 5.1 wird erläutert, welches Ziel mit der Untersuchung verfolgt wird. Da die Untersuchung im Rahmen der qualitativen Sozialforschung stattfindet und die Daten mit Hilfe der teilnehmenden Beobachtung gewonnen werden, soll auf diese Aspekte in Kapitel 5.2 näher eingegangen werden. Dabei wird zugleich der Ablauf der Untersuchung erläutert, indem die theoretischen Aspekte direkt auf die vorliegende Untersuchung bezogen werden.

5.1 Ziele der Untersuchung

Ein weit verbreitetes Problem im Unterricht mit blinden Schülern, besonders im Gemeinsamen Unterricht mit sehenden Schülern, ist die Beschaffung von Unterrichtsmaterialien. Die meisten Lernmaterialien, die in der Regelschule verwendet werden, sind für blinde Kinder nicht geeignet. Dabei ist der handelnde Umgang mit konkreten Gegenständen bei der Entwicklung des Zahlbegriffs für blinde Kinder besonders wichtig (vgl. Kapitel 3.2.1). Aus diesem Grund soll in der vorliegenden Arbeit ein Lernmaterial zur Unterstützung der Zahlbegriffsentwicklung so angepasst werden, dass es auch für blinde Schüler eine wertvolle Hilfe darstellt. Da die Rechenstäbe bzw. die logischen Blöcke besonders für die Zahlbegriffsentwicklung geeignet sind (vgl. Kapitel 3.4), habe ich mich für dieses Lernmaterial entschieden und es modifiziert. Das adaptierte Material, die „LiMa-Stäbe", sollen nun im Unterricht im Hinblick auf die Zahlbegriffsentwicklung eingesetzt werden, um zu untersuchen, ob sie blinde und sehende Schüler tatsächlich für die Entwicklung des Zahlbegriffs im Gemeinsamen Unterricht unterstützen können.

Auf Basis der vorliegenden Untersuchung können bezüglich der Eignung des Materials für die Entwicklung des Zahlbegriffs im Gemeinsamen Unterricht selbstverständlich keine allgemeingültigen Aussagen getroffen werden. Diese beziehen sich prinzipiell lediglich auf die individuellen Fähigkeiten und Fertigkeiten der untersuchten Schüler. Um eine Allgemeingültigkeit zu erreichen, müsste das Material an einer repräsentativen Anzahl von Schülern getestet werden. Im Rahmen dieser Arbeit möchte ich mich jedoch auf zwei integrativ arbeitende Klassen mit je einer blinden Schülerin beschränken. Dennoch können meiner Ansicht nach zahlreiche Erkenntnisse gewonnen werden, die zwar keine Repräsentativität beanspruchen dürfen, aber dennoch wertvolle Hinweise für den Umgang mit diesem Material liefern.

5.2 Ablauf der teilnehmenden Beobachtung innerhalb der qualitativen Sozialforschung

In diesem Kapitel soll zunächst die qualitative von der quantitativen Methode abgegrenzt werden, um eine Einordnung der vorliegenden Untersuchung zu ermöglichen. Die teilnehmende Beobachtung, die nachfolgend beschrieben wird, findet direkten Bezug zur vorliegenden Untersuchung. Im Anschluss daran werden die theoretischen Grundlagen der qualitativen Sozialforschung vorgestellt und direkt auf die vorliegende Untersuchung bezogen, um gleichzeitig die Vorgehensweise zu begründen. Zuletzt wird die Vorgehensweise bei der Aufbereitung und Analyse der Daten verdeutlicht. Das Kapitel soll einen Überblick über die Vorgehensweise der Untersuchung geben und dieser ein theoretisches Fundament zugrunde legen.

Qualitative versus quantitative Forschung

Innerhalb der Sozialforschung werden im Allgemeinen zwei unterschiedliche Herangehensweisen bezüglich der Forschungsaufgabe unterschieden, nämlich die qualitative und die quantitative Methode. Die quantitative Forschungsrichtung ist dadurch gekennzeichnet, dass für die Analyse von Daten ausschließlich statistische Verfahren und mathematische Berechnungen verwendet werden, während bei der qualitativen Methode hauptsächlich Analysetechniken gebraucht werden, die sich von denen eines Alltagsmenschen nicht wesentlich unterscheiden. Sie werden lediglich bewusster und wissenschaftlicher verwendet und deutlich detaillierter reflektiert und analysiert (vgl. Strauss 1994, 26f). Mayring (1990, 9) betont, dass sich qualitatives und quantitatives Denken nicht ausschließen und dass beide Aspekte in jeder Forschung mehr oder weniger stark vertreten sind. Schließlich wird auch in den meisten qualitativen Forschungen nach einer Anzahl o.ä. gefragt. Bei meinen Untersuchungen werde ich mich an der qualitativen Forschungsrichtung orientieren, da eine relativ offene Beobachtung der Kinder im Umgang mit dem Material meiner Ansicht nach bessere Ergebnisse liefern wird, als ein standardisiertes Verfahren, welches nur sehr vereinzelte Aspekte erfassen kann und den Kontext nicht in dem Maße mit einbeziehen kann. Weitere Begründungen für die Verwendung des qualitativen Verfahrens werden sich im Laufe dieses Kapitels bei den Erläuterungen der theoretischen Grundlagen der qualitativen Sozialforschung ergeben.

Die teilnehmende Beobachtung

Die qualitative Sozialforschung kann an unterschiedlichen Orten auf sehr unterschiedliche Weise durchgeführt werden, beispielsweise in Form von Interviews, Einzelfallstudien, Experimenten oder Beobachtungen, welche wiederum in viele verschiedene Formen unterteilt werden (vgl. Lamnek, 1993). Die vorliegende „teilnehmende Beobachtung“ findet im Klassenraum statt, um möglichst nahe am Kind zu sein und es beim Umgang mit den Materialien optimal beobachten zu können.

Bei der Wahl der zu untersuchenden Klassen ist es wichtig, dass diese von einem integrativ betreuten blinden Kind besucht werden, denn die LiMa-Stäbe wurden für blinde Kinder im Gemeinsamen Unterricht mit sehenden hergestellt, die Informationen aus der Umwelt zu einem großen Teil über haptische und nicht über visuelle Eindrücke erhalten. Dementsprechend wurden die LiMa-Stäbe modifiziert und tastbar strukturiert, damit blinde Schüler sinnvoll und effektiv mit ihnen arbeiten können. Für die Untersuchungen ist es günstig, mit einer ersten oder einer zweiten Klasse zu arbeiten, weil hier die Entwicklung des Zahlbegriffs besonders im Vordergrund steht (vgl. u.a. Kapitel 3.2.3).

Im Folgenden möchte ich die Methode der teilnehmenden Beobachtung etwas genauer beschreiben und charakterisieren. Sie ist eine sehr gängige Methode für die Forschung im „Feld“, in diesem Fall im Klassenraum (vgl. Girtler 1988, 49). Der Forscher nimmt selbst an der sozialen Situation teil und kann diese dadurch „von Innen“ betrachten. Wie alle qualitativen Methoden ist auch die teilnehmende Beobachtung nicht voll standardisiert. Lediglich ein offen zu handhabender Beobachtungsleitfaden ist zur Erleichterung der Beobachtung sinnvoll. Durch Aufzeichnungen mit einer Videokamera wird eine umfassende und genaue Wiedergabe der Daten ermöglicht, welche dann beliebig oft wiederholt und in Zeitlupe oder als Standbild angesehen werden können. Dies ermöglicht eine weitgehend objektive Beschreibung und vielfältige Interpretation der Daten. Aus Gründen der Ethik sollten die Versuchspersonen immer darauf hingewiesen werden, dass ihre Aktivitäten mit einer Videokamera aufgezeichnet werden. Hierfür ist in jedem Fall eine Einverständniserklärung der Erziehungsberechtigten einzuholen. Eine Gefahr bei der Aufzeichnung mit einer Videokamera besteht darin, dass die Beobachteten sich nicht natürlich verhalten. Eine solche unerwünschte Reaktion der Versuchspersonen auf die Videokamera könnte jedoch minimiert werden, indem die Kamera möglichst klein und leise ist und auf einem Stativ steht, so dass sie wenig Aufmerksamkeit auf sich lenkt und es möglich ist, diese nach einer Weile zu vergessen (vgl. Lamnek 1993, 100f). Die Erfahrung zeigt außerdem, dass die Personen die Kamera nach einer gewissen Zeit vergessen und die Situation wieder völlig natürlich ist.

Mayring (1990, 58) hat einen „Ablaufplan der teilnehmenden Beobachtung“ erstellt, nach dem zunächst die Beobachtungsdimensionen bestimmt und ein Beobachtungsleitfaden erstellt werden. Für die vorliegende Untersuchung wird ebenfalls ein Beobachtungsziel sowie ein Leitfaden formuliert (Kapitel 7.1). Nach Mayring (1990, 58) folgt dann die teilnehmende Beobachtung bzw. das Handeln im „Feld“, wobei Notizen gemacht und Beobachtungsprotokolle geschrieben werden. Solche Notizen werde ich neben der Aufzeichnung mit der Kamera ebenfalls machen, um evtl. Daten und Eindrücke, welche die Kamera nicht festhält, zusätzlich berücksichtigen zu können. Diese werden dann in die Schülerbeschreibungen

(Kapitel 7.1.2 und 7.2.2) und die Reflexionen der Unterrichtsstunden (vgl. Kapitel 7.1.4 und 7.2.4) einfließen. Der letzte Schritt ist die Schlussauswertung, in der alle Beobachtungen und Eindrücke zusammengefasst und analysiert werden.

Theoretische Grundlagen der qualitativen Sozialforschung

In verschiedenen Veröffentlichungen zum Thema qualitative Sozialforschung werden unterschiedliche Grundsätze formuliert, die bei einer entsprechenden Forschung Beachtung finden sollten. Die Grundsätze unterschiedlicher Autoren unterscheiden sich zwar auf den ersten Blick, beinhalten jedoch im Großen und Ganzen dieselben Aspekte. In meinen Ausführungen werde ich mich an den Überlegungen Mayrings (1990, 9ff) orientieren und einige für die vorliegende Arbeit relevante Aspekte aufgreifen.

Mayring (1990, 9ff) setzt bei der qualitativen Sozialforschung eine Orientierung am Subjekt voraus, d.h. dass im Mittelpunkt der Untersuchungen immer der Mensch steht. Um dem gerecht zu werden, sollte stets der gesamte Mensch in seiner Vergangenheit und mit seinen aktuellen Problemen betrachtet werden (vgl. Mayring 1990, 13). Die vorliegende Untersuchung zentriert die beiden blinden Schüler, die in Kapitel 7.2.1 bzw. 7.3.1 ausführlich beschrieben werden. Dabei wird besonders deren Verhalten, aber auch das familiäre Umfeld sowie ihre A-namnese beschrieben.

Das zweite Postulat der sorgfältigen Deskription beinhaltet den Bezug zu einem Einzelfall, dem mit einer Schülerbeschreibung entsprochen wird. Weiterhin fordert Mayring (1990, 16) Offenheit gegenüber dem Untersuchungsgegenstand, d.h. dass bei Bedarf Änderungen bezüglich der Strukturierungen, der Hypothesen und auch der Methoden möglich sein sollten. Dennoch oder gerade deshalb müssen die Methoden der Erkenntnisgewinnung bei einer solch offenen Verfahrensweise genau dokumentiert werden, damit sie für nachfolgende Untersuchungen nachvollziehbar sind. Dieser Forderung möchte ich in Kapitel 6 und 7 nachgehen. Kapitel 6 beschreibt die Überlegungen bezüglich des Materials, während in Kapitel 7 von den Untersuchungen in der Klasse die Rede ist.

Für die Interpretation der Ergebnisse ist ein gewisses Vorverständnis bezüglich des Zahlbegriffs bzw. der Zahlbegriffsentwicklung nötig, welches in Teil A dieser Arbeit ausführlich zur Sprache kam und besonders bei der Auswertung und Analyse der Daten noch einmal aufgegriffen wird. Mayring (1990, 18f) betont, dass auch introspektive Daten bei der Analyse der Ergebnisse verwendet werden können, diese aber als solche verdeutlicht werden müssen. Er gibt zu bedenken, dass eine Forscher-Gegenstands-Interaktion nicht auszuschließen sein kann, d.h. dass Forscher und Gegenstand sich gegenseitig beeinflussen können.

Vorgehensweise bei der Aufbereitung und Analyse der Daten

In der Literatur ist eine Vielzahl unterschiedlicher Aufbereitungsmethoden zu finden, die nach den Kriterien der Fülle des Materials, des Ziels der Analyse und der Art des Datenmaterials ausgewählt werden sollten. In der vorliegenden Arbeit sollen Grundgedanken des selektiven Protokolls nach Mayring (1999, 78) berücksichtigt werden. Diese Methode ist darauf ausgerichtet, eine große Datenmenge zu verarbeiten, da irrelevante Teile weggelassen werden können, um überflüssige Daten zu vermeiden. Mayring stellt dabei als wichtig heraus, dass zur Datenauswahl sehr genau definierte Kriterien aufgestellt werden, um eine eindeutige Zuordnung zu ermöglichen. Prototypen in Form von Beispielen können die Zuordnung erleichtern. Die Methode birgt allerdings die Gefahr, den Gesamtzusammenhang der Situation zu verlieren, da nicht alle Daten berücksichtigt werden. In Bezug auf diese Arbeit ist jedoch der Kontext im Vorfeld in Form der Unterrichtsbeschreibungen (vgl. Kapitel 7.2.2 und 7.3.2) genau dargestellt worden, so dass diese Gefahr minimiert werden kann.

Im Hinblick auf diese Kriterien sollen in Kapitel 7.1 Beobachtungskriterien erarbeitet werden, nach denen das Datenmaterial überarbeitet und relevante Aspekte schriftlich festgehalten werden. Die Analyse der so entstandenen Daten soll ebenfalls anhand dieser Beobachtungskriterien erfolgen, die aufbauend auf einer Hauptfragestellung und mehreren untergeordneten Fragestellungen beruhen (vgl. Kapitel 8).

6 Das eingesetzte Material: Die LiMa-Stäbe

In Kapitel 3.4 wurde deutlich, dass Rechenstäbe ein sehr gutes Lernmaterial für die Entwicklung des Zahlbegriffs darstellen. Auch blinde Kinder haben die Möglichkeit, sinnvoll mit diesem Material zu arbeiten, wenn es angemessen umgesetzt wird. Eine solche Adaption für den Gemeinsamen Unterricht und eine nachfolgende Analyse im Hinblick auf die Zahlbegriffsentwicklung ist das Ziel meiner Arbeit. Im Folgenden möchte ich die Modifikation der LiMa-Stäbe sowie der zusätzlichen Materialien beschreiben (Kapitel 6.1) und begründen (Kapitel 6.2). Im Anschluss daran sollen einige Aufgabenstellungen mit den LiMa-Stäben vorgestellt werden.

6.1 Beschreibung der Umsetzung der LiMa-Stäbe und der Ergänzungsmaterialien

<u>LiMa-Stäbe</u>

Abb. 14: blaue LiMa-Stäbe

Abb. 15: rote LiMa-Stäbe

Hogefeld und Terbrack (1996, 137ff) haben sich u.a. mit der Anpassung von Rechenstäben und Logischen Blöcken beschäftigt, diese bewertet und für sehbehinderte Schüler umgesetzt. Im Rahmen dieser Arbeit soll das Material so adaptiert werden, dass es für blinde Schüler besonders im Gemeinsamen Unterricht nutzbar ist.

Die LiMa-Stäbe bestehen aus Holz. Es wurden zwar auch andere Baumaterialien in Erwägung gezogen, doch haben sich die meisten Materialien wie z.B.

Kork als zu leicht oder zu wenig widerstandsfähig herausgestellt. Holz hingegen ist zwar schwieriger zu bearbeiten, aber dafür so haltbar, dass es einige Schülergenerationen überstehen sollte.

Da Kinder im frühen Grundschulalter, besonders wenn sie blind sind, häufig noch Schwierigkeiten in der Feinmotorik haben (vgl. Hauser 1978, 301), werden die Rechenstäbe für den Zwanzigerbereich und die Erarbeitung des Hunderterraumes von einer Kantenlänge von 1cm auf 1,5cm vergrößert. In dieser Größe ist das Material leichter zu handhaben und zugleich ist ein Hunderterbrettchen, das dann eine Größe von 15cm x 15cm annehmen würde, noch nahe am Handtastraum eines Kindes und somit ebenfalls noch gut zu überblicken. Am Ende des zweiten Schuljahres bzw. zu Beginn des dritten Schuljahres kann dann die reguläre Größe von 1cm Kantenlänge wieder aufgegriffen werden, da das Rechnen im Zahlenraum bis tausend mit den größeren Materialien zu viel Platz in Anspruch nehmen würde und die Übersichtlichkeit nicht mehr gegeben wäre (z.B. bei der Arbeit mit Tausenderwürfeln oder Tausenderbrettchen).

Um die zwei Farben rot und blau für die blinden Kinder tastbar zu machen, werden die blauen Holzstäbe vor dem Lackieren grundiert, um eine glattere Oberfläche zu erreichen. Zusätzlich zum Zwecke einer noch glatteren Oberfläche kann eine zweite Lackierung vorgenommen werden, welche die Farbe zudem widerstandsfähiger gegenüber Stößen macht. Die roten Stäbe werden ohne Grundierung gestrichen und fühlen sich somit rauer an. Da kleinere LiMa-Stäbe jedoch nicht ausschließlich aufgrund der Oberflächenbeschaffenheit gut voneinander zu unterscheiden sind, wird auf die blauen Stäbe zudem ein Filzpunkt geklebt, um eine eindeutige Identifizierung zu gewährleisten. Filz hebt sich klar von der lackierten Oberfläche der Stäbe ab und hat eine angenehme Tastqualität.

Damit die LiMa-Stäbe auf den unterschiedlichen Feldern beim Ertasten nicht verrutschen, wäre es möglich, sowohl Rechenstäbe als auch das Hunderterbrettchen mit Filz zu bekleben. Dies wäre angenehm zu tasten und haftet leicht aneinander. Problematisch wäre zum einen, dass der Filz bereits ein Erkennungsmerkmal für blaue LiMas darstellt, zum anderen, dass die Herstellung und die Haltbarkeit für

Schwierigkeiten sorgen würde. Es würde einen enormen Zeitaufwand bedeuten, eine solche Vielzahl an Stäben mit Filz zu bekleben; zudem würde ein auf diese Weise beklebtes Material zum „Abknibbeln“ verleiten, so dass das Filz nicht lange halten würde. Als weiteres Gegenargument ist zu nennen, dass eine zweite Tastfarbe nur schwer zu finden sein dürfte. Eine andere Möglichkeit wäre eine Gummiunterlage, doch ein Test ergab, dass lackierte LiMa-Stäbe zwar tatsächlich nicht rutschen, dafür aber beim Ertasten sehr schnell umkippen. Als weiteres Material zum Bekleben der LiMas wären Klett- oder Magnetband denkbar. Beim Klett bestünde der Nachteil, dass die Stäbe zwar nicht verrutschen, aber aufgrund der sehr starken Haftung nicht ohne weiteres verschoben werden könnten, so dass ein Schüler vermutlich schnell die Lust am Arbeiten mit den LiMas verlieren würde. Besser wäre ein Magnet, der zwar so stark halten müsste, dass die Stäbe nicht schon durch eine unbeabsichtigte oder schwache Berührung verrutschen, aber trotzdem noch verschoben und mühelos angehoben werden könnten. Problematisch wäre allerdings, einen solchen Magneten preiswert zu erwerben. Dennoch habe ich mich für die Magnet-Lösung entschieden, da mir nur damit eine außergewöhnlich gute Handhabbarkeit und Praktikabilität garantiert zu sein scheint (vgl. Kapitel 3.4.1). Der Nachteil des relativ hohen Preises für Magnetbänder konnte durch „Magnet-Schilder“, welche ursprünglich für Aktenschränke gedacht waren, etwas vermindert werden. Diese sind im Handel erhältlich und lassen sich leicht mit einer Haushaltsschere auf die entsprechende Größe zuschneiden.

Bei den LiMa-Stäben über dem Wert von Fünf wird die Fünferstruktur jeweils durch einen erhabenen Strich verdeutlicht. Dadurch wird der Stab leichter erkennbar und die Struktur des Dezimalsystems verdeutlicht. Erhebungen bei jedem Einer, wie es bei den originalen Rechenstäben der Fall ist, würden meiner Ansicht nach zum Zählen verleiten, was dem Ziel des Ablösens vom zählenden Rechnen im ersten Schuljahr entgegen stünde. Für die Erhebungen wurde zunächst eine feine Rille in drei Seiten eines LiMa-Stabes gesägt, worin ein Stück schwarzes Gummiband mit Hilfe von Sekundenklebstoff befestigt wurde. Dabei wurde darauf geachtet, dass die Erhebung auf der oberen Seite etwas stärker zu spüren ist, indem die Rillen an den Seiten etwas tiefer gesägt wurden, so dass die Erhebungen nur leicht zu spüren sind. Diese Maßnahme hat den Vorteil, dass die LiMa-Stäbe nahe nebeneinander gelegt werden können, ohne dass sie durch stärkere Erhebungen an den Außenseiten wackeln oder voneinander abstehen. Dennoch ist die Fünferstrukturierung an drei Seiten und somit mit einem Griff zu ertasten.

Freies Feld

Als Freies Feld kann eine einfache Metalltafel beliebiger Größe verwendet werden. Es dient dazu, von den Vorteilen des Magnets Gebrauch zu machen, ohne eines der strukturierten Brettchen benutzen zu müssen. Sinnvoll ist allerdings, wenn das Freie Feld einen Rahmen aufweist, damit eine bessere Orientierung möglich ist. Es sollte so groß sein, dass ein Kind jede Ecke problemlos im Sitzen erreichen kann. Das von mir gewählte Freie Feld weist eine Größe von etwa 35 x 50 cm auf.

Zwanzigerbrettchen

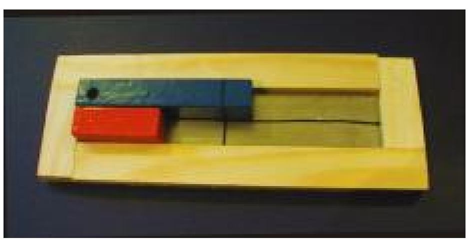


Abb. 16: Zwanzigerbrettchen

Das Zwanzigerbrettchen besteht aus einer 19,5 x 7 cm großen Metallplatte, die auf ein ebenso großes Stück Kork geklebt wurde. Der Kork dient dazu, dass das Zwanzigerbrettchen auch beim Hochheben angenehm zu tasten ist und keine spitzen Kanten vorstehen. Zudem wird die Tischplatte nicht zerkratzt. Der Rand des Zwanzigerbrettchens besteht aus 2 cm breiten und 5 mm hohen Holzleisten, die zur Begrenzung dienen. Außerdem ermöglicht die Leiste ein Anlegen der LiMa-Stäben an die Kante, was eine leichtere Organisation gewährleistet. In eine Reihe des Zwanzigerbrettchens passen genau zehn Einer-Stäbe. Da das Zwanzigerbrettchen recht klein ist, sind die Holzleisten für eine leichtere Handhabung breiter als beim Hunderterbrettchen. Das Zwanzigerbrettchen weist eine

Fünferstrukturierung auf, welche mit einem schwarzen Plusterstift aufgemalt wurde und somit tastbar und deutlich sichtbar ist.

modifiziertes Hunderterbrettchen

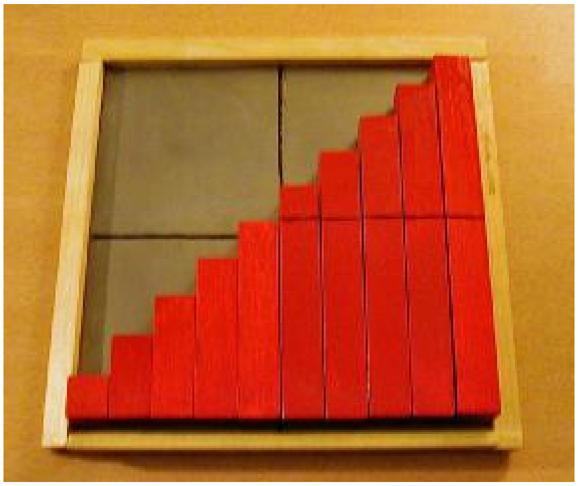


Abb. 17: modifiziertes Hunderterbrettchen mit LiMa-Stäben

Das Hunderterbrettchen besteht aus einer 17 x 17 cm großen Metallplatte, welche, ähnlich wie das Zwanzigerbrettchen, auf ein dementsprechend großes Stück Kork geklebt ist. Den Rand bildet eine 1 cm breite Holzleiste, so dass sich ein „Innenraum“ von 15 x 15 cm ergibt. Das Hunderterbrettchen kann also mit genau 10 Zehnerstäben, hundert Einerstäben oder anderen LiMa-Stäben der entsprechenden Anzahl ausgelegt werden.

Die Hunderterbrettchen sind in der Originalausführung in hundert einzelne Kästchen unterteilt, während die Fünfereinteilungen durch dickere Striche markiert sind. Im Gegensatz zu den LiMas sind am modifizierten Hunderterbrettchen jedoch lediglich die Fünfermarkierungen angebracht, um die Kinder möglichst vom zählenden Rechnen zu lösen, ihnen aber dennoch die Struktur des Dezimalsystems zu verdeutlichen.

Hunderterleiste

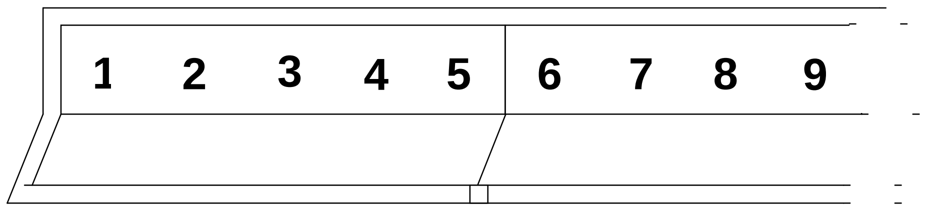


Abb. 18: modifizierte Hunderterleiste

Die Hunderterleiste als Lernmaterial ist zwar durchdacht, doch habe ich keine solche Hunderterleiste hergestellt, weil der gleichzeitige Einsatz in der zweiten Klasse zusätzlich zum Hunderterbrettchen für die Kinder eine Überflutung mit neuen Lernmaterialien bedeutet hätte. Im Folgenden möchte ich die mögliche Herstellung dennoch beschreiben. Die Hunderterleiste kann ebenfalls aus Holz hergestellt werden. Entsprechende Holzleisten sind im Baumarkt in vielen Größen zu erwerben. Auf diese Holzleiste sollten mit Hilfe eines aufgeklebten Bindfadens oder eines Plusterstiftes die Fünfereinteilungen gezeichnet werden. Die Zahlen werden in Schwarz- sowie in Punktschrift auf die vertikale Seite der Holzleiste geschrieben bzw. geklebt. Um diese Struktur auch noch zu erkennen, wenn die LiMa-Stäbe auf der Hunderterleiste liegen, kann ein entsprechendes Punktschrift-zeichen als Markierung angebracht werden. Die Fünfermarkierungen sollten jedoch nur so schwach erhaben sein, dass die LiMas problemlos auf die Hunderterleiste gelegt werden können, ohne dass sie allzu sehr kippen.

Stellenwerttafel

100	10	1

Abb. 19: modifizierte Stellenwerttafel

Die Stellenwerttafel kann wie das Hunderterbrettchen aus einer Metallplatte mit Holzumrandungen und Korkunterlage hergestellt werden; auch auf deren Anfertigung habe ich aus Gründen der Reizüberflutung verzichtet. Eine Spalte sollte genau so breit sein, wie zehn Einer-Stäbe, also 15 cm. In der Mitte einer Spalte könnte wiederum eine sehr schmale Fünfermarkierung angebracht werden. Diese sollte sich aber sehr (!) deutlich von den Abtrennungen der Spalten unterscheiden, um Missverständnisse zu vermeiden. Die Zahlen sollten in Schwarz- sowie in Punktschrift angebracht werden.

Die Stellenwerttafel wird so ähnlich gebraucht wie ein Abakus. Ein Einer in der Einerspalte symbolisiert eine eins, in der Zehnerspalte zehn usw. Bei Additionsaufgaben werden die zu addierenden Zahlen untereinander dargestellt; dann wird von den Einern aufwärts gebündelt und in entsprechende Zehner getauscht. Das Ergebnis kann nun direkt abgelesen werden.

6.2 Begründung der Gestaltung des Materials

In Kapitel 3.4 wurden Kriterien für ein gutes Lernmaterial für blinde und sehende Schüler entwickelt, die an dieser Stelle mit dem vorhandenen Material verglichen werden sollen. Die Tabelle dient einem ersten Überblick, der im Anschluss noch ausführlicher kommentiert wird.

Kriterien	Kommentar
Lehrer/ Schule	
Ist der Herstellungsaufwand ange-messen?	hoher Herstellungsaufwand, aber ange-messen
Ist das Material haltbar?	ja, es sollte mehrere Jahrgänge überdau-ern
Ist das Material preiswert?	mittelmäßig, aber in Bezug auf die Halt-barkeit angemessen (ca. 35 Euro für 3 Sätze)
Ist für jeden Schüler/ jede Schüler-gruppe ein Exemplar vorhanden?	für jedes Schülerpaar ist ein Satz vorhan-den
Ist ein Demonstrationsexemplar vor-handen?	das reguläre Material kann als Demonstra-tionsmaterial verwendet werden, da es für sehende Schüler ausreichende Ausmaße aufweist
Besteht eine Verbindung zum Schul-buch?	es gibt Schulbücher, in denen das Materi-al explizit genannt wird; eine Einbindung ist in jedes Mathematikbuch möglich
Kind	
Ist der Lernaufwand für den Schüler akzeptabel?	ja, denn Bauklötze sind in der Regel schon bekannt
Ist das Material für Kinder leicht handhabbar?	ja, groß genug, kaum Gewicht, Magnete
Ist das Material praktikabel (leicht wegzuräumen, zu transportieren...)?	mittelmäßig; ist für den Verbleib in der Schule gedacht
Inhalt/ Didaktik	
Ist eine Erweiterung des Materials auf größere Zahlräume möglich?	ja, auf den Zahlenraum bis 1000 erweiter-bar
Ist die Zahldarstellung in gewissem Umfang im Kopf vorstellbar?	ja, durch Fünferstruktur, Zehnerstruktur und verschiedene Farben der LiMas
Ist eine Übertragung in eine graphi-sche Darstellung möglich?	ja, durch zwei verschiedene Farben auf kariertem Papier (oder mit vereinbarten Symbolen, aber dann nur Einer, 10er, etc.)
Unterstützt das Material die Ablö-sung vom zählenden Rechnen?	ja, die Wertigkeit der LiMas kann nicht durch einfaches Zählen ermittelt werden
Erlaubt das Material zählende Zahl-auffassung, zählende Zahldarstel-lung und zählendes Rechnen?	Einerstäbe bzw. das Auslegen der ande-ren Stäbe mit Einerstäben ermöglichen reines Zählen
Ist das Material übersichtlich struktu-riert?	ja, die LiMas sind durch Fünfermarkierung strukturiert
Können mit dem Material problemhaltige Situationen geschaffen werden?	ja, verschiedene Aufgabenstellungen mög-lich

Erlaubt das Material den Kindern die Entwicklung unterschiedlicher, individueller Lösungswege?	ja, jede Aufgabe ist auf viele verschiedene Weisen lösbar

blindenspezifische Kriterien	
Ist die Größe des Materials einem Kind angemessen?	ja, Handtastraum bzw. Armtastraum nicht überschritten
Sind taktile Kontrastierungen vorhanden?	ja; zwei verschiedene Tastfarben, zusätzliche Markierung bei blauen Stäben, Fünferstrukturierung der Stäbe und des Zwanziger-, bzw. Hunderterbrettchens
Ist das Material taktil ästhetisch?	Holz, Magnete und Korkunterlage sind angenehm zu tasten
Sind visuelle Kontrastierungen vorhanden?	visuelle Kontrastierungen wären mit violett, gelb und schwarz optimal möglich, aber aufgrund der Einheitlichkeit mit dem Material für sehende Kinder nur ausreichende Kontrastierung (blau, rot, schwarz)
Sind die Konturen deutlich zu spüren und zu sehen?	ja, deutliche Kanten und Fünfermarkierungen
Ist die Beschriftung in Schwarzschrift sowie in Punktschrift für Schulanfänger angemessen?	keine Beschriftungen notwendig
Ist das Material über verschiedene Sinne zugänglich?	taktil und visuell; auditiv leider nicht direkt, aber es ist möglich, die Stäbe durch Fallenlassen auf den Tisch zu erkennen

Tabelle 5: Kriterien für Lernmaterialien, auf die LiMa-Stäbe angewandt

Wie an der oben dargestellten Tabelle zu erkennen, erfüllt das Material die meisten der Anforderungen, die an ein gutes Lernmaterial für sehende Schüler gestellt werden. Durch die Adaption werden diese Vorteile des Materials auch für blinde Kinder nutzbar gemacht. Die Kriterien, welche die Lehrer bzw. die Schule betreffen, werden zu einem großen Teil erfüllt. Der Herstellungsaufwand ist zwar recht hoch, lohnt sich aber meiner Ansicht nach in Anbetracht der Haltbarkeit des Materials.

Die Kosten für das Material halte ich für vertretbar. Das verwendete Holz kann aus Baumärkten oder von Tischlern oft kostenlos erworben werden, welche Holzleisten dieser Art häufig als Abfall produzieren. Ansonsten sind Leisten jeder Art für ca. 1 Euro pro Meter in Baumärkten erhältlich. Auch das Zuschneiden dauert bei einem Tischler nicht lange und ist recht kostengünstig möglich. Die Farbe kostet ca. 4 Euro pro Topf, wobei der Inhalt für ca. 50 m² ausreicht. Recht teuer ist der Magnet, der für ca. 2,50 Euro pro DinA4-Bogen im Handel erhältlich ist. Metallplatten, Schmirgelpapier und Klebstoff belaufen sich zusammen auf ca. 15 Euro. Insgesamt sind also mindestens drei komplette Sätze für 35 Euro herzustellen. Um eine lange Haltbarkeit zu garantieren, sollte dieser Preis auf jeden Fall investiert werden.

Ein Demonstrationsmaterial ist nicht vorgesehen, da die großen Rechenstäbe auch aus der Entfernung für sehende Schüler gut zu erkennen sind. Eine Verbindung zum Schulbuch existiert in den meisten Fällen nicht direkt, doch lässt sich der Inhalt jedes Schulbuches mit Hilfe der Rechenstäbe sinnvoll ergänzen.

In Bezug auf die Kinder erfüllt das Material alle Ansprüche. Der Lernaufwand hält sich in Grenzen, da mit Bauklötzen, die von der Handhabung her ähnlich sind, mit hoher Wahrscheinlichkeit schon vorher einmal gespielt wurde. Zudem können dieselben Materialien unter Hinzunahme einiger neuer Brettchen und Leisten in der gesamten Grundschulzeit genutzt werden. Auch die Brettchen bauen aufeinander auf und sind von der Struktur her ähnlich. So müssen die Kinder nicht mehrmals ein neues Material erarbeiten, sondern können mit demselben Material in höheren Zahlräumen rechnen. Das Material ist für Kinder leicht zu handhaben. Es ist groß genug, um eine noch nicht ausgereifte Feinmotorik zu kompensieren und hat aufgrund seines Materials ein recht niedriges Gewicht; dennoch ist das Gewicht hoch genug, dass sich deutliche Unterschiede zwischen kürzeren und längeren LiMas allein schon durch das beiläufige Anheben feststellen lassen. So wiegt ein durchschnittlicher Dreier-LiMa 5 Gramm, ein Zehner aber 20 Gramm.

Die Magnete haben die richtige Stärke, um ein sofortiges Wegrutschen der Stäbe verhindern zu können, gleichzeitig lassen sich die Stäbe aber dennoch leicht von den Brettchen und Feldern anheben. Die Rechenstäbe können in einer großen Kiste aufbewahrt werden, so dass das Aufräumen und Transportieren leicht fällt. Schwierig ist es lediglich, die Materialien mit nach Hause zu nehmen, da sie in der ersten und zweiten Klasse aufgrund ihrer Größe doch sehr viel Platz wegnehmen.

In Bezug auf inhaltliche und didaktische Aspekte erfüllt das Material ebenfalls eine Vielzahl der Kriterien. Das Material ist bis zu einem Zahlraum von Tausend erweiterbar, d.h. in diesem Zahlenraum kann mit Hilfe des Materials gerechnet werden. Darüber hinaus sind nur noch Vorstellungen möglich. Eine graphische Darstellung des Materials ist möglich, indem die Rechenkästchen als Einer benutzt werden und zwei verschiedene Farben verwendet werden. Blinde Kinder könnten stattdessen Vollzeichen für eine Farbe (ein Vollzeichen für einen Einer) und ein "X" (Punkte 1, 3, 4, 6) oder ein „y" (Punkte 1, 2, 3, 4, 6) für die andere Farbe verwenden. Die graphische Darstellung der Rechenstäbe benötigt jedoch eine gewisse Zeit, was evtl. ein Nachteil des Materials darstellen könnte. Das Material unterstützt die Ablösung vom zählenden Rechnen, indem die Materialien zwar strukturiert, aber nicht direkt zählbar sind. Zählendes Rechnen besonders bei kleinen Zahlen ist trotzdem möglich, indem mit den Einerstäben gearbeitet wird oder die größeren Stäbe durch Einerstäbe ausgelegt werden. Problemhaltige Situationen können mit dem Material geschaffen werden. Einige Spiele und Fragestellungen diesbezüglich finden sich auch in den Unterrichtseinheiten, die in den Kapiteln 7.2.2 und 7.3.2 vorgestellt werden. Durch die unterschiedlichen Farben und die verschiedenen Größen ergeben sich für die Lösung einer Aufgabe eine Vielzahl an Lösungswegen. Unterschiedliche Lösungswege der Aufgabe 7+5 wären beispielsweise 7+5= 7+3+2, 5+5+2 oder 7+1+1+1+1+1.

Diese Vorteile des Materials können sowohl sehende als auch blinde Kinder nutzen. Auch die besonderen Ansprüche blinder Schüler werden bei dem Material berücksichtigt. Die LiMa-Stäbe sind so groß, dass sie leicht zu handhaben sind, aber so klein, dass sie den Hand-, bzw. Armtastraum des Kindes nicht überschreiten. Taktile Kontrastierungen sind bei der Zweifarbigkeit der Würfel gegeben, bei den tastbaren Fünferstrukturierungen, sowie auf den unterschiedlichen Brettchen. Holz gilt im Allgemeinen als ein warmes Material, das angenehm zu tasten ist. Es ist möglich, das Kriterium der visuellen Kontrastierungen zu erfüllen, indem die Farben violett, gelb und schwarz gewählt werden (vgl. Hogefeld & Terbrack 1998, 131). Da aber im Gemeinsamen Unterricht mit den im Handel erhältlichen blauen und roten Materialien gearbeitet werden soll, macht diese Farbgebung aus Gründen der Kommunikation und der gemeinsamen Arbeit mit dem Material mehr Sinn, als die optimale violett-gelbe Farbgebung. Dennoch ist bei der Herstellung des Materials darauf geachtet worden, dass die Konturen möglichst deutlich zu tasten sind. Mit Hilfe des Materials ist es möglich, haptisch sowie visuell zu arbeiten. Akustische Sinneswahrnehmungen sind nicht automatisch mit dem Material impliziert, dennoch sind besondere Aufgabenstellungen, die das Rechnen durch Hören ermöglichen, unter Einbezug der Stäbe möglich.

Insgesamt betrachtet erfüllt das Material also einen Großteil der Kriterien und ist demnach gut für den Gemeinsamen Unterricht geeignet.

6.3 Mögliche Aufgabenstellungen mit dem adaptierten Material

In diesem Unterkapitel möchte ich beispielhaft einige Aufgabenstellungen zusammentragen, die mit Hilfe des hergestellten Materials in einer Regelschulklasse mit einem blinden Kind durchgeführt werden können. Die Aufgabenstellungen sind nach Klassenstufen sortiert, was aber nicht heißt, dass eine Aufgabe für die zweite Klasse nicht auch schon in der ersten Klasse durchgeführt werden kann. Die Zuordnung der Aufgaben und Spiele soll lediglich einer groben Orientierung dienen. Die Kommentare zu den einzelnen Aufgaben beruhen auf eigenen Überlegungen und beziehen meist einige Gedanken bezüglich des Gemeinsamen Unterrichts mit einem blinden Kind ein. Sie sollen dem Leser einen kurzen Überblick über das Niveau der Aufgabe geben und als Denkanstoß für weitere Ideen dienen.

Freies Bauen

Lernziele: Merkmale des Materials kennen lernen; erstes Sortieren und Aussondern

Material: LiMa-Stäbe, Freies Feld

Sozialform: Einzel-, Partner- oder Kleingruppenarbeit (können die Schüler ggf. selbst entscheiden)

Beschreibung: Die Schüler sollen beliebig mit den LiMa-Stäben auf dem Freien Feld bauen. Dabei kann der Lehrer ggf. einige Anregungen geben.

Kommentar: Dieses Spiel ist für blinde Schüler ebenso geeignet wie für sehende. Dieses Spiel besitzt besonders für blinde Schüler eine große Bedeutung, da sie in der Regel weniger Erfahrungen beim Manipulieren von Gegenständen in der Umwelt haben und auf diesem Weg viele neue Erfahrungen machen können.

Nachbauen und Verändern

Lernziele: Kennenlernen der Eigenschaften und erstes Differenzieren der LiMa-Stäbe

Material: LiMa-Stäbe, Freies Feld

Sozialform: Partnerarbeit

Beschreibung: Ein Kind baut ein kleines Gebilde aus dem Material, das der Partner möglichst exakt nachbauen soll. Dabei soll auch auf die Farbe geachtet werden. Weiterführend könnte der zweite Partner nun ein Detail verändern (einen Stab austauschen, anders legen usw.), was der erste Partner erkennen soll (vgl. Epping 1978, 73).

Kommentar: Es ist darauf zu achten, dass die Kommunikation zwischen den Kindern, besonders unter Einbezug des blinden Kindes, einheitlich und verständlich ist. Das blinde Kind sollte wissen, dass die glatteren und mit einem Punkt versehenen LiMa-Stäbe den blauen und das rauere Material ohne Punkt den roten Stäben entsprechen.

Muster fortsetzen

Lernziele: Erkennen von Regelmäßigkeiten und Symmetrien (Entwickeln von Denkstrategien); Kennenlernen des Zwanziger- bzw. des Hunderterbrettchens; Differenzierung der LiMa-Stäbe

Material: LiMa-Stäbe und Zwanziger- bzw. Hunderterbrettchen

Sozialform: Einzel- oder Partnerarbeit

Beschreibung: Lehrer oder später Schüler legen ein Muster mit Stäben auf die Hunderterbrettchen; der (zweite) Schüler soll dieses Muster nun fortsetzen

Kommentar: Durch die Begrenzung des entsprechenden Feldes ist das Muster nicht zu groß, um nicht auch von dem blinden Kind ertastet zu werden. Es sollten nur nicht zu viele Einzelteile gelegt werden, da das blinde Kind zu viel Zeit benötigen würde und der sehende Partner die Motivation verlieren könnte.

3-Fragen-Spiel

Lernziele: Steigerung der Kombinationsfähigkeit; Entwicklung von Problemlösungs-Strategien; Aussondern von Teilmengen durch Angabe der bestimmenden Eigenschaften
Material: LiMa-Stäbe, Freies Feld
Sozialform: Partnerspiel
Beschreibung: 4 „Türme“ mit je 3 oder 4 LiMas (je nach Schwierigkeitsgrad) liegen auf dem Freien Feld. Ein Spieler baut einen der „Türme“ auf einem gesonderten Freien Feld nach. Der Partner hat die Aufgabe, mit drei Fragen herauszufinden, welcher der Türme nachgebaut wurde; wer zuerst 5 Türme korrekt erraten hat, hat das Spiel gewonnen (vgl. Epping 1978, 78)
Kommentar: Dieses Spiel ist für blinde Kinder relativ schwierig, da sie wesentlich mehr Zeit benötigen, die vorgegebenen Türme zu ertasten und nachzubauen, als ihre sehenden Mitschüler. Der erhöhte Zeitaufwand ist auf die sukzessive Wahrnehmung der Türme zurückzuführen. Auch das Stellen der Fragen wird mehr Zeit in Anspruch nehmen, da das blinde Kinder entweder ein sehr gutes Gedächtnis haben oder die Türme immer und immer wieder abtasten muss, um die richtigen Fragen stellen zu können. Der Partner kann in der Zwischenzeit keiner Aufgabe nachgehen und könnte sich möglicherweise langweilen. Eventuell könnte der Schwierigkeitsgrad insofern angepasst werden, als dass das blinde Kind aus nur zwei oder drei vorgegebenen Türmen wählt und deshalb weniger Zeit benötigt.

Treppen bauen

Lernziele: Üben der Ordnungsrelation
Material: LiMa-Stäbe, Freies Feld
Sozialform: Einzelarbeit oder Partnerarbeit

Beschreibung: Dieses Spiel kann in mehreren Varianten und dementsprechend auf sehr unterschiedlichen Schwierigkeitsgraden gespielt werden:

- Die Schüler ordnen die vorgegebenen LiMas der Reihe nach, wobei kein Stab fehlt. Die Treppe steigt also gleichmäßig an.
- Die Schüler ordnen die vorgegebenen LiMas der Reihe nach, wobei jedoch zwischendurch ein Stab fehlt, d.h. die „Stufen" der Treppe haben unregelmäßige Abstände
- Die LiMas werden den Schülern nicht vorgegeben, vielmehr bauen sie aus allen vorhandenen Stäben eine Treppe, deren Stufen alle denselben Abstand zueinander haben

Kommentar: Eine Erweiterungsmöglichkeit dieses Spiels besteht darin, den angeordneten Stäben entsprechende Zahlenkarten zuzuordnen oder eine entsprechende Anzahl Einer oder Perlen dazu zu legen. Dies würde den Kardinalzahlaspekt im Zusammenhang mit dem Ordinalzahlaspekt mit einbeziehen (vgl. Kapitel 2.2.2). Blinde Kinder können diese Übung gleichermaßen durchführen wie ihre sehenden Mitschüler, doch brauchen sie vermutlich ein wenig mehr Zeit, da sie die Stäbe einzeln ertasten müssen, während sehende Kinder einen Überblick über das Material haben und die gesuchten LiMa-Stäbe gezielter herausgreifen können.

Kleiner, Größer, Gleich

Lernziele: Üben der „Kleiner-Größer"-Beziehung und ggf. der entsprechenden Rechenzeichen

Material: LiMa-Stäbe; Aufgabenkarten mit einem Zeichen für kleiner oder größer (damit können die entsprechenden Rechenzeichen gemeint sein, ein kleinerer oder größerer Punkt oder eine Kombination aus beidem, um die Rechenzeichen einzuführen)

Sozialform: Partnerarbeit

Beschreibung: Beide Schüler nehmen sich einen beliebigen LiMa-Stab und ziehen gemeinsam eine Karte. Steht auf der Karte ein „Größer"-Zeichen, gewinnt der Partner, der den größeren Stab hat. Bei einem „Kleiner"-Zeichen gewinnt derjenige mit dem kleineren Stab. Der Gewinner darf dann die Karte behalten.

Sind beide LiMas gleich groß, gewinnt keiner und das Kärtchen wird zurückgelegt. Wer zuerst zehn Kärtchen hat, hat das Spiel gewonnen.

Kommentar: Das Spiel ist auch für blinde Kinder spielbar, wenn die Kärtchen entsprechend gestaltet und tastbar sind. Eine zusätzliche Aufgabe bei diesem Spiel könnte darin bestehen, die dazugehörige (Un)gleichung auszusprechen, z.B. „acht ist größer als fünf". Dies fördert zusätzlich den Umgang mit der mathematischen Sprache.

Hunderterbrettchen auslegen

Lernziele: Kennenlernen des Hunderterbrettchens, Erfahren des Hunderterraumes und der Dezimalstruktur, evtl. Einführung in die Division von hundert

Material: LiMa-Stäbe; Hunderterbrettchen

Sozialform: Einzel- oder Partnerarbeit

Beschreibung: Das Hunderterbrettchen soll von den Schülern mit unterschiedlichen Stäben ausgelegt werden. Fragestellungen: wie viele Einer/ Zweier usw. passen in das Brettchen? Dabei können die Schüler beispielsweise feststellen, dass 100 nicht durch 3 teilbar ist, ohne dass der Begriff ‚Division' explizit genannt würde. Eine weitere mögliche Fragestellung ist: Wie viele Einer bzw. welche Stäbe passen in eine Reihe/ eine Spalte/ 5 Reihen etc.? (vgl. Csocsán & Hogefeld & Terbrack 2001, 316).

Kommentar: Diese Übung ist gleichermaßen für sehende wie für blinde Kinder geeignet. Sie dient zum einen der Vorstellung der Zahl 100, kann aber zum anderen bei entsprechenden Aufgaben auch als Einführung und Rechenhilfe in die Division und die Division mit Rest genutzt werden.

Zahlen auslegen/ bestimmen

Lernziele: Orientierung im Hunderterraum, Kennenlernen des Hunderterbrettchens, Erfahren der Dezimalstruktur

Material: Rechenstäbe, Hunderterbrettchen, ggf. Schreibutensilien

Sozialform: Partnerarbeit

Beschreibung: Der Schüler legt eine vorgegebene Zahl auf dem Hunderterbrettchen mit Rechenstäben aus, die der Partner benennen soll.

Kommentar: Diese Aufgabe ist auch für blinde Kinder sehr gut geeignet. Problematisch könnte jedoch wieder das langsamere Arbeitstempo des blinden Schülers sein, denn in dieser Zeit hätte der Arbeitspartner keine Aufgabe.

Hunderterbrettchen von beiden Seiten

Lernziele: Orientierung auf dem Hunderterbrettchen; Verdeutlichung des Aufbaus des Dezimalsystems; Erfahrungen im Hunderterraum
Material: vorgegebene Anzahl Stäbe (von beiden Farben gleich viele), Hunderterbrettchen
Sozialform: Partnerspiel
Beschreibung: Ein Schüler spielt mit den roten LiMas, während der Partner die blauen benutzt. Ein Spieler beginnt und legt einen beliebigen seiner Stäbe von der Eins beginnend auf das Hunderterbrettchen. Der Gegner fängt von der anderen Seite, also bei 100, an. Auf diese Weise legen die Spieler abwechselnd einen beliebigen Stab auf das Feld, müssen dabei aber darauf achten, dass ihre Stäbe immer bis zum nächsten Zehner reichen, bevor sie eine neue Reihe eröffnen. Verloren hat der Spieler, der keine Stäbe mehr legen kann.
Kommentar: Die Schwierigkeit des Spiels kann individuell durch die vorgegebene Anzahl an Stäben variiert werden. Wenn ein Kind nur sehr wenige Stäbe zur Verfügung hat, muss es schon sehr genau überlegen, welche sich davon zu zehn ergänzen lassen, um in die nächste Zeile zu gelangen.

Mögliche Aufgabenstellungen zur Addition und Subtraktion

Lernziele: Addieren und Subtrahieren im Hunderterraum; Erkennen unterschiedlicher Gesetzmäßigkeiten
Material: Rechenstäbe; Hunderterbrettchen; Zwanzigerbrettchen oder Freies Feld
Sozialform: Einzel- oder Partnerarbeit
mögliche Aufgabenstellungen:

- beliebige Aufgabenstellung mit Hilfe der LiMas und ggf. dem Hunderterbrettchen lösen
- Partneraufgabe: Ein Schüler legt zwei beliebige Rechenstäbe auf das Freie

Feld oder das Zwanzigerfeld. Der Partner nimmt einen der Stäbe wieder weg, während er die Subtraktionsaufgabe dazu nennt

- Schüler legen eine Zahl mit unterschiedlichen Rechenstäben aus (Zerlegungsaufgaben), was u.a. die Invarianz der Summe verdeutlicht
- Vertauschen beider Stäbe bei einer Additionsaufgabe oder Betrachten der Stäbe von der anderen Seite verdeutlicht das Kommutativgesetz
- Lösen von Operativen Päckchen ermöglicht Rückschlüsse auf die Zusammenhänge zwischen Zahlen (z.B. Umkehraufgaben, Addition von neun, Zehnerergänzungen)

Mögliche Aufgabenstellungen zur Multiplikation und Division

Lernziele: Multiplikation und Division, Erkennen unterschiedlicher Gesetzmäßigkeiten

Material: Rechenstäbe

Sozialform: Einzel- oder Partnerarbeit

mögliche Aufgabenstellungen:

- drei Fünferstäbe können als 5+5+5 sowie als 3x5 dargestellt werden (Einführung in die Multiplikation)
- Die Schüler legen eine Zahl mit nur gleichen Stäben aus, was als Divisionsaufgabe verstanden werden kann; bleibt nach dem Auslegen noch eine Lücke, kann daraus der Rest abgeleitet werden
- Darstellen von Quadratzahlen

7 Datenerhebung

In diesem Kapitel werden zunächst einige Kriterien festgelegt, nach denen der Unterricht beobachtet und das Videomaterial für die Beschreibung und Analyse ausgewählt werden soll (Kapitel 7.1). Dann wird in Kapitel 7.2 bzw. 7.3 der Einsatz der LiMa-Stäbe in einem ersten sowie in einem zweiten Schuljahr beschrieben. Diese Untersuchungen fanden im Oktober bzw. November 2002 statt. Eine detaillierte Beschreibung ausgewählter Unterrichtssequenzen ist im Anhang zu finden. Selbstverständlich wurde bezüglich der Videoaufnahmen eine Einverständniserklärung der Erziehungsberechtigten eingeholt, was laut Kapitel 5.2 notwendig ist. Auch die Schüler wurden vor Beginn des Unterrichts um Erlaubnis gebeten.

7.1 Herleitung der Beobachtungskriterien

Die Fragestellung, die im Rahmen dieser Arbeit von besonderem Interesse ist, lautet: Können die LiMa-Stäbe im Gemeinsamen Unterricht von blinden und sehenden Schülern sinnvoll für die Zahlbegriffsentwicklung eingesetzt werden? Um diese Frage zu beantworten, werden einige Beobachtungskriterien hergeleitet, nach denen der Unterricht vorbereitet (Kapitel 7.2.2 bzw. 7.3.2) bzw. das Datenmaterial ausgewählt und im Anschluss analysiert werden soll (Kapitel 8).

Die wichtigste Voraussetzung zur Förderung der Zahlbegriffsentwicklung mit Hilfe eines Lernmaterials besteht darin, dass die Schüler gewinnbringend mit dem Material umgehen können. Um diesen Aspekt im Unterricht sowie auf dem Videomaterial konkret beobachten zu können, ist eine Zergliederung in weitere Unterpunkte notwendig. So soll in Anlehnung an die in Kapitel 3.4 vorgestellten Kriterien für Lernmaterialien untersucht werden, ob und wie sehende sowie blinde Schüler die Länge der LiMa-Stäbe erkennen können, wie sie mit der Befestigungsmöglichkeit, dem Magneten, umgehen und ob bzw. wie blinde Kinder die Farbmarkierungen der LiMas unterscheiden und die Farben benennen können. Auch der Umgang mit der Fünferstrukturierung und dem modifizierten Hunderterbrettchen soll beobachtet und analysiert werden. Zum Schluss soll darauf geachtet werden, ob die LiMa-Stäbe im Allgemeinen handhabbar und praktikabel sind.

Des Weiteren sollen Möglichkeiten des gemeinsamen Lernens von blinden und sehenden Schülern mit dem Material untersucht werden, denn eine gute Zusammenarbeit des blinden Kindes mit den sehenden Schülern ist eine grundlegende Voraussetzung für eine gelungene Integration (vgl. Kapitel 4.1). Hierfür ist der Lernaufwand, den sowohl blinde als auch sehende Schüler für das Kennenlernen des Materials benötigen, von Bedeutung. Zudem wird der zeitliche Aufwand für das Bearbeiten der Aufgabenstellungen berücksichtigt. Da Aufgabenstellungen häufig einen anderen Schwerpunkt erhalten, wenn sie durch Tasten anstatt durch Sehen bewältigt werden, soll die Frage untersucht werden, ob die Anforderungen der Aufgaben an blinde sowie sehende Kinder identisch sind. Wichtig im Gemeinsamen Unterricht ist auch die Kommunikation über das Material sowie über durchgeführte Rechenschritte. Aus diesem Grund soll untersucht werden, ob eine solche Kommunikation ohne Schwierigkeiten und Missverständnisse möglich ist. Das selbstständige Arbeiten mit dem Material ist eine grundlegende Voraussetzung für das aktiv entdeckende Lernen und stellt somit sowohl für blinde als auch für sehende Schüler einen wichtigen Aspekt für die Entwicklung des Zahlbegriffs dar (vgl. Kapitel 3.2.2).

Natürlich ist es im Rahmen dieser Arbeit aufgrund der zeitlichen Bedingungen nicht möglich, die Zahlbegriffsentwicklung der Schüler durch den Einsatz des Materials deutlich sichtbar zu fördern. Dennoch können einige mathematische Aspekte, welche zur Zahlbegriffsentwicklung beitragen, beim Umgang mit dem Material beobachtet werden. Zu diesen Aspekten gehören das zählende Rechnen ebenso wie die Ablösung vom zählenden Rechnen, die wichtige Voraussetzungen für die Zahlbegriffsentwicklung darstellen (vgl. Kapitel 2.4). Die Bedeutung von Ordination und Kardination wurde in Kapitel 2.2.2 ausführlich dargelegt und soll ebenfalls beobachtet werden. Auch der Umgang mit Größen ist, wie in Kapitel 2.5 angesprochen wurde, ein wichtiger Aspekt für die Zahlbegriffsentwicklung. Das Darstellen und Durchführen von Operationen sollten mit dem Material ebenso möglich sein wie die Förderung des Verständnisses der Invarianz und der

Reihenbildung. Gruppieren, die „Teile im Ganzen"-Relation sowie die Klassifikation spielen ebenfalls eine große Rolle bei der Zahlbegriffsentwicklung und sollen beim Umgang der Kinder mit den LiMas beobachtet werden (vgl. Kapitel 2.2.2). Auch verwendete Taststrategien für die Entwicklung des Zahlbegriffs von Bedeutung, weil blinde Schüler nur mit Hilfe geeigneter Taststrategien diejenigen Informationen aufnehmen können, die sie für die Zahlbegriffsentwicklung benötigen (vgl. Kapitel 2.4.2). Zuletzt wird beobachtet, ob und inwiefern unterschiedliche Sinne durch das Material angesprochen werden.

7.2 Einsatz der LiMa-Stäbe in einem ersten Schuljahr

Um die LiMa-Stäbe im Unterricht sinnvoll einsetzen zu können, sind zunächst einmal Informationen bezüglich der Schul- und Klassensituation sowie ein Überblick über die Vorerfahrungen der vier beteiligten Schüler notwendig (Kapitel 7.2.1). Da eigene Beobachtungen in der Klasse aus Organisationsgründen im Vorfeld nicht intensiv möglich waren, stammen die Informationen zum größten Teil aus Beschreibungen des Klassenlehrers und werden durch eigene Beobachtungen ergänzt. Solche Informationen sind notwendig, um den Unterricht angemessen planen und durchführen zu können (vgl. Kapitel 3.2.1). Der Unterricht selbst wird in Kapitel 7.2.2 beschrieben, begründet und kurz reflektiert. Da alle vorgestellten Unterrichtsstunden mit einer Videokamera aufgezeichnet wurden, mussten anhand der in Kapitel 7.1 vorgestellten Beobachtungskriterien einige Beispiele herausgegriffen werden. Ausführliche Beschreibungen der auf dem beigefügten Videoband zu sehenden Unterrichtssequenzen sind im Anhang zu finden.

7.2.1 Vorinformationen und Vorüberlegungen

Beschreibung der Schule und der Klassensituation

Die Wilhelm-Busch-Grundschule in Ricklingen, einem Stadtteil Hannovers südwestlich der Innenstadt, ist zusammen mit einer Hauptschule in einem Gebäude untergebracht, doch sind sowohl die Schulleitungen als auch die Lehrerkollegien klar voneinander getrennt. Der Grundschulbereich wird von 264 Schülern besucht und umfasst pro Jahrgang drei Klassen und einen Schulkindergarten. Außer dem blinden Mädchen Sophia werden an der Schule zur Zeit keine weiteren Schüler integrativ betreut.

Sophia besucht die Klasse 1c zusammen mit zehn Jungen und zehn weiteren Mädchen. Ein Mädchen ist erst seit den Herbstferien in der Klasse; sie hat vorher das zweite Schuljahr derselben Schule besucht. Sechs der Schüler in der Klasse 1c sind ausländischer Abstammung, jedoch gibt es kaum sprachliche Schwierigkeiten, da alle recht gut deutsch sprechen. Das Leistungsniveau der Klasse erscheint mir recht hoch, besonders im sprachlichen Bereich. Viele Kinder verwenden den Imperfekt bei Erzählungen und das meist, ohne Fehler bei der Formenbildung zu machen. Auch die Aussprache der Kinder ist erstaunlich deutlich und der aktive Wortschatz recht groß. Laut Klassenlehrer sind viele der Eltern besonders um die schulische Leistung ihrer Kinder bemüht, was den hohen Standard der Klasse erklären könnte. Insgesamt fällt auf, dass die Schüler außerordentlich ruhig ist. Trotz ihrer bisher erst sehr kurzen Schulzeit haben die meisten Kinder die durch den Klassenlehrer eingeführten grundlegenden Klassenregeln weitgehend verstanden und können sich danach richten. So sind sie beispielsweise in der Lage, recht lange im Stuhlkreis sitzen und nach Aufforderung ein Ferienerlebnis erzählen. Auch im sonstigen Unterricht arbeiten sie still und melden sich in den meisten Fällen. Kurze Ermahnungen seitens des Lehrers genügen im Normalfall, um unruhigere Kinder wieder an die Klassenregeln zu erinnern. Sogar das selbstständige Organisieren von Arbeitsblättern aus einem eigens dafür vorgesehenen Regal gelang erstaunlich gut.

Die Schüler der Klasse 1c haben im Deutschunterricht die Buchstaben a, i, o, m, l und t und mit Hilfe der Anlauttabelle gelernt, das „h“ wurde neu eingeführt. Die Schüler sind in der Lage, diese Buchstaben einzeln zu erfassen, ganze Worte und Sätze zu schreiben und mehr oder weniger flüssig sinnerfassend zu lesen.

Im Mathematikunterricht arbeiten die Schüler mit der niedersächsischen Ausgabe von „Der Nußknacker“ und gehen darin chronologisch vor. Bisher wurden die Zahlen von Eins bis Acht behandelt. Die Zahl Neun wurde neu eingeführt. Demnach können die Schüler die Zahlen nicht nur lesen und schreiben, sondern beginnen, ein Verständnis von Zahlen zu entwickeln. Diesbezüglich sind die Leistungsunterschiede in der Klasse noch recht groß. Einige Kinder zählen oder raten, um Zerlegungsaufgaben zu lösen, während andere Kinder schon im Kopf systematisch mit Hilfe von Tauschaufgaben oder ähnlichen Strategien Zerlegungsaufgaben finden können. Diese Strategien zeigen ein gewisses Zahlverständnis der Schüler. Bisher ist das Additionszeichen im Zusammenhang mit Zerlegungsaufgaben eingeführt, allerdings sind Gleichungen noch unbekannt.

Sophia wird gemäß dem Niedersächsischen Schulgesetz acht Stunden in der Woche von einer Blindenpädagogin direkt im Unterricht, d.h. nach Schindele (1975, 33ff) durch einen AmbulanzLehrer, betreut (vgl. Kapitel 4.2 und 4.3). Sophia steht für den gesamten Schulunterricht und die Hausaufgabenbetreuung zusätzlich eine Sozialpädagogin als pädagogische Mitarbeiterin zur Verfügung, wie es in Niedersachsen gesetzlich üblich ist (vgl. Kapitel 4.3.1). Diese hat die Aufgabe, ihr während des Unterrichts zur Seite zu stehen, ggf. Lernmaterialien herzustellen, sie zur Schule und auf dem Weg nach Hause zu begleiten sowie sie bei den Hausaufgaben zu unterstützen. Der Blindenpädagogin stehen, zusätzlich zu den acht Wochenstunden im Unterricht, eine Stunde in der Woche für Teambesprechungen und sechs Stunden für die Organisation und Herstellung von Unterrichtsmaterial zur Verfügung. Die Zeiteinteilung der insgesamt 15 Stunden hat sie selbst zu verantworten. Außerdem ist die Blindenpädagogin für die Arbeitsanweisungen der Integrationshelferin zuständig.

Neben Sophias Klassenzimmer befindet sich ein kleinerer Nebenraum, in dem ein PC, ein Schwarzschriftdrucker, ein Scanner, ein Fuser und unterschiedliche Sorten Papier (Fuserpapier, Punktschriftpapier etc.) untergebracht sind. Zudem befindet sich hier eine Tischgruppe für vier Kinder, so dass eine äußere Differenzierung gegebenenfalls möglich ist. Meist arbeitet jedoch die Blindenpädagogin in diesem Raum, wenn ein Text abzutippen ist o.ä. Außer von Sophia und ihren Lehrern wird der Raum gelegentlich von anderen Pädagogen benutzt, die ihre Schüler einzeln fördern wollen. Außerdem wird der Nebenraum von Eltern gebraucht, um Brötchen für die Pausen herzurichten.

Sophia ist sehr gut in die Klasse integriert. Ihre Klassenkameraden haben gelernt, sie wie alle anderen Mitschüler zu behandeln und Sophia kann die Fähigkeiten ihrer Klassenkameraden gut einschätzen. Die Zusammenarbeit zwischen der Sonderpädagogin, der Integrationshelferin und dem Klassenlehrer ist als sehr gut und harmonisch zu bezeichnen. Einmal in der Woche treffen sie sich zu einer Teamsitzung und haben Gelegenheit, sich auszutauschen. Der Klassenlehrer stellt hier seine Planung für die nächste(n) Woche(n) vor, anhand derer die Sonderpädagogin Lernmaterialien organisieren und den Unterricht an Sophias Bedürfnisse anpassen kann. Die Zusammenarbeit mit den anderen FachLehrern scheint noch nicht so eingespielt zu sein. So wird Sophia beispielsweise häufig mit einem Kopfnicken aufgerufen oder sie soll visuelle Zeichen eines Lehrers verstehen. Dieses Problem wurde aber in den Teamstunden bereits angesprochen und es wurden Lösungsmöglichkeiten aufgezeigt.

Schülerbeschreibungen

An dieser Stelle werden die beteiligten Schüler, insbesondere aber die blinde Schülerin Sophia, beschrieben.

Sophia, 6 Jahre

Anamnese und medizinische Aspekte

Sophia lebt zusammen mit ihren Eltern, ihrem Bruder (8 Jahre) und ihrer Zwillingsschwester in einer recht großen Wohnung in Hannover. Beide Elternteile sind berufstätig, der Vater arbeitet ganztags und die Mutter Teilzeit. Sophia ist er zweite Zwilling einer Frühgeburt. Unmittelbar nach der Geburt wurde eine Augapfelfehlbildung diagnostiziert, aufgrund derer sie vollständig blind ist. Nach der WHO-Definition fällt ihr Sehvermögen also unter Kategorie 5 (vgl. Kapitel 2.1). Die Geschwister (beide sehend) besuchen dieselbe Schule; ihre Zwillingsschwester wird in der Parallelklasse unterrichtet. Seit ihrer Geburt wird Sophia neuropädiatrisch betreut und seit ihrem ersten Lebensjahr erhielt sie Frühförderung durch eine Lehrerin des Landesbildungszentrums für Blinde (LBZB).

Aufgrund einer leichten Hemiparese auf der rechten Seite wird Sophia seit ihrem ersten Lebensjahr durch Physiotherapie nach Bobath behandelt und bekommt zusätzlich seit ihrem zweiten Lebensjahr bis zum Einritt in den Kindergarten im September 1999 Ergotherapie. Den Kindergarten, ein Kontaktkindergarten der Lebenshilfe, besuchte Sophia mit großer Freude zusammen mit fünf weiteren Kindern. Ein integrativer Kindergartenbesuch war zwar von den Eltern gewünscht, doch es fand sich keine geeignete Einrichtung. Im Kindergarten selbst erhielt Sophia zusätzlich eine Sprachtherapie aufgrund eines Sigmatismus interdentalis (Lispeln). Dieses Lispeln ist auch heute noch zu hören, dennoch ist sie gut zu verstehen. Seit ihrer Kindergartenzeit erhält sie Orientierungs- und Mobilitätstraining, das seit Beginn der Herbstferien aussetzte, aber in naher Zukunft wieder aufgenommen werden soll.

<u>Lebenspraktische Fertigkeiten, Orientierung und Mobilität</u>

In bekannter Umgebung bewegt sich Sophia sicher und gerne. Sie kann mit dem Langstock umgehen, findet selbstständig den Weg zur Toilette, benutzt diese alleine und ist in der Lage, einige bekannte Wege im Klassenraum ohne Hilfe zu gehen, beispielsweise vom Schuhregal zu ihrem Tisch. Sie setzt sich selbstständig in den Stuhlkreis, findet dann aber den Weg oft nicht zurück zu ihrem Platz. Durch Klopfen auf der Tischplatte findet sie jedoch recht schnell wieder die Orientierung.

Sophia ist auffallend angstfrei bei der Fortbewegung. Sowohl beim Gehen an der Hand als auch im Sportunterricht oder in der Pause läuft sie recht schnell und hüpft sehr gerne herum, springt Treppenstufen herunter und zeigt große Freude an Bewegung sowie am Sportunterricht. So sprang sie im Sportunterricht bei einem Spiel mit Freude auf, wenn die anderen Kinder aufsprangen und bewegte sich ein bis zwei Meter vorwärts, während die anderen Kinder rannten. Im weiteren Verlauf des Sportunterrichts wurde sie aber durch einen Mitschüler begleitet und lief auch an seiner Hand völlig ohne Angst und ohne sich durch vorgehaltene Arme abzusichern. Sophia ist in der Lage, sich völlig selbstständig aus- und anzuziehen, wobei sie manchmal noch vergisst, einen Reißverschluss oder die

Schuhe zu schließen und dabei meist verhältnismäßig langsam ist. Doch zeigt sie auch, dass sie zu einem schnelleren Aus- und Ankleiden, sowie zu einem zügigen Toilettengang in der Lage ist.

Schwierigkeiten hat Sophia noch bezüglich ihres Organisations- und Ordnungsverhaltens. Beim Ausziehen beispielsweise muss sie mehrfach angehalten werden, ihre Kleidungsstücke wieder in ihre Sporttasche zu legen, damit sie diese nach dem Unterricht wiederfinden kann. Auch in anderen Situationen macht sich diese Ordnungsproblematik bemerkbar. So findet sie beiseite gelegte Gegenstände häufig nicht mehr wieder. Oft weiß Sophia erstaunlich gut über Dinge Bescheid, die sie aufgrund ihrer Blindheit nicht benutzen kann. So hat sie beispielsweise eine Lupe so vor ihre Augen gehalten und ihre Funktion erklärt, dass man glauben könnte, sie könne etwas sehen.

Motorische Entwicklung

Grobmotorisch ist beim Hüpfen eine leichte Spitzfußstellung und ein bipedales Aufsetzen der Füße auffällig. Der Grund dafür könnte in der diagnostizierten Hemiparese rechts zu finden sein.

Die Feinmotorik der linken Hand ist sehr gut ausgeprägt, lediglich ihre Taststrategien sind noch nicht vollständig entwickelt. Sophia benutzt die rechte Hand nur sehr ungern, wahrscheinlich aufgrund ihrer diskreten Hemiparese auf der rechten Seite. Dies macht sich auch beim Lesen von Buchstaben und Zahlen bemerkbar, wenn Sophia eher mit der linken Hand liest, während die rechte Hand nicht aktiv ist.

Schulischer Leistungsstand

Auffällig ist Sophias enorm gutes Gedächtnis. Lange Gedichte, die im Klassenverband auswendig gelernt wurden, konnte sie noch fehlerfrei aufsagen, während alle anderen Schüler und sogar der Lehrer an einigen Stellen ins Stocken geraten sind. Sie weiß oft noch genau, was auf ihrem Tisch liegt, doch findet sie die Gegenstände häufig nicht mehr wieder. Dies zeigt wieder deutlich ihre noch mangelnde Fähigkeit zur Organisation. Sophia hat die Begrifflichkeiten in Bezug auf Raum-Lagebeziehungen (rechts, links, unten, oben) verstanden und kann diese aktiv anwenden.

Erzählen, Schreiben und Geschichten hören sind Sophias Stärke und bevorzugte Beschäftigungen. Nachmittags hört sie gerne Hörspielkassetten, was sich positiv auf ihre sprachliche Ausdrucksfähigkeit auswirkt. Sie hat einen großen aktiven Wortschatz und kann alle Zeitformen und grammatikalischen Ausdrücke korrekt bilden. Sie ist in der Lage, gelernte Buchstaben schnell und sicher zu schreiben, vertauscht jedoch noch manchmal einzelne Buchstaben beim Lesen. Lautsprachlich kann sie alle Buchstaben korrekt zu einem Wort zusammenfügen. Beim Lesen nennt sie häufig nur die einzelnen Buchstaben laut, so dass man den Eindruck gewinnen könnte, dass das einzelne Wort nicht verstanden wird. Doch am Ende des Satzes gibt sie in der Regel den gesamten Satz korrekt wieder und hat den Sinnzusammenhang erfasst. Das gute Beherrschen der einzelnen Buchstaben macht sich auch darin bemerkbar, dass sie beim Sortieren von Gegenständen nach ihren Anfangsbuchstaben den korrekten durch einen unkorrekten Buchstaben ersetzen kann, beispielsweise sagte sie: „es heißt ja nicht Mase, sondern Nase“.

Auch die Mathematik bereitet Sophia keine Schwierigkeiten. Sie kann die Zahlen von Eins bis Acht und das Additionszeichen sicher schreiben und hat lediglich beim Lesen manchmal Schwierigkeiten mit der 4, der 6 und der 7, da sich diese Zahlen in der Punktschrift sehr ähneln. Auch zweistellige Zahlen hat Sophia bereits in Ansätzen begriffen. Sie ist in der Lage, mit Zahlen zu operieren, z.B. Zerlegungsaufgaben zu nennen.

<u>Lernverhalten</u>

Sophia zeigt sehr gute Leistungen in fast allen Bereichen, wenn ihre Motivation ausreichend groß ist. Oft hat sie jedoch noch Schwierigkeiten, sich lange zu konzentrieren. Dies fällt auf, wenn sie in der ersten Stunde und bei Einzelbetreuungen meist deutlich bessere Leistungen zeigt, als in der dritten oder der vierten

Stunde. Dann möchte sie häufig aufstehen und schweift mit den Gedanken ab. Sophia ist in der Lage, sich weitgehend an die Klassenregeln zu halten. Oft möchte sie zwar ihren eigenen Vorstellungen nachgehen und Dinge zeigen, die mit dem Unterricht nichts zu tun haben, doch ist sie nach Ermahnungen schnell wieder relativ konzentriert bei der Arbeit. Insgesamt ist Sophia eine sehr lernwillige und motivierte Schülerin.

Sozial- und Kommunikationsverhalten

Sophia ist ein sehr fröhliches Kind und hat einen guten Kontakt zu ihren Lehrern und Mitschülern. Sie geht gerne auch auf fremde Menschen zu und fragt sie ohne Scheu nach dem Namen. Wenn sie Hilfe benötigt oder das Gefühl hat, nicht alle Informationen erhalten zu haben, kann sie dies offen zum Ausdruck bringen. Insgesamt ist sie sehr gut in die Klassengemeinschaft integriert. Ihre Mitschüler behandeln sie weitgehend wie alle anderen Klassenkameraden auch, nur selten zeigen sich noch Unsicherheiten in Bezug auf Hilfestellungen im Unterricht, beispielsweise beim An- und Auskleiden oder bei Partnerarbeiten. Ihre Mitschüler sagen ihr auch offen, wenn sie etwas spielen möchten, woran Sophia aufgrund ihrer Blindheit nicht teilnehmen kann. Aufgrund solcher Erlebnisse ist Sophia noch schnell beleidigt. Insgesamt kann Sophia mit ihrer Blindheit sehr gut umgehen und scheint diese zu akzeptieren.

Melina, 7 Jahre

Melina lebt mit ihren Eltern und ihrem ein Jahr alten Bruder zusammen. Ihre Eltern sind sehr um die schulische Leistung ihres Kindes bemüht.

Sprachlich ist Melina in der Lage, sich korrekt auszudrücken und kann die bisher gelernten Buchstaben und Wörter sicher schreiben und sinnerfassend lesen. Im mathematischen Bereich kann sie mit den Zahlen von Eins bis Acht umgehen. Sie ist in der Lage, alle Zahlzerlegungen sowie die Tauschaufgaben anzugeben und hat auch die Null bereits in ihr Verständnis aufgenommen, obwohl diese noch nicht explizit im Unterricht behandelt wurde. Beim Schreiben von Zahlen haben sich manchmal noch einige unkorrekte Schreibmuster gezeigt.

Melina arbeitet gerne und kann sich lange auf eine Aufgabe konzentrieren. Häufig ist sie sehr schnell fertig, weil sie bereits einen guten Überblick über den gelernten Unterrichtsstoff besitzt. Dann scheint sie sich zu langweilen, sagt jedoch nichts, sondern zeigt eine enorme Geduld. Gerne hilft sie Sophia weiter, doch scheint sie sich in manchen Situationen unsicher in Bezug auf die Hilfestellung zu sein und weiß nicht genau, ob sie Sophia die Aufgabe aus der Hand nehmen oder ihr noch Zeit lassen soll.

Melina ist eine sehr ruhige Schülerin, die in der Lage ist, auch Lehrern gegenüber offen ihre Meinung zu sagen. Lediglich Sophia gegenüber scheint ein wenig Unsicherheit diesbezüglich vorhanden zu sein. Wenn Sophia in der Partnerarbeit aus Versehen etwas verschiebt, das Melina zuvor sorgfältig aufgebaut hat, ärgert sie sich sichtlich, sagt ihr aber nicht ihre Meinung.

<u>Fabien, 7 Jahre</u>

Fabien lebt mit ihrem zehn Jahre alten Bruder und ihren Eltern in einer kleinen Wohnung.

Sie erzählt gerne und kann sich verbal recht gut ausdrücken. Im mathematischen Bereich zeigt sie altersentsprechende Leistungen. Sie ist in der Lage, die gelernten Zahlen zu lesen und zu schreiben, hat aber die Zahlen noch nicht so verinnerlicht, dass sie problemlos Zerlegungen nennen könnte. Sowohl der kardinale als auch der ordinale Sinnaspekt der Zahlen sind noch nicht ganz verstanden. Sie ist zwar in der Lage, Reihen zu bilden, doch kann sie darin noch nicht sicher „Kleiner-Größer"-Beziehungen erkennen.

Fabien arbeitet gerne und ist stolz, wenn sie etwas gut geschafft hat. Sie hält sich sehr genau an die Anweisungen des Lehrers und scheint stets darauf bedacht, diesem zu gefallen. Meist ist sie motiviert und arbeitet gewissenhaft.

Fabien hat einen guten Kontakt zu ihren Lehrern und Mitschülern. Häufig sieht sie etwas bei anderen Kindern und macht es ihnen nach, was von einem noch nicht sehr starken Selbstbewusstsein her rühren könnte.

Luzie, 6 Jahre

Luzie lebt mit ihrem acht Jahre alten Bruder, der dieselbe Schule besucht, und ihrer zehn Jahre alten Schwester, die in diesem Jahr ins Gymnasium eingeschult wurde, bei ihren Eltern. Beide Elternteile sind sehr engagiert bezüglich der Schulbildung ihrer Kinder. So ist beispielsweise der Vater Vorsitzender des Schulelternrates. Dieses Engagement macht sich auch darin bemerkbar, dass alle Kinder der Familie so genannte „Kann-Kinder“ sind, d.h. dass sie ein Jahr früher in die Schule gekommen sind als eigentlich notwendig gewesen wäre, also fast ein Jahr jünger sind als ihre Mitschüler.

Luzie erzählt sehr gerne und kann sich sprachlich gewandt ausdrücken. Im mathematischen Bereich kann sie die gelernten Zahlen von Eins bis Acht sicher schreiben und lesen. Auch zum Zerlegen von Zahlen ist sie in der Lage, allerdings fehlt ihr noch der Überblick bezüglich des Zahlverständnisses, was sich darin äußert, dass sie noch nicht *alle* Zerlegungen einer Zahl systematisch nennen kann, sondern lediglich Beispiele aufzeigt. Bei Additionsaufgaben, die Luzie im Kopf löst, verrechnet sie sich hin und wieder, so dass sie ihre Finger zu Hilfe nehmen muss. Die Finger scheinen für Luzie ein sicheres Hilfsmittel zum Rechnen darzustellen, mit dem sie stets die korrekte Lösung finden kann. Es fällt auf, dass Luzie ihre Fingerstellung nicht simultan abliest, sondern die einzelnen Finger zählt.

Für ihr sehr junges Alter ist Luzie schon recht diszipliniert und kann sich weitgehend an die Klassenregeln halten. Dennoch schaukelt sie gerne auf dem Stuhl herum und redet in die Klasse, ohne sich vorher gemeldet zu haben. Doch nach einer Ermahnung durch den Lehrer ist sie schnell wieder in der Lage, dem Unterricht konzentriert zu folgen. Insgesamt lernt sie sehr gerne und ist motiviert.

Luzie ist eine sehr fröhliche und aufgeweckte Schülerin. Sie spielt gerne mit ihren Mitschülern und hat sogar Kontakte zu Jungen, was in diesem Alter doch recht ungewöhnlich ist. Vielleicht ist dies auf ihren zwei Jahre älteren Bruder zurückzuführen.

7.2.2 Planung, Durchführung und Reflexion der Unterrichtsstunden

Im Folgenden sollen die Ziele der Unterrichtseinheit und alle Unterrichtsstunden der Reihe nach beschrieben, begründet und im Anschluss daran kurz reflektiert werden. Diese Reflexion soll einige Auffälligkeiten des Unterrichts verdeutlichen und Konsequenzen für die jeweils nächste Unterrichtsstunde aufzeigen. Doch wird er an dieser Stelle kurz gehalten, da vertiefende Analysen des Unterrichts im weiteren Verlauf der Untersuchungen ausführlich folgen werden (vgl. Kapitel 8).

Ziele der Unterrichtsstunden

Die ersten Unterrichtsstunden haben das Ziel, dass die Kinder die LiMa-Stäbe kennen und mit ihnen umgehen lernen. Die Schüler sollen die unterschiedlichen Größen der Stäbe erkennen und den Zusammenhang zwischen den Stäben begreifen. Sophia soll zudem die Unterscheidung zwischen den blauen und den roten Stäben geläufig werden und sie soll darüber hinaus lernen, mit dem Magneten umzugehen.

Nach dieser ersten Orientierungsphase sollen die Schüler lernen, die LiMa-Stäbe für mathematische Fragestellungen zu nutzen. Damit sich die Schüler zunächst auf die Materialien konzentrieren können, werden zu Beginn bereits bekannte Aufgaben gestellt.

Erst später werden gemäß des Lehrplans und des Unterrichtsbuches die Zerlegungen der Zahlen Eins bis Acht geübt. Gleichzeitig mit den anderen Kindern der Klasse soll die Zahl Neun eingeführt, entsprechende Zerlegungen geübt und die Zerlegungen aller Zahlen zwischen Eins und Neun gefestigt werden.

Planung, Durchführung und Reflexion der ersten Unterrichtsstunde

Ziel: Kennenlernen der LiMa-Stäbe und Überblick über das Material

Planung

Phase/ Zeit	Lehrerverhalten	Schülerverhalten	Sozialform
Einstieg ca. 15 min	L. begrüßt S. und macht auf die Kamera aufmerksam; L. stellt Kisten mit den LiMa-Stäben auf die Tische und fordert S. auf, etwas Beliebiges mit den Stäben auf die Freien Felder zu bauen (1a)[4].	S. bauen mit den LiMa-Stäben auf Freien Feldern	Einzelarbeit oder wahlweise Partnerarbeit
Vertiefung ca. 10 min	L. fordert zwei S. auf, je eine Figur aus wenigen Stäben zu bauen. Der Tischnachbar soll diese möglichst identisch nachbauen (1b).	Ein S. legt einige Stäbe auf das Freie Feld; der Arbeitspartner legt das gelegte Muster nach. Dann kontrolliert der „Erbauer“ die Figur.	Partnerarbeit
Erarbeitung ca. 5 min.	L. trägt gemeinsam mit den S. einige Eigenschaften der LiMa-Stäbe zusammen (1c).	S. diskutieren über einige Eigenschaften der LiMa-Stäbe.	Unterrichtsgespräch

[4] Um die einzelnen Unterrichtsphasen und Aufgabenstellungen bei der Aufbereitung und Analyse der Ergebnisse besser benennen zu können, werden diese mit Kennzeichnungen versehen. Zur Unterscheidung der Unterrichtsphasen der ersten von der aus der zweiten Klasse, soll die erste Ziffer die Klasse bezeichnen und der Buchstabe die Aufgabenstellung in chronologischer Reihenfolge.

Endphase ca. 15 min	L. fordert S. auf, nacheinander einen LiMa-Stab aus dem Sack zu ziehen und auf das Freie Feld zu legen; wenn der Stab bereits vorhanden ist, wird er neben das Feld gelegt. Sobald einige LiMas auf dem Feld liegen, werden die S. aufgefordert, die Stäbe nach Farbe ggf. Größe zu ordnen (1d).	S. ziehen nacheinander einen LiMa-Stab aus dem Krabbelsack, vergleichen ihn mit den auf dem Feld befindlichen Stäben und legen ihn auf das Freie Feld; wenn der neue Stab bereits vorhanden ist, legen sie ihn neben das Feld; S. ordnen die LiMa-Stäbe nach Farbe und ggf. nach der Größe.	Gruppenarbeit

Durchführung

Die erste Unterrichtsstunde beginnt damit, die Kinder auf die Kameraaufnahmen aufmerksam zu machen. Dann werden die Freien Felder und die LiMa-Stäbe verteilt und die Schüler aufgefordert, etwas Beliebiges mit dem Material auf den Freien Feldern zu bauen. In dieser Unterrichtssequenz sollen die Schüler die LiMa-Stäbe kennen lernen und erste Erfahrungen sammeln. Dabei werden sie noch nicht mit Aufgabenstellungen oder detaillierten Arbeitsanweisungen konfrontiert, damit sie gemäß ihrer individuellen Geschwindigkeit einige Eigenschaften des Materials kennen lernen können. Nach ungefähr 10 Minuten wird dieser Teil der Stunde beendet und die Schüler werden aufgefordert, die Freien Felder leer zu räumen.

Der Verfasser (im Folgenden mit „Lehrer" bezeichnet) erklärt die folgende Übung, bei der ein Kind jeweils einige LiMa-Stäbe auf das Freie Feld legt und der Tischnachbar diese Form möglichst genau nachbauen soll, was der „Erbauer" wiederum kontrolliert. Dies macht der Lehrer an einem Beispiel auf Sophias Freiem Feld vor, so dass sie dieses ertasten kann. Die Übung soll die Kinder dazu veranlassen, sich näher mit den Eigenschaften der LiMas auseinander zu setzen, denn beim Nachbauen müssen die unterschiedlichen Farben sowie die Größen der Stäbe berücksichtigt und differenziert werden. Gleichzeitig hat diese Aufgabe aber noch immer keinen für sie anspruchsvollen mathematischen Inhalt, so dass die Kinder sich auf die LiMa-Stäbe konzentrieren können.

Im folgenden Unterrichtsgespräch sollen die Schüler zusammentragen, welche Eigenschaften der LiMa-Stäbe ihnen schon aufgefallen sind und schätzen, wie viele unterschiedliche Stäbe vorhanden sind. Dieses Gespräch dient dem Bewusstwerden der vorangegangenen Erfahrungen durch Verbalisierung. Das Schätzen der Anzahl der Stäbe gibt einen ersten Überblick über das Zahlverständnis der Schüler und soll zudem für die nächste Aufgabe motivieren, in der die unterschiedlichen Größen der Stäbe erarbeitet werden.

Dazu wird nur ein Freies Feld auf dem Tisch behalten, jedoch so positioniert, dass es alle Kinder sehen können und das blinde Kind das gesamte Feld ohne Mühe ertasten kann. Die Schüler ziehen nun reihum einen Stab aus einem Sack (in dem sich jeder Stab mindestens einmal befindet) und legen ihn auf das Freie Feld. Ist derselbe Stab schon einmal vorhanden, legen sie ihn beiseite. Nachdem einige Stäbe auf dem Freien Feld liegen, sollen die Schüler versuchen, diese zu ordnen. Das Sortieren nach Farbe sollte in jedem Fall erfolgen, so dass besonders das blinde Kind möglichst zügig feststellen kann, ob der gezogene Stab bereits vorhanden ist. Mit Hilfe dieses Spiels sollen die Schüler einen Überblick über die vorhandenen Stäbe bekommen und haben zudem die Gelegenheit, die zuvor besprochenen Eigenschaften noch einmal genauer zu überprüfen. Spätestens am Ende der Stunde sollen die Schüler die gesamten Stäbe der Reihe und der Farbe nach sortieren, um den Überblick über die LiMa-Stäbe zu erleichtern. Den Schluss der Stunde bildet eine Zusammenfassung der Eigenschaften der Stäbe durch den Lehrer, um alle Informationen noch einmal deutlich zu wiederholen und mögliche Missverständnisse zu vermeiden.

<u>Reflexion</u>

Das freie Bauen mit den LiMa-Stäben scheint den Kindern viel Freude zu bereiten. Es hat den Eindruck, dass die Schüler einige Erfahrungen mit dem Material sammeln konnten. Alle Schüler, auch Sophia, haben gelernt, die LiMas bezüglich der Länge und Farbe bzw. des Punktes zu diskriminieren und mit den Magneten sowie den Fünfermarkierungen umzugehen. Da die erste Unterrichtsstunde aus organisatorischen Gründen am ersten Tag nur ca. 20 Minuten andauerte, konnte die Unterrichtsstunde nicht wie geplant zu Ende geführt werden. Zudem konnte festgestellt werden, dass die Kinder mehr Zeit für das Bauen und Nachlegen von Mustern benötigen, als vorgesehen. Daher soll diese Übung in der zweiten Unterrichtsstunde noch einmal aufgegriffen werden.

Planung, Durchführung und Reflexion der zweiten Unterrichtsstunde

Ziel: Kennenlernen des Materials und Überblick über die LiMa-Stäbe

Planung

Phase/ Zeit	Lehrerverhalten	Schülerverhalten	Sozialform
Einstieg ca. 5 min	L. begrüßt Schüler und erinnert an die vergangene Stunde und kündigt an, dass die letzte Stunde fortgesetzt wird.	S. tragen die Aktivitäten und Ergebnisse der vergangenen Unterrichtsstunde zusammen.	Unterrichts-gespräch
Vertiefung ca. 15 min	L. verteilt die Freien Felder und stellt Kisten mit den LiMa-Stäben auf die Tische.	Je zwei S. legen einige Stäbe auf das Freie Feld; der Arbeitspartner legt dasselbe Muster nach.	Partnerarbeit
Erarbeitung ca. 5 min.	L. fordert S. auf, einige Eigenschaften der LiMa-Stäbe zusammenzutragen.	S. diskutieren über einige Eigenschaften der LiMa-Stäbe.	Unterrichts-gespräch
Endphase ca. 20 min	L. fordert S. auf, nacheinander einen LiMa-Stab aus einem Sack zu ziehen und auf das Freie Feld zu legen; wenn der Stab schon vorhanden ist, soll er neben das Feld gelegt werden. Wenn bereits einige LiMas auf dem Feld liegen, werden die S. aufgefordert, die Stäbe nach Farbe und ggf. nach Größe zu ordnen.	S. ziehen nacheinander einen LiMa-Stab aus dem Krabbelsack, vergleichen ihn mit den auf dem Feld befindlichen Stäben und legen ihn auf das Freie Feld; wenn der neue Stab bereits vorhanden ist, legen sie ihn neben das Feld; S. ordnen die LiMa-Stäbe nach Farbe und ggf. nach der Größe.	Gruppenarbeit

Durchführung

In der zweiten Unterrichtsstunde soll die Übung, ein Muster nachzubauen, noch einmal aufgegriffen werden. Da die Schüler in der ersten Stunde viel Zeit benötigten, soll diese lediglich wie ursprünglich geplant zu Ende geführt werden. Da die einzelnen Übungen schon beschrieben wurden, möchte ich an dieser Stelle auf eine wiederholte Beschreibung verzichten.

Reflexion

Im ersten Teil der Unterrichtsstunde, dem Legen und Nachbauen von Mustern, scheinen die Kinder viel Freude gehabt zu haben. Sie haben immer wieder Stäbe miteinander verglichen, um einen identischen LiMa zu finden, was das Kennenlernen der Stäbe fördert. Es wurde aber auch deutlich, dass Sophia sehr lange brauchte, um sich ein Muster auszudenken. Auch das Nachbauen nahm viel Zeit in Anspruch, da sie die benötigten LiMas nicht finden konnte.

Im Unterrichtsgespräch wurde deutlich, dass die Kinder einige Eigenschaften des Materials kennen gelernt haben. Erfreulich war, dass auch Sophia die Punkte für die Farbmarkierungen auf den Stäben selbstständig erkannt hat und nach einer kurzen Erklärung die blauen von den roten Stäben namentlich unterscheiden konnte. Alle Kinder scheinen mit dem Magneten umgehen zu können und haben erkannt, dass auf einigen Stäben ein Strich zu finden ist. Die Bedeutung des Striches ist ihnen jedoch noch nicht klar geworden. Das war allerdings zu erwarten, weil das Begreifen und der Umgang mit der Fünferstrukturierung u.a. bereits die „Teile im Ganzen“-Relation und die Fähigkeit des Gruppierens von Zahlen voraussetzt, was zu Beginn der ersten Klasse noch nicht erwartet werden kann (vgl. Kapitel 3.2.1).

Die zweite Aufgabe, das Zusammentragen aller unterschiedlichen LiMa-Stäbe verlief teilweise nicht wie erwartet. Die Schüler hatten die Idee, die Augen während der Arbeit zu schließen, was mit Hilfe von Augenbinden unterstützt wurde, da die Kinder auf diese Weise langsamer arbeiten würden und Sophia mehr Zeit bekäme, sich mit den LiMa-Stäben auseinander zu setzen. Außerdem erschien mir der Vergleich der Taststrategien von sehenden und mit denen blinder Kinder gleichen Alters interessant. Insgesamt benötigten die Schüler jedoch unerwartet viel Zeit, einen Stab aus dem Sack zu nehmen, so dass die eigentliche Aufgabe, die Stäbe zu vergleichen und zu sortieren, etwas zu kurz kam. Zudem arbeiteten die Schüler fast ausschließlich ohne diese Augenbinden, also visuell, so dass keine Taststrategien der sehenden Kinder zu beobachten waren.

Planung, Durchführung und Reflexion der dritten Unterrichtsstunde

Ziel: Wiederholen und Vertiefen der Eigenschaften und Kennenlernen der Namen der LiMa-Stäbe

Planung

Phase/ Zeit	Lehrerverhalten	Schülerverhalten	Sozialform
Einstieg ca. 5 min	L. fordert S. auf, die bisher festgestellten Eigenschaften der LiMa-Stäbe zusammenzutragen.	S. tragen die bereits bekannten Eigenschaften der LiMa-Stäbe zusammen.	Unterrichtsgespräch
Erarbeitung ca. 10 min	L. fordert S. auf, mit dem Tischpartner zusammen eine Treppe aus den LiMa-Stäben zu bauen und gibt jedem Paar eine Farbe vor (1e).	S. bauen eine Treppe aus LiMa-Stäben in der vorgegebenen Farbe.	Partnerarbeit
Vertiefung ca. 5 min	L. tauscht die Freien Felder und regt S. an, die Treppen zu vergleichen (1f).	S. vergleichen die Treppen und tragen Auffälligkeiten zusammen.	Unterrichtsgespräch
Hauptphase ca. 15 min	L. fordert S. auf, den kleinsten Stab in die Hand zu nehmen und benennt diesen mit „Einer“; er nennt weitere Stäbe, welche die Kinder heraussuchen sollen. L. fordert S. auf, neben einen beliebigen Stab Einer zu legen und bespricht die Auffälligkeiten (1g).	S. suchen den kleinsten Stab und nach Benennung des L. einige weitere LiMas aus den Kisten. S. legen Einer neben einen LiMa-Stab und tragen Auffälligkeiten zusammen.	Unterrichtsgespräch und Einzelarbeit
Endphase ca. 10 min	L. erzeugt Töne und fordert S. auf, den entsprechenden Stab zu suchen (1h).	S. suchen Stäbe und erzeugen selbst Töne bis zur Anzahl von einschließlich acht.	Gruppenarbeit

Durchführung

Die dritte Unterrichtsstunde beginnt damit, die bisher herausgefundenen Eigenschaften der LiMa-Stäbe noch einmal kurz zu wiederholen. Dies soll besonders Sophia in Erinnerung rufen, wie die Farben der Stäbe auseinander zu halten sind. Im Anschluss daran sollen die Schüler zu zweit mit Hilfe der Stäbe je eine Treppe bauen, eine Gruppe in blau und die andere in rot. Da in der vorangegangenen Stunde kein Sortieren der LiMa-Stäbe stattgefunden hat, stellt dies für die Schüler eine völlig neue Aufgabe dar. Die Schüler sollen erkennen, dass die Treppe gleichmäßig steigt.

Wenn beide Gruppen fertig sind, sollen die Freien Felder getauscht werden, um festzustellen, dass die beiden Treppen mit Ausnahme der Farben völlig identisch sind. Nach einer Zusammenfassung der Eigenschaften durch den Lehrer soll den Schülern jetzt auch der vollständige Überblick über das Material möglich sein.

Um die Benennung der jeweiligen LiMas zu erlernen, sollen die Schüler nun den kleinsten Stab finden. Der Lehrer benennt diesen mit „Einer“. Die Schüler suchen nun selbstständig den „Zweier“ und begründen, warum dieser so heißt. Dabei soll deutlich werden, dass dieser nicht nur der zweite Stab in der Reihe ist, sondern auch mit genau zwei Einern ausgelegt werden kann. Dies soll den Zusammenhang zwischen den Stäben verdeutlichen. Außerdem wird der Zusammenhang zwischen dem Ordinal- und dem Kardinalzahlaspekt angesprochen. Im Anschluss sollen die Schüler so schnell wie möglich auf einen Stab, der durch den Lehrer benannt wurde, zeigen bzw. ihn in die Hand nehmen. Diese Übung soll die Namen der Stäbe bzw. die Zuordnung der Namen zu den Stäben festigen.

Zum Abschluss erzeugt der Lehrer eine geringe Anzahl Töne, während die Schüler den entsprechenden Stab heraussuchen. Später dürfen die Schüler reihum selbst Töne erzeugen, deren Anzahl jedoch maximal acht betragen darf, da lediglich Stäbe bis einschließlich acht ausgeteilt wurden. Mit dieser Übung wird ein anderer Sinnes- und Lernkanal angesprochen, als der haptische und der visuelle, was, wie in Kapitel 2.4.3 bereits erwähnt, besonders für blinde Kinder von großer

Bedeutung ist. Dabei dürfen die Ordnungsreihen zunächst noch beibehalten werden. Um aber die Fähigkeit der Kinder, die Stäbe zu erkennen, zu überprüfen, soll dieses Spiel auch mit ungeordneten Stäben ausprobiert werden. Nach dieser Stunde soll die Kennenlernphase der LiMas weitgehend abgeschlossen sein, so dass in der nächsten Stunde mit den Zerlegungen der Zahlen zwischen Eins und Acht begonnen werden kann.

Reflexion

Das Bauen einer Treppe war für Fabien, Luzie und Melina eine sehr leichte Aufgabe, während Sophia Schwierigkeiten zeigte. Sie hat die LiMa-Stäbe zunächst nicht in eine Reihe nebeneinander legen können. Später konnte sie zwar die Stäbe an die richtige Stelle legen, doch hat sie die LiMas nicht ordentlich an der Kante angelegt, so dass keine gerade Treppe entstehen konnte.

Alle Schüler haben die Benennung der Stäbe sehr schnell nachvollziehen können. Allerdings haben sie diese Benennung lediglich auf die Rangfolge der Stäbe bezogen. Dabei scheint ihnen auch bewusst geworden zu sein, dass die Stäbe immer größer werden, je höher die Zahl ist.

Bei Sophia ist auffällig, dass sie die Stäbe nicht anhand ihrer Länge erkennt, sondern ausschließlich anhand ihrer Position in der Reihe. Darin ist sie allerdings sehr sicher. Dies lässt vermuten, dass Sophia Zahlen als Position in einer Reihe begreift.

Planung, Durchführung und Reflexion der Einzelförderstunde

Ziel: Vertiefung der Eigenschaften und Organisation der LiMas auf dem Freien Feld

Planung

An dieser Unterrichtsstunde nimmt ausschließlich die blinde Schülerin Sophia teil, so dass auf eine Angabe der Sozialform verzichtet wird.

Phase/ Zeit	Lehrerverhalten	Schülerverhalten
Einstieg ca. 10 min	L. bespricht mit S. die Farbe der LiMas, den Gebrauch des Magneten und die Bedeutung der Fünferstruktur und macht dies anhand von Beispielen deutlich.	S. nimmt geforderte Stäbe aus der Kiste und legt sie mit der Magnetseite auf das Freie Feld (1i).
Vertiefung ca. 10 min	L. fordert S. auf, eine Treppe mit den LiMas zu bauen und gibt Unterstützung bei der Organisation.	S. baut eine Treppe mit den LiMas (1i).

Durchführung

Da beim Bilden einer Reihe aus LiMa-Stäben festgestellt werden musste, dass Sophia noch mehr Zeit zum Kennenlernen der Stäbe benötigt, als ihre Mitschüler, erscheint es sinnvoll, die LiMas mit Sophia alleine zu erkunden und sie besonders auf die taktilen Besonderheiten hinzuweisen. Im Anschluss an das Beschreiben der Stäbe (Stellung und Gebrauch des Magneten, Unterscheiden der Farben, Bedeutung der Fünferstruktur etc.) soll Sophia selbstständig eine Treppe bauen. Da in den vorangegangenen Stunden wiederholt festgestellt werden konnte, dass Sophia noch Schwierigkeiten mit dem Ordnen und dem Orientieren der LiMa-Stäbe auf dem Freien Feld aufweist, soll in dieser Stunde besonders darauf geachtet werden, dass Sophia mit dem Bau an einer Ecke anfängt und den Holzrahmen des Freien Feldes zur Orientierung und zum Anlegen der Stäbe nutzt, indem ihr beispielhaft gezeigt wird, wie eine solche Ordnungsstruktur aussehen kann.

Reflexion

Die Einzelförderung mit Sophia scheint sehr wertvoll gewesen zu sein. Zu Beginn der Stunde hat sie erkennen lassen, dass sie die Farbgebung verstanden hat und mit den Magneten umgehen konnte. Die Fünferstrukturierung bzw. die Tatsache, dass ein Stab mit entsprechend vielen Einern ausgelegt werden kann, musste noch erarbeitet werden. Dabei äußerte sie aber deutlich, den Zusammenhang verstanden zu haben. Vermutlich wird Sophia zwar immer noch langsamer arbeiten als ihre Klassenkameraden, doch hoffentlich den Anschluss an ihre Mitschüler bezüglich des Umgangs mit dem Material finden.

Im zweiten Teil der Unterrichtsstunde, dem Bauen einer Treppe, zeigte Sophia deutlich, dass sie zur Reihenbildung in der Lage ist. Bezüglich der Ordnung auf dem Freien Feld hat sie nämlich einige Fortschritte gezeigt. Allerdings konnte sie, ebenso wie ihre Mitschüler, den Zusammenhang zwischen der Länge des Stabes und der Anzahl von Einern, mit denen der Stab ausgelegt werden könnte, noch nicht nutzen. Zwar zeigt sie ein gewisses Verständnis für diesen Zusammenhang, doch muss sie stets aufgefordert werden, den Stab bei akuten Problemen wirklich auszulegen. Dies zeigt wiederum ein noch nicht ausgeprägtes Verständnis des Ordinal- und Kardinalzahlaspektes. Ein solches „Teilverständnis“ ist laut Piaget typisch für die zweite Entwicklungsstufe.

Planung, Durchführung und Reflexion der vierten Unterrichtsstunde

Ziel: Umgang mit den LiMas beim Lösen bekannter mathematischer Aufgaben

Planung

Phase/ Zeit	Lehrerverhalten	Schülerverhalten	Sozialform
Einstieg ca. 10 min	L. erarbeitet die folgende Aufgabe an einem konkreten Beispiel.	S. geben Beispiele.	Unterrichtsgespräch
Erarbeitung ca. 15 min	L. gibt S. je einen Kartenstapel mit einer Zahl obenauf und allen möglichen Zerlegungen darunter.	S. suchen so viele Zerlegungen mit Hilfe der LiMa-Stäbe wie möglich (1j).	Einzelarbeit
Auswertung ca. 10 min	L. gibt ggf. Hilfestellung.	S. kontrollieren ihr Ergebnis mit Hilfe der Aufgabenkarten.	Einzelarbeit

Durchführung

In der folgenden Unterrichtsstunde soll zum ersten Mal eine für die Schüler anspruchsvollere mathematische Aufgabe gelöst werden. Sie kennen zwar bereits Zahlzerlegungen im Zahlenraum bis Acht, doch ist das Unterrichtsziel des Klassenlehrers, diese Zerlegungen zu üben und zu festigen. Zu diesem Zweck bekommt jeder Schüler einen Kartenstapel mit je einer Zahl oben und allen Zerlegungsmöglichkeiten darunter. Die Aufgabe der Schüler ist nun, den der Zahl entsprechenden Stab heraus zu suchen und zu versuchen, möglichst viele Möglichkeiten zu finden, dieselbe Länge mit zwei LiMa-Stäben auszulegen. Wenn die Kinder keine neuen Zerlegungen mehr finden können, dürfen sie diese selbstständig mit Hilfe der Kärtchen überprüfen. Der Lehrer macht eine Aufgabe am Beispiel der vier so vor, dass auch Sophia die gelegten Stäbe ertasten kann. Bei der Aufgabe selbst bekommt Sophia den Kartenstapel mit der Fünf. Nicht, weil sie die anderen Zahlen mathematisch nicht zerlegen könnte, sondern weil sie mehr Zeit benötigt, um die entsprechenden Stäbe zu finden und die Fünf weniger Zerlegungen hat als die anderen Zahlen. Melina soll die Zahl Acht bekommen, da sie immer recht schnell fertig ist und so auf höherem Niveau arbeiten kann. Luzie und Fabien bekommen die Zahlen sechs bzw. sieben. Mit den unterschiedlichen Zahlen soll vermieden werden, dass die Kinder untereinander abgucken und nur die Stablängen vergleichen und identisch hinlegen. Besonders Fabien würde sonst wahrscheinlich schnell dasselbe legen wie Luzie. Wenn ein Kind frühzeitig fertig ist, was bei Melina erwartet werden kann, soll es eine andere Zahl wählen und diese mit Hilfe der Stäbe auf dieselbe Art und Weise zerlegen. Diese Aufgabenstellung ist offener, weil hier keine Kontrollkärtchen mehr vorhanden sind. Zudem ist es jetzt auch ausdrücklich erlaubt, mehrere Stäbe zum Legen einer Zahl zu verwenden, was einen höheren Anspruch an die Kinder stellt. Dies hat das mathematische Ziel, dass die Kinder mit den Zahlen vertrauter werden und die Zahlbegriffsentwicklung gefördert wird.

Reflexion

Diese Stunde hat deutlich gezeigt, dass die LiMa-Stäbe noch keine echte Hilfe bei mathematischen Aufgabenstellungen für die Schüler darstellen. Die Kinder konnten die Stäbe noch immer nicht spontan benennen und haben den kardinalen Zusammenhang noch nicht begriffen, d.h. sie konnten die Länge noch nicht durch Auslegen mit Einern ausmessen. Luzie hat dieses Prinzip im Laufe der Stunde anwenden können, während Fabien den Sinn nicht erfassen konnte. Melina war zwar in der Lage, die Aufgabe zu lösen, doch überlegte sie sich Aufgaben im Kopf, um sie dann als zusätzliche Aufgabe mit den LiMas zu legen. Sophia hingegen hat vielmehr Schwierigkeiten in der Organisation. Da insgesamt der Eindruck entstand, dass es den Schülern nicht möglich ist, den Umgang mit den LiMa-Stäben innerhalb der angesetzten Zeit zu erlernen, soll in der nächsten Unterrichtsstunde eine Hilfe zum Erkennen der Länge der Stäbe eingeführt werden, um den Lernzielen des Lehrers Folge leisten zu können und die Zahl Neun einzuführen.

Planung, Durchführung und Reflexion der fünften Unterrichtsstunde

Ziel: Lesen, Schreiben und Zerlegen der Zahl Neun

Planung

Phase/ Zeit	Lehrerverhalten	Schülerverhalten	Sozialform
Einstieg ca. 5 min	L. trägt gemeinsam mit den S. zusammen, welche Neuerungen in dieser Stunde auszumachen sind.	S. tragen Veränderungen zusammen.	Unterrichts-gespräch
Einstieg ca. 10 min	L. fordert S. auf, eine Treppe aus den LiMa-Stäben zu bauen; im Anschluss daran fragt der L. nach dem Zusammenhang zwischen dem Neunerstab und den anderen LiMas.	S. bauen eine Treppe aus den LiMas und überlegen im Anschluss daran den Zusammenhang zwischen dem neuen Neunerstab und den anderen LiMas herzustellen (1k).	Einzelarbeit und Unter-richts-gespräch
Erarbeitung ca. 10 min	L. fordert Fabien, Luzie und Melina auf, in ihren Übungsheften auf S. 10 die Aufgabe 1 zu bearbeiten (Schreiblehrgang für die Zahl Neun). Währenddessen erarbeitet L. die Zahl Neun mit Sophia mit Hilfe eines Blindensteckers.	Fabien, Luzie und Melina bearbeiten die Aufgabe 1 in ihren Heften; Sophia steckt die Zahl Neun bzw. den Buchstaben „I“ mit Hilfe des Blindensteckers und schreibt die Zahl Neun mehrfach auf der Punktschriftmaschine (1l).	Einzelarbeit
Vertiefung ca. 20 min	L. verteilt Freies Feld und fordert die S. auf, einen Neunerstab an dessen Kante zu legen; L. erklärt die folgende Übung.	S. ziehen reihum eine Karte, auf der eine Neunerzerlegung steht und lesen diese laut vor; alle S. legen diese Zerlegung mit den LiMas (1m).	Gruppenarbeit

Durchführung

Da in der vorangegangenen Stunde festgestellt werden musste, dass die Kinder die Stäbe noch immer nicht erkennen können, ohne sie mühsam mit Einern auszulegen, wurden die entsprechenden Zahlen als Hilfestellung auf die Stäbe geklebt. Auf diese Weise können die Kinder weiter mit den Stäben arbeiten und das Lernziel, die Zahl Neun kennen zu lernen, kann trotzdem verfolgt werden. Als zusätzliche Maßnahme sollen die Aufgabenstellungen in dieser Stunde mit Hilfe der Stäbe differenziert werden, so dass jeder Schüler seine eigene Kiste mit Stäben besitzt. In der folgenden Unterrichtsstunde soll gleichzeitig mit den anderen Kindern der Klasse die Zahl Neun eingeführt werden. Aus diesem Grund ist der Neunerstab jetzt zusätzlich vorhanden. Zu Beginn der Stunde soll jeder Schüler noch einmal eine Treppe aus den LiMa-Stäben bauen, um sich an den Umgang mit den veränderten Stäben zu gewöhnen und den Zusammenhang zwischen dem Neuner und den anderen Stäben zu erkennen. Für diese Aufgabe hat Sophia jeden Stab einmal und nur ein paar Stäbe zusätzlich in ihrer Kiste, da sie beim Lesen ebenso wie beim Ertasten der Stäbe mehr Zeit benötigt. Fabien und Luzie bekommen einige Stäbe mehr, während Melina sehr viele LiMa-Stäbe erhält, da sie meist recht schnell arbeitet.

Im Anschluss an diese Aufgabe sollen die Kinder erkennen, dass der Neuner als neuer Stab dazugekommen ist. Im Vergleich mit den anderen Stäben soll deutlich gemacht werden, dass dieser LiMa aus neun Einern besteht. Ziel ist es, die Neun als Zahl kennen zu lernen und den Zusammenhang zu den anderen Zahlen zu begreifen.

Nun sollen die Schüler Aufgabe 1 auf Seite 10 des Arbeitsheftes bearbeiten, auf der die Zahl Neun zunächst sehr groß mit vorgegebener Umrandung geschrieben werden soll, dann kleiner werdend, bis zum selbstständigen Schreiben der Zahl in kleinen Kästchen. Sophia erarbeitet in der Zwischenzeit gemeinsam mit dem Lehrer das Punktschriftzeichen der Zahl Neun mit Hilfe eines Blindensteckers. Sophia soll die Zahl Neun, die sie auf den Stäben lesen kann, auf dem Blindenstecker schreiben, die Punkte benennen, den Stecker aufklappen, die Finger benennen und schließlich die Zahl Neun auf der Punktschriftmaschine mehrmals schreiben.

Nachdem die Zahl Neun eingeführt worden ist, sollen nun die entsprechenden Zerlegungen geübt werden. Zu diesem Zweck bekommt jeder Schüler wieder ein Freies Feld, auf das sie je einen Neunerstab waagerecht unten an der Leiste anlegen sollen. Dann ziehen die Schüler reihum eine Karte, auf der eine Additionsaufgabe mit der Summe Neun steht, die sie laut vorlesen und dann legen. Sophia wird vorgegeben, dass sie die Karte lesen soll, indem sie diese links unten an der Kante anlegt und sie damit stabilisiert. Diese Vorgabe hat zum Ziel, ihr Ordnungsverhalten zu fördern, indem Organisationsbeispiele vorgegeben werden. Dieses Spiel soll alle Zerlegungen der Zahl Neun verdeutlichen und den Umgang mit der neuen Zahl trainieren.

Reflexion

Zu Beginn der Stunde haben die Schüler zuallererst erkannt, dass der Neunerstab neu ist. Das Bauen der Treppe fiel allen Kindern, auch Sophia, recht leicht, obwohl sie wieder mehr Zeit benötigte als die anderen Kinder. Dies mag auch daran gelegen haben, dass die Unterrichtsstunde recht spät am Vormittag stattfand, so dass Sophia Konzentrationsschwierigkeiten hatte (vgl. Kapitel 7.2.1).

Bei den Zerlegungen wurde deutlich, dass die Schüler größere Stäbe mit großen und kleinere Stäbe mit kleinen Zahlen in Verbindung brachten. Bei Sophia wurde dies daran deutlich, dass sie zwar häufig den falschen Stab nahm, der jedoch meistens nahe an dem gesuchten LiMas war. Fabien, Luzie und Melina scheinen Ansätze des Kommutativgesetzes entdeckt zu haben. Ihnen ist aufgefallen, dass Melina, die den beiden anderen gegenüber saß, die Zahlen immer andersherum legte als sie. Nun mussten sich sie davon überzeugen, dass die Aufgabe dennoch richtig gelöst war, indem sie um den Tisch herumliefen.

Bei Sophia konnte beobachtet werden, dass sie die LiMas sehr gut an eine Kante des Feldes legte, jedoch noch Schwierigkeiten hatte, zum einen die richtige Kante zu wählen und zum anderen, einen Stab an zwei Seiten gleichzeitig anzulegen.

Medien

Durchgängiges Medium in dieser Unterrichtsreihe sind die LiMa-Stäbe, die bereits in Kapitel 6 ausführlich beschrieben wurden und deshalb an dieser Stelle nicht näher erläutert werden. Lediglich die Zahlen, die für die fünfte Unterrichtsstunde zusätzlich angebracht wurden, sollen näher erklärt werden. Die Zahlen sind in Schwarzschrift am unteren Ende des Stabes gegenüber dem Magneten angebracht. Bei den blauen Stäben ist dies erst über dem Punkt möglich. Die Punktschriftzahlen befinden sich direkt darüber. Das Anbringen der Zahlen aufeinander hat sich als nicht so günstig herausgestellt, da sonst die Schwarzschriftzahlen nicht mehr deutlich zu erkennen sind, was für den Anfangsunterricht nicht sinnvoll erscheint. Die Schwarzschriftzahl wurde unmittelbar über dem Punkt angebracht, da sonst gegebenenfalls ein gleichzeitiges Fühlen von Filzpunkt und Punktschriftzeichen irritiert hätte.

Zusätzlich zu den LiMa-Stäben wurden im Laufe der Unterrichtsreihe einige weitere Medien entwickelt. Die Kärtchen mit den unterschiedlichen Additionsaufgaben sind 5x7,5cm groß und sind sowohl in Punkt- als auch in Schwarzschrift beschriftet, um den Kindern die Möglichkeit zu geben, alle Karten zu lesen. Zudem kommen die sehenden Schüler mit Punktschrift in Kontakt, was Sophias Integration verbessern könnte. Die Beschriftungen sind, ebenso wie bei den Beschriftungen der LiMa-Stäbe nicht übereinander angebracht, weil die Schwarzschriftzahlen verzerrt worden wären, was mir für den Anfangsunterricht äußerst ungünstig erscheint.

Ebenso wird es bei den Karten für das Bingofeld gehandhabt. Die Kärtchen sind mit beiden Beschriftungen und ausnahmslos mit der „rauen" Seite des Klettbandes versehen. Die „weiche" Seite ist auf Sophias Feld angebracht, weil diese angenehmer zu tasten ist und das Bingofeld im Laufe des Spiels mehrfach berührt werden muss. Die Klettpunkte sind nur auf Sophias Feld zu finden, da ihr Bingofeld aus dickem Fuserpapier besteht, während die Felder der anderen Kinder aus einfachem Papier gemacht sind. Bei der Benutzung von Klettband würde das Papier schnell einreißen. Da das Spiel schon im Deutschunterricht in ähnlicher Form gespielt worden ist und die Kinder die Karten hier ebenfalls nur auflegten, kann davon ausgegangen werden, dass die Kinder damit umgehen können. Das Feld hat im Gegensatz zum 4x4-Feld im Deutschunterricht nur neun Felder, da der Zeitaufwand des Spiels sonst vermutlich zu hoch wäre. Neun Aufgaben zu überblicken scheint mir ausreichend.

7.3 Einsatz der LiMa-Stäbe in einem zweiten Schuljahr

Im zweiten Schuljahr erfolgt der Einsatz der LiMa-Stäbe parallel zu den originalen Rechenstäben, da die Einführung dieses Materials in naher Zukunft von der Klassenlehrerin geplant ist und somit mehrere Sätze des Materials vorhanden sind. Da also alle Schüler der Klasse gleichzeitig mit Hilfe der LiMas bzw. der Rechenstäbe unterrichtet werden, erfolgt an dieser Stelle, anders als für die 1.Klasse, keine detaillierte Beschreibung aller beteiligten Schüler. Stattdessen möchte ich mich hier auf die Darstellung der allgemeinen Klassensituation und auf die ausführliche Beschreibung der blinden Schülerin Michelle beschränken. Die entsprechenden Informationen stammen zum größten Teil aus Beobachtungen, welche vor dem Beginn des Unterrichts mit den LiMa-Stäben möglich waren, und werden durch Aussagen der Klassenlehrerin ergänzt.

7.3.1 Vorinformationen und Vorüberlegungen

Beschreibung der Schule und der Klassensituation

Die Overberg-Grundschule ist Teil eines Schulzentrums in dem kleinen sauerländischen Ort Fröndenberg, zu dem außerdem noch eine Gesamtschule gehört. Beide Schulen sind aber sowohl räumlich als auch bezüglich der Verwaltung vollkommen voneinander getrennt. Lediglich der Schulbus wird gemeinsam benutzt.

Dieser ist nötig, um die Schüler aus Fröndenberg und den nahegelegenen Nachbarorten Ardey und Frömern zur Schule zu bringen. Die Schule hat ca. 375 Schüler, die in drei bzw. vier parallelen Klassen untergebracht sind. Außer der Kinder mit Behinderung in der Klasse 2a, die im weiteren Verlauf noch ausführlicher beschrieben werden, wird zur Zeit noch ein Kind mit Verhaltensauffälligkeiten in der Parallelklasse integrativ beschult. Die Schule hat in den vergangenen Jahren bereits mehrfach mit lernbehinderten Kindern Erfahrungen gesammelt.

Die Klasse 2a wird von neun Mädchen und neun Jungen, also insgesamt 18 Schülern besucht. Sie hat insofern einen besonderen Charakter, als dass nicht nur Michelle, ein blindes Mädchen, integrativ betreut wird, sondern zudem von Sebastian besucht wird, der eine Hör-, Sprach- und eine Lernbehinderung aufweist und ebenfalls integrativ für zwei Stunden in der Woche betreut wird. Bei Kim sind Hyperaktivität und ein Aufmerksamkeitsdefizitsyndrom (ADS) auffällig. Leonhardt zeigt deutliche Schwierigkeiten, auf Linien oder in Schreibschrift zu schreiben, was auf eine Wahrnehmungsstörung schließen lässt. Insgesamt ist die Klasse also sehr heterogen, auch was den Leistungsstand anbelangt. Einige Kinder, wie Manuel, Kim oder Mark sind sehr leistungsstark, während Sebastian dem Unterricht kaum folgen kann. Die meisten Kinder befinden sich jedoch in einem sehr breiten Mittelfeld. Die Klasse ist insgesamt verhältnismäßig unruhig, was sich aber laut der Klassenlehrerin seit dem letzten Jahr schon verbessert hat. Auffällig ist, dass die Kinder sich untereinander außerordentlich gut verstehen und akzeptieren. Abgesehen von üblichen Raufereien und kleineren Streitigkeiten wird kein Kind völlig aus dem Klassenverband ausgeschlossen. Die Klassenlehrerin hat die Klasse 2a im Laufe des letzten Schuljahres aufgrund des Schwangerschaftsurlaubs der ursprünglichen Klassenlehrerin übernommen.

In Mathematik arbeitet die Klasse mit dem „Zahlenbuch“. Der Hunderterraum wurde bereits in Ansätzen erarbeitet, indem beispielsweise Einer zu Zehnern gebündelt wurden. Auf dem Hunderterfeld haben die Kinder bereits die Zehnerzahlen und schließlich alle Zahlen dargestellt, d.h. sie haben sich schon im Hunderterraum bewegt.

Michelle wird einmal pro Woche für drei Stunden von einer Blindenpädagogin der Westfälischen Schule für Blinde und Sehbehinderte in Soest betreut. In dieser Zeit arbeiten beide Lehrer erfolgreich im Team. Eine Stunde in der Woche treffen sich die beiden Pädagogen in einer Teamsitzung, in der sie besprechen, was in der folgenden Zeit im Unterricht geplant ist und überlegen gemeinsam, wie die Materialien für Michelle umgesetzt werden können. Durch diese sehr gute Absprache und das hohe Interesse an einer guten Integration, ist es der Klassenlehrerin auch möglich, Unterrichtsstunden wie Kunst o.ä., an denen Michelle nur schwer selbstständig teilnehmen kann und eine individuelle Betreuung benötigt, in den Betreuungsstunden durchzuführen. Auch die Mitschüler akzeptieren Michelle. Problematisch ist hingegen, dass die anderen Pädagogen der Schule nur geringes Interesse zeigen, diese Klasse zu unterrichten. Aus diesem Grund findet der gesamte Unterricht bei der Klassenlehrerin statt.

Materiell ist die Klasse noch nicht allzu gut ausgestattet. Michelle hat zwar eine Punktschriftmaschine, und es ist genügend Punktschriftpapier vorhanden, aber es stehen weder ein Punktschriftdrucker noch ein Scanner oder Fuser zur Verfügung.

<u>Beschreibung der Schülerin Michelle, 8 Jahre alt</u>

<u>Anamnese</u>

Michelle lebt mit ihren Eltern und ihrer 3 Jahre alten Schwester in Fröndenberg-Warmen. Seit ihrer Erblindung im Alter von 2½ Jahren erhielt sie Frühförderung seitens der Westfälischen Schule für Blinde und Sehbehinderte in Soest. Zunächst wurde sie im Elternhaus gefördert und im Alter von drei Jahren mit Hilfe einer heilpädagogischen Zusatzkraft in einem Regelkindergarten betreut, in dem sie laut Bericht sehr gut integriert war. Seit dem Jahr 2000, also mit fünf Jahren wurde sie in Punktschrift in ihren Grundzügen unterrichtet, die sie sehr schnell und mit Freuden lernte.

Medizinische Aspekte

Michelle ist im Alter von 2½ Jahren aufgrund einer Entzündung des Sehnervs, wahrscheinlich infolge einer Hepatitis B-Impfung fast vollständig erblindet. Laut Gutachten aus dem Jahr 2001 ist sie auf dem rechten Auge völlig blind, während auf dem linken Auge ein Visus von 0,003 errechnet wurde. Auf beiden Augen ist ein Nystagmus zu beobachten. Mit einem Visus von unter 0,02 entspricht dies der Kategorie 4 der WHO-Definition (vgl. Kapitel 2.1).

Auf den ersten Blick scheint Michelle recht viel zu sehen. Sie bewegt sich frei mitten im Raum, streckt die Arme dabei nicht nach vorne, hält den Kopf aufrecht und scheint ihre Mitmenschen ohne Schwierigkeiten zu erkennen. Erst bei näheren Beobachtungen fällt auf, dass sie sich jedoch gelegentlich an der Tafel stößt, über eine Schultasche stolpert oder die Klassenlehrerin nicht finden kann. In solchen Situationen wird deutlich, dass Michelle bei guten Lichtverhältnissen Umrisse und kontrahäre Farben erkennen kann und ihre Blindheit lediglich sehr gut kompensiert. Dies könnte damit zusammenhängen, dass sie erst im Alter von 2 ½ Jahren erblindet ist und noch ein geringes Sehvermögen hat, so dass sie sich verhält, als könne sie sehen. Sie orientiert sich hauptsächlich über ihr Sehvermögen und das Gehör. Tasten zur Orientierung in einem großen Raum scheint sie nicht zu bevorzugen. Kleinere Räume, wie z.B. den Arbeitstisch kann sie jedoch strategisch sehr gut taktil erkunden.

Lebenspraktische Fertigkeiten, Orientierung und Mobilität

Michelle bewegt sich in bekannter Umgebung sehr selbstständig und sicher. Auffällig ist, dass sie stets frei im Raum läuft, ohne sich taktil an der Wand oder den Tischen zu orientieren. Beim Laufen setzt sie ihre Hände oft nicht ein, doch scheint sie stets konzentriert zu sein, um genau zu hören, wo sich Möbel und die Mitschüler befinden. Auf diese Weise scheint sie sich im Klassenraum zu orientieren. Manchmal stößt sie dabei gegen irgendein Möbelstück oder eine Schultasche, was sie dann aber ohne Kommentar hinnimmt. Dass sie sich auf diese Weise trotzdem im gesamten Klassenraum und in den meisten Teilen der Schule selbstständig zurechtfindet, zeugt von einer sehr guten Sensibilisierung der anderen Sinne und einer guten Orientierungsfähigkeit.

Auch ihre Orientierung im Hand- und Armtastraum ist sehr gut. Sehr oft legt sie einen Stab beiseite und findet ihn noch Minuten später mit einem Griff wieder. Michelles Organisationsfähigkeit ist ebenfalls als hervorragend zu bezeichnen. Sie hat stets einen Überblick über die in ihrer Schultasche befindlichen Gegenstände. Auch bei der Arbeit mit den LiMas zeigt sie ein sehr ausgeprägtes Ordnungsvermögen, indem sie beispielsweise auch das Kinn zu Hilfe nimmt, um eine Karte oder einen Stab zu halten. Der Umgang mit der Punktschriftmaschine gelingt ihr sehr gut.

Schulischer Leistungsstand

Michelle ist in allen schulischen Bereichen normal bis überdurchschnittlich entwickelt und wird demzufolge zielgleich unterrichtet.

Besonders im sprachlichen Bereich zeigt Michelle sehr gute Leistungen. Schon vor Schuleintritt konnte sie Punktschrift lesen und liest heute sinnerfassend und mit Freude auch längere Texte. Auch das Schreiben fällt ihr nicht schwer. Beim Abschreiben buchstabiert sie die einzelnen Wörter und überträgt sie dann fehlerfrei und zügig. Schwierigkeiten bereitet ihr manchmal noch die Groß- und Kleinschreibung, doch kann sie auch diesbezügliche Fragen schnell und selbstständig beantworten. Manchmal erwähnt sie, dass sie sich sehr auf das Erlernen der Kurzschrift freut. Die wird auch daran deutlich, dass sie immer wieder nach Kürzungen fragt, die ihr in diesem Moment hilfreich erscheinen.

Auch im mathematischen Bereich zeigt Michelle sehr gute Leistungen. Der Zahlbegriff im Zahlenraum bis hundert ist schon herausragend gut entwickelt. Dies zeigt sich beispielsweise darin, dass sie die Hälfte von hundert problemlos benennen kann, ohne Hilfsmittel zu benutzen oder die Antwort auswendig zu wissen. Dies zeigt einen doch schon recht guten Überblick über die Zahlen im Zahlenraum bis hundert.

Im Sportunterricht klettert, rennt und springt sie gerne und angstfrei. Sie kann eine akustisch vorgegebene Richtung sehr gut orten, was sich darin zeigt, dass sie einen Ball recht gerade auf die Geräuschquelle zu rollen kann. Dies zeugt von einer ausgeprägten Orientierungsfähigkeit im Raum.

<u>Lernverhalten</u>

Michelle hat sehr viel Freude am Lernen. Sie ist leicht zu motivieren und kann sich lange und ausgiebig auf eine Tätigkeit konzentrieren. Sie ist in der Lage, selbstständig zu arbeiten und zeigt sich aufgeschlossen gegenüber neuen Aufgabenstellungen und Lerninhalten.

<u>Sozial- und Kommunikationsverhalten</u>

Michelle ist in der Lage, selbstständig Hilfe anzufordern, wenn sie diese für nötig hält. Ihr Mitschüler helfen ihr dann auch bereitwillig. Im Kindergarten hat sie ihre eigene Blindheit laut Bericht häufig verleugnet. Heute scheint sie ihre Behinderung zu akzeptieren und macht ihre Mitmenschen sofort darauf aufmerksam, dass sie nicht so gut sehen kann. Der Kontakt zu ihren Mitschülern ist sehr gut. Sie hat Freunde, wird aber auch schon mal von Mitschülern geärgert, was jedoch nie über das Maß des „Alltäglichen" hinausgeht.

7.3.2 Planung, Durchführung und Reflexion der Unterrichtsstunden

<u>Ziele der Unterrichtsstunden</u>

Ziel der ersten Unterrichtsstunde(n) ist es, die Schüler mit den Eigenschaften der Rechenstäbe bzw. LiMas vertraut zu machen. Dann sollen sie das Hunderterbrettchen kennen lernen. Außerdem wird das Rechnen mit den LiMa-Stäben bzw.

den originalen Rechenstäben[5] angebahnt. Die darauffolgenden Unterrichtsstunden dienen dem Rechnen im Hunderterraum mit Hilfe der Stäbe, um den Zahlbegriff der Kinder im Bereich des Hunderterraumes weiter zu entwickeln.

Da besonders im Hinblick auf die Erfahrungen aus der Arbeit mit der ersten Klasse, nicht eingeschätzt werden kann, wie viel Zeit die Schüler benötigen, um die Eigenschaften der Stäbe so gut kennen zu lernen, dass sie diese für mathematische Aufgabenstellungen verwenden können oder gar ein Hilfsmittel darstellen, wird an dieser Stelle noch nicht festgelegt, wann die Schüler mathematische Aufgaben bearbeiten und inwiefern neue Aspekte mit Hilfe der Stäbe eingeführt werden können.

[5] Im Folgenden sollen diese originalen Rechenstäbe nur „Rechenstäbe“ genannt werden, um sie von den selbst hergestellten LiMa-Stäben zu unterscheiden. Der Begriff „Stab“ hingegen umfasst in der Regel sowohl die Rechenstäbe als auch die LiMas oder es geht klar aus dem Zusammenhang hervor, welche Stäbe gemeint sind.

Planung, Durchführung und Reflexion der ersten Unterrichtsstunde

Ziel: Kennen lernen und Benennen der Rechenstäbe bzw. LiMa-Stäbe

Planung

Phase/ Zeit	Lehrerverhalten	Schülerverhalten	Sozialform
Einstieg 10 min	L. stellt Kisten mit den LiMa-Stäben auf die Tische und fordert S. auf, etwas Beliebiges, z.B. einen Turm, mit den Stäben zu bauen.	S. bauen mit den LiMa-Stäben auf Freien Feldern (2a).	Einzelarbeit oder wahlweise Part-nerarbeit
Erarbeitung 5 min	L. fordert S. auf, einige Eigenschaften der LiMa-Stäbe zu nennen und benennt die Stäbe mit Einer etc.	S. tragen einige Eigenschaften der LiMa-Stäbe zu-sammen.	Unterrichts-gespräch
Übung/ Fes-tigung 15 min	L. fordert S. auf, sich im Kreis zu versammeln und über die Erfahrungen der Übung zu berichten; dann erklärt er die nächste Übung.	Ein S. baut eine Figur aus wenigen Stäben, die der Partner nachbauen soll (2b).	Partnerarbeit
Vertiefung/ Endphase 10 min	L. gibt ggf. Hilfestellung.	Ein S. legt einen Stab in den Krabbelsack, welches der Partner nur durch Tasten erraten soll (2c).	Partnerarbeit

Durchführung

In der ersten Unterrichtsstunde müssen zunächst die Tische von der U-Form zu Gruppentischen umgestellt werden, so dass das Arbeiten mit den Stäben in Gruppen möglich wird. Zwei der drei Gruppentische sollen mit den Rechenstäben arbeiten, während die dritte Gruppe, zu der auch Michelle gehört, mit den LiMa-Stäben arbeitet. Die erste Aufgabe entspricht der ersten Aufgabe der Kinder in Hannover. Die Schüler sollen etwas Beliebiges mit den Stäben bauen. Dazu erhält die Gruppe mit den LiMa-Stäben Freie Felder, um von dem angebrachten Magneten Gebrauch machen zu können. Die anderen Kinder arbeiten frei auf den Tischen. Dieses freie Bauen dient dazu, die Stäbe kennen zu lernen und erste Erfahrungen zu sammeln. Nach einigen Minuten freien Bauens werden in den einzelnen Gruppen erste Erfahrungen mit dem Material besprochen. Durch das Verbalisieren und die Erfahrungen der anderen Kinder sollen die Eigenschaften der Stäbe besser kennengelernt werden.

Nach einer weiteren kurzen Bauphase, die dazu dienen soll, die neu gewonnenen Einsichten nachzuvollziehen und zu vertiefen, sollen die Schüler im Kreis zusammenkommen. Zu diesem Zweck nehmen sich die Kinder Teppichfliesen, auf die sie sich auf den Fußboden im Kreis setzen können. Diese Sozialform ist den Schülern schon aus früheren Unterrichtsstunden bekannt. Eins solcher Wechsel der Sozialform ermöglicht den Schülern etwas Bewegung und eine kurze Pause bezüglich des aktiven Umgangs mit dem Material. Zudem können so alle Kinder angesprochen werden, ohne dass sie durch das auf dem Tisch liegende Material abgelenkt werden könnten. Im Kreis werden noch einmal die Eigenschaften der Rechenstäbe bzw. der LiMa-Stäbe zusammengefasst und miteinander verglichen. Dann wird die nächste Übung erklärt, in der die Schüler zu zweit arbeiten sollen. Ein Schüler legt eine Figur aus einigen wenigen Stäben vor, die der Partner nachbauen soll. Diese Übung hat zum Ziel, mit den Stäben vertraut zu werden. Durch das einfache Bauen hatten die Schüler die Gelegenheit, die Rechenstäbe bzw. LiMas kennenzulernen und einige Erfahrungen zu sammeln. Diese Erfahrungen können bei der zweiten Übung nach dem Unterrichtsgespräch gefestigt werden.

Im Anschluss an diese Übung bekommt jedes Schülerpaar einen Krabbelsack, in welchen ein Schüler einen Stab legt, den der Partner nur durch Tasten erraten soll. Dieses Spiel dient einem besseren Kennenlernen der Stäbe durch den Einsatz aller Sinne. Zudem hat Michelle bei dieser Übung dieselben Voraussetzungen wie ihre Mitschüler und erhält auf diese Weise Zeit, sich mit den LiMas zu beschäftigen. Dies ist insofern von Bedeutung, als dass sie aufgrund ihrer Blindheit vermutlich wesentlich mehr Zeit benötigen wird, das Material kennen zu lernen und einen Überblick zu bekommen.

Zum Schluss sollen die Schüler die Stäbe wieder zurück in die Kisten räumen, was für die Schüler mit den Rechenstäben insofern eine Übung in sich birgt, als dass sie die Rechenstäbe in das korrekte Fach legen und sie somit identifizieren oder direkt vergleichen müssen.

Reflexion

Die erste Unterrichtsstunde begann mit der Umstellung der Sitzordnung, was mehr Zeit in Anspruch nahm, als zuvor bedacht wurde. Das Bauen mit den Stäben schien allen Kindern Freude zu bereiten. Einige bauten sehr große komplizierte Gebilde, während andere Kinder eher Muster legten. Das kurze Unterrichtsgespräch in der Kleingruppe zeigte, dass die meisten Schüler recht schnell mit den Eigenschaften der Rechenstäbe bzw. der LiMas vertraut waren. Doch hatten zu diesem Zeitpunkt noch nicht alle Schüler die Fünfermarkierung begriffen.

Dies änderte sich jedoch in der Unterrichtssituation im Kreis, in der die Eigenschaften der Stäbe noch einmal wiederholt und miteinander verglichen wurden. Denn bei der nachfolgenden Übung, dem Vor- und Nachbauen von Mustern, entstand der Eindruck, dass die Schüler die gesuchten Stäbe immer schneller finden konnten und diese immer weniger direkt miteinander vergleichen mussten. Es hatte den Anschein, dass alle Schüler, mit Ausnahme von Sebastian, der Schwierigkeiten beim Lernen hat, die Eigenschaften der Rechenstäbe bzw. LiMa-Stäbe verstanden haben. Für die geplante Übung, die Stäbe tastend aus einem Krabbelsack herauszufinden, blieb, wahrscheinlich aufgrund der langen Umzugsarbeiten vom Beginn der Stunde, keine Zeit mehr. Diese Übung könnte jedoch sinnvoll am nächsten Tag als Einstieg durchgeführt werden.

Planung, Durchführung und Reflexion der zweiten Unterrichtsstunde

Ziel: Erarbeiten des Rechnens mit den Rechenstäben bzw. LiMa-Stäben

Planung

Phase/ Zeit	Lehrerverhalten	Schülerverhalten	Sozialform
Einstieg ca. 10 min	L. ruft die S. in den Kreis, erklärt das Einstiegs-spiel und macht es mit einem Schüler als Partner anhand eines Beispiels vor (2d).	Ein S. legt einen Stab in den Krabbelsack, welchen der Partner nur durch Tasten zu erraten versucht.	Partnerarbeit
Zwischen-gespräch ca. 5 min	L. fordert S. auf, in den Kreis zu kommen. Hier sollen die Erfahrungen und Taststrategien der S. besprochen werden. L. erklärt folgende Übung und verdeutlicht diese anhand einiger Beispiele mit unterschiedlichen Stäben (2e).	S. tragen Erfahrungen und Taststrategien zusam-men.	Unterrichts-gespräch
Vertiefung ca. 10 min	L. gibt ggf. Hilfestellungen.	Ein S. legt Zahlen auf dem Hunderterbrettchen, die der Partner erraten soll (2f).	Partnerarbeit
Zwischen-gespräch ca. 5 min	L. fordert S. auf, im Kreis zusammen zu kommen und Erfahrungen der letzten Übung zu äußern; L. erklärt folgende Übung und macht diese an eini-gen Beispielen auch mit unterschiedlichen Brett-chen und Stäben vor.	S. tragen Erfahrungen zusammen.	Unterrichts-gespräch
Erarbei-tungsphase ca. 10 min	L. gibt ggf. Hilfestellung.	S. lösen Aufgaben auf Karten mit Hilfe der unter-schiedlichen Stäbe; beide S. schreiben die Aufgabe mit Lösung in ihr Heft (2g).	Partnerarbeit
Endphase ca. 5 min	L. fordert S. auf, die Materialien einzuräumen.	S. räumen die Materialien ein.	Einzelarbeit

Durchführung

Die zweite Unterrichtsstunde beginnt mit allen Schülern gemeinsam im Kreis. Hier soll an die letzte Unterrichtsstunde angeknüpft werden, indem an die Stäbe und die vergangene Stunde erinnert wird. Dann wird die folgende Übung erklärt, bei der ein Schüler einen Stab in den Krabbelsack legt, den der Partner erraten soll. Diese Übung wird beispielhaft mit einem Schüler gemeinsam vorgeführt. Sie soll, wie in der Beschreibung der ersten Unterrichtsstunde bereits erwähnt, hauptsächlich dem Kennenlernen der Stäbe mit allen Sinnen dienen. Nach einigen Minuten sollen sich die Schüler wieder im Kreis zusammenfinden und diskutieren, welche Stäbe leicht und welche schwer zu erkennen waren. Dabei sollen sie Methoden aufzeigen, wie die Größe bei den Rechenstäben bzw. LiMas nur durch Tasten erkannt werden kann. Die Verbalisierung der verwendeten Methode soll das Verständnis für die Stäbe festigen, indem die Strukturierungen der Rechenstäbe bzw. LiMas angesprochen und genutzt werden. Im Kreis wird zudem die nachfolgende Übung anhand von Beispielen, sowohl mit den Rechenstäben als auch mit den LiMas erklärt. Ein Schüler soll eine Zahl mit den Stäben legen, welche der Partner erraten soll. Mit Hilfe dieser Übung soll die Verwendung des Hunderterbrettchens verdeutlicht und das Rechnen mit den Stäben angebahnt werden.

Im Anschluss an diese Übung treffen sich alle Schüler wieder im Kreis. Hier soll die vorangegangene Übung kurz reflektiert und die nachfolgende Übung wieder anhand einiger praktischer Beispiele an beiden Materialien erklärt werden. Jedes Schülerpaar soll einen Kartenstapel mit Additionsaufgaben erhalten, deren Summe hundert ist und bei denen der zweite Summand fehlt. Dabei soll in besonderem Maße verdeutlicht werden, dass die Schüler trotz anfänglich leichter Aufgabenstellungen die Rechenstäbe bzw. LiMas benutzen sollen, um den Gebrauch für die anspruchsvolleren Aufgaben zu erlernen. Die Aufgabenstapel sind insofern strukturiert, als dass alle Schüler mit den oben liegenden „leichteren“ Aufgaben beginnen. Leistungsstarke und damit meist zügig arbeitende Schüler werden dann recht schnell zu den anspruchsvolleren Aufgaben gelangen. Die Schüler lösen zwar die Aufgabe gemeinsam, jedoch schreibt jeder für sich die vollständige

Aufgabe in sein Heft. Die Aufgabenkärtchen bzw. der strukturierte Aufbau der Kartenstapel wird später noch näher erläutert.

Zum Schluss treffen sich die Schüler noch einmal kurz im Kreis, um evtl. aufgetauchte Schwierigkeiten zu diskutieren und die Unterrichtsstunde im Ganzen zu reflektieren.

Reflexion

In der zweiten Unterrichtsstunde zeigten alle Kinder, besonders bei der Eingangsübung, unerwartet gute Leistungen. Die Schüler empfanden das Ertasten der Rechenstäbe bzw. LiMas als „leicht“ und zählten eine Vielzahl sehr unterschiedlicher Methoden auf, wie sie die Stäbe durch Tasten erkennen können. Auffällig dabei war, dass die Schüler, die mit den Rechenstäben gearbeitet haben, die nur schwach ertastbaren Einerunterteilungen vorwiegend gezählt haben, während die Schüler mit den LiMa-Stäben, auf denen nur eine Fünferstrukturierung angebracht ist, sehr vielfältige Strategien entwickelten und die Strukturierung fast immer in ihre Überlegungen mit einbezogen. Darauf wird in Kapitel 8, der Analyse, noch näher eingegangen.

Die Darstellung von Zahlen auf dem Hunderterbrettchen erwies sich erwartungsgemäß anfangs als etwas schwierig. Einige Kinder haben die Reihen nicht bis zum Ende gelegt oder nicht konsequent eine Farbe benutzt. Diese Schwierigkeiten konnten aber im Verlauf der Übung gelöst werden, so dass alle Schüler den Gebrauch des Hunderterbrettchens vom Prinzip her verstanden zu haben schienen.

Beim Lösen der Aufgaben haben zwei Schülerpaare erwartungsgemäß die Rechenstäbe nicht oder kaum verwendet, da sie die leichteren Aufgaben im Kopf rechnen konnten. Im Unterrichtsgespräch musste noch einmal intensiv verdeutlicht werden, warum das Legen der Stäbe auch bei diesen Aufgaben von Bedeutung ist. Die nächste Unterrichtsstunde soll aus diesem Grund so anspruchsvolle

Aufgabenstellungen beinhalten, dass auch diese Schüler sinnvoll mit den Stäben arbeiten.

Planung, Durchführung und Reflexion der dritten Unterrichtsstunde

Ziel: Additionsaufgaben im Zahlenraum bis hundert mit Hilfe der Rechenstäbe bzw. LiMa-Stäbe

Planung

Phase/ Zeit	Lehrerverhalten	Schülerverhalten	Sozialform
Einstieg ca. 5 min	L. verteilt Hunderterbrettchen an jeden S. und die Stäbe auf den Tischen und führt Michelle kurz in Struktur der neuen Ordnungskisten ein. L. erklärt die nächste Aufgabe und macht diese anhand eines Beispiels deutlich. L. stellt Zahlen durch Geräusche dar (Klatschen steht für zehn, Schnipsen für eins) und gibt ggf. Hilfestellung (2h).	S. hören die dargestellten „Zahlen“ und legen die entsprechenden Stäbe auf ihr Hunderterbrettchen.	Einzelarbeit
Erarbeitung ca. 15 min	L. erklärt kurz die folgende Aufgabe und verteilt die Hunderterbrettchen und die Aufgabenkärtchen. L. gibt ggf. Hilfestellung.	S. lösen Aufgaben auf Karten mit Hilfe der unterschiedlichen Stäbe; beide S. schreiben die Aufgabe mit Lösung in ihr Heft (2i).	Partnerarbeit
Vertiefung ca. 15 min	L. fordert S. auf, Kärtchen zusammen zu räumen und sammelt diese ein. Dann erklärt er das folgende Quiz. L. verteilt Quizaufgaben an jedes Schülerpaar und startet die Stoppuhr (2j).	S. bearbeiten die Quizaufgaben.	Partnerarbeit
Auswertung ca. 5 min	L. verteilt die Lösungszettel und gibt Hilfestellung.	S. kontrollieren Quizaufgaben.	Partnerarbeit
Endphase ca. 5 min	L. fordert S. auf, ihre Tische aufzuräumen.	S. ordnen die Rechenstäbe bzw. LiMas in die Kästen ein.	Einzelarbeit

Durchführung

Da in den letzten Unterrichtsstunden beobachtet werden konnte, dass die Schüler, insbesondere Michelle, recht viel Zeit benötigten, um einen gesuchten LiMa zu finden, werden die LiMas in dieser Unterrichtsstunde in Ordnungskisten angeboten. Diese sind ähnlich aufgebaut wie die der Rechenstäbe (vgl. Abb. 4). Um Michelle eine Orientierung über die doch recht großen Kisten zu ermöglichen, wird sie eine kurze Einführung in diese neue Struktur erhalten, während die sehenden Kinder die Struktur vermutlich sofort erfassen.

Nun sollen die Schüler Zahlen auf dem Hunderterbrettchen legen, die der Lehrer mit zwei verschiedenen Geräuschen darstellt. Klatschen steht für die Zahl Zehn, während ein Schnipsen die Eins symbolisiert. Diese Übung dient der Motivation und noch einmal der Wiederholung, Zahlen auf dem Hunderterbrettchen zu legen. Außerdem wird der auditive Wahrnehmungskanal als zusätzlicher Sinn angesprochen.

Im Anschluss an diese Einstiegsübung sollen dieselben Aufgabenkärtchen bearbeitet werden wie am Tag zuvor. Nur wird direkt mit Aufgaben des zweiten Schwierigkeitsgrades begonnen. Lediglich Sebastian, der eine Lernbehinderung aufweist, soll noch einige Zahlen auf dem Hunderterbrettchen legen. Bei dieser Übung sollen auch die leistungsstarken Schüler Aufgaben erhalten, die sie herausfordern und das Nutzen der Rechenstäbe bzw. LiMas nötig werden lassen.

Im Anschluss soll ein Quiz stattfinden, das den Umgang mit den Stäben noch weiter vertiefen und die Schüler motivieren soll. Dabei werden drei unterschiedliche Schwierigkeitsgrade verwendet, um eine individuelle Differenzierung zu ermöglichen. Um Wiederholungen zu vermeiden, sollen die Quizaufgaben erst im späteren Verlauf dieses Kapitel genauer erläutert werden. Jedes Schülerpaar erhält einen Zettel und versucht, in zehn Minuten so viele Aufgaben wie möglich zu lösen. Nach Ablauf der Zeit hören alle Schüler auf zu arbeiten und erhalten einen

Lösungszettel, um ihre Aufgaben selbst zu kontrollieren. Gewonnen hat, wer die meisten Aufgaben richtig löst.

Reflexion

Das Ziel der dritten Unterrichtsstunde, das Lösen von Additionsaufgaben im Zahlenraum bis hundert mit Hilfe der Stäbe, ist meiner Ansicht nach erreicht. Nach einigen Versuchen haben alle Schüler das Legen der Zahlen nach vorgegebenen Geräuschen schnell durchführen können. Das Lösen der Aufgabenkarten erwies sich anfangs noch bei einigen Kindern als etwas schwierig, weil sie das Rechnen mit den Stäben auf dem Hunderterbrettchen noch nicht ganz verstanden hatten und die Aufgaben für diese Schüler zu schwer waren. Vielleicht wäre hier eine Wiederholung der Zehneraufgaben sinnvoll gewesen. Aber nach einigen Minuten haben alle Schüler die Struktur verstanden und selbstständig arbeiten können.

Das anschließend geplante Quiz konnte aufgrund der Zeit, die einige Schüler zum Begreifen der Rechenweise benötigt haben, nicht mehr vollständig durchgeführt werden. Zwar haben alle Schüler die Aufgaben bearbeitet, doch konnten die Lösungszettel nicht mehr verteilt werden. Da die Schüler noch nicht gewohnt sind, die Aufgaben der Reihe nach zu bearbeiten und die Aufgaben strukturiert aufzuschreiben, wird es wahrscheinlich schwierig, die Aufgaben in der darauffolgenden Stunde, die aufgrund des verlängerten Wochenendes erst vier Tage später stattfinden kann, selbst kontrollieren zu lassen. Die meisten Schüler würden die eigenen Aufzeichnungen kaum mehr durchblicken können. Aus diesem Grund werden die Hefte vermutlich am Montag vor der Unterrichtsstunde eingesammelt, vom Lehrer kontrolliert und darauf basierend die besten Rechner gewürdigt. Wahrscheinlich wäre es besser gewesen, wenn die Kinder weiter mit den Aufgabenkarten gearbeitet hätten und das Quiz vollständig auf die nächste Unterrichtsstunde verschoben worden wäre. Das Quiz als solches war jedoch meiner Ansicht nach erfolgreich. Nachdem alle Kinder das Prinzip verstanden hatten, haben alle mit Begeisterung versucht, möglichst viele Aufgaben in möglichst kurzer Zeit und damit sehr konzentriert zu lösen. Die Einteilung der Aufgaben in drei verschiedene Kategorien erwies sich als besonders wichtig, da einige leistungsstarke Schüler die Aufgaben schon fast in der vorgegebenen Zeit vollständig lösen konnten. Dennoch wurden auch diese Schüler mit einigen Aufgaben sehr gefordert. Eine Schwierigkeit ergab sich dadurch, dass die Schüler die schriftlichen Aufgabenstellungen wohl als eine Art Erklärung für die nachfolgenden Aufgaben aufgefasst und infolge dessen nicht gelesen haben. Darauf hätte bei der Einleitung des Spiels hingewiesen werden können. Im großen und ganzen war die Stunde meiner Ansicht nach dennoch gelungen, da deutlich wurde, dass nun alle Schüler das Rechnen mit Hilfe der Rechenstäbe bzw. LiMas und dem Hunderterbrettchen verstanden haben und gewinnbringend einsetzen können.

<u>Planung, Durchführung und Reflexion der vierten Unterrichtsstunde</u>

Ziel: Arbeit mit dem Hunderterbrettchen

Planung

Phase/ Zeit	Lehrerverhalten	Schülerverhalten	Sozialform
Einstieg ca. 15 min	L. fordert S. auf, sich im Sitzkreis zusammenzufinden und lobt einige Kinder für ihr gutes Ergebnis beim Quiz und verteilt die Aufgabenblätter sowie die Hefte. L greift einige Schwierigkeiten auf und fordert die Schüler auf, die Aufgabe gemeinsam an der Tafel zu lösen (2k).	S. nehmen die Aufgabenblätter und die Hefte entgegen und lösen gemeinsam einige Aufgaben an der Tafel.	Unterrichts-gespräch
Erarbeitung ca. 20 min	L. erklärt das Spiel „Hunderterbrettchen von beiden Seiten“ und fordert S. auf, sich wieder an die Tische zu setzen. L. nennt Stäbe, welche die S. zum Spielen benötigen (2l).	S. nehmen sich die geforderten Stäbe und legen abwechselnd jeweils einen Stab auf das Hunderterbrettchen und spielen das Spiel.	Partnerarbeit
Endphase ca. 10 min	L. fordert S. auf, noch einmal im Sitzkreis zusammenzukommen. L. fragt nach Schwierigkeiten und Strategien bei dem Spiel.	S. kommen in den Sitzkreis und erläutern Schwierigkeiten und Strategien.	Unterrichts-gespräch

Durchführung

Zunächst soll das Quiz aus der letzten Unterrichtsstunde noch einmal aufgegriffen und abgeschlossen werden. Aufgabenstellungen, bei denen eine Vielzahl von Kindern Schwierigkeiten hatte, sollen noch einmal aufgegriffen und gemeinsam gelöst werden. Dazu setzen sich Schüler und Lehrer in einem Halbkreis auf die Teppichfliesen und bearbeiten die Aufgaben an der Tafel. Michelle soll von der Klassenlehrerin die entsprechenden Veränderungen am Tafelbild auf dem Hunderterbrettchen gezeigt bekommen. Bei diesem gemeinsamen Arbeiten werden nicht nur schwierige Aufgaben geklärt. Die Schüler lernen auch die Strategien und Überlegungen anderer Mitschüler kennen und können dadurch ihren Horizont erweitern.

Im Anschluss daran wird das Spiel „Hunderterbrettchen von beiden Seiten" erklärt und gespielt. Zum Abschluss wird dieses Spiel noch einmal gemeinsam im Sitzkreis besprochen und verwendete Strategien erläutert.

Reflexion

Diese Unterrichtsstunde wurde aus organisatorischen Gründen auf nur 30 Minuten reduziert, so dass lediglich das Spiel „Hunderterbrettchen von beiden Seiten" gespielt werden konnte. Alle Schüler haben die Spielregeln sehr schnell verstanden und konnten sie ohne Schwierigkeiten umsetzen. Es fiel auf, dass die Schüler sehr unterschiedliche Strategien verwendet haben. Einige Kinder haben zuerst den Zehner-Stab gelegt, um möglichst viele kleine Stäbe zurückzubehalten, während andere Kinder zuerst die kleinen Stäbe gelegt haben, um möglichst langsam nach vorne zu kommen. Da nun alle Kinder verinnerlich zu haben scheinen, dass zuerst eine Reihe voll gelegt werden muss, kann davon ausgegangen werden, dass dieses Spiel zur besseren Verwendung des Hunderterbrettchens beigetragen hat.

Medien

Ordnungskisten

Die für die LiMa-Stäbe hergestellten Ordnungskisten sind bezüglich der Struktur identisch mit denen der Rechenstäbe (vgl. Abb. 4) und aus Pappe hergestellt. Die Kästen sind insgesamt etwas größer, damit die LiMas ohne Schwierigkeiten einsortiert werden können. Zudem sind die entsprechenden Zahlen auf den Rand der einzelnen Fächer in Punkt- wie in Schwarzschrift befestigt, welche als Orientierungshilfe für die Einarbeitungsphase gedacht sind.

Aufgabenkärtchen

Die Aufgabenkärtchen enthalten Additionsaufgaben, die nach den folgenden Prinzipien aufgebaut sind:

- Zehnerzahlen, z.B. 60 + ___ = 100.
- Zahlen über Fünfzig mit einer Fünf im Einer, z.B. 75 + ___ = 100.
- Zahlen, die größer sind als fünfzig, z.B. 66 + ___ = 100.
- Zahlen, die kleiner sind als fünfzig, z.B. 36 + ___ = 100.
- Additionsaufgaben, deren Summe entweder eine Zahl mit einer null oder einer fünf im Einer ist, z.B. 78 + 12 =___ bzw. 16 + 39 = ___.
- Subtraktionsaufgaben, deren Differenz entweder eine Zahl mit einer Null oder einer Fünf im Einer ist, z.B. 36 – 16 = ___ bzw. 100 – 15 = ___.

Jede Aufgabenart wird durch vier unterschiedliche Aufgaben vertreten, mit Ausnahme der Zahlen, die kleiner sind als fünfzig. Diese Aufgabenart war mit acht Aufgaben vertreten, da diese im Lehrbuch aktuell besonders behandelt werden sollen. Die danach folgenden schwierigen Aufgaben sind als Zusatzaufgaben für besonders leistungsstarke Schüler gedacht und greifen dem aktuellen Unterrichtsstoff etwas voraus.

Quizaufgaben

Aufgrund der unterschiedlichen Leistungsfähigkeit der Schüler, wurden drei Arbeitsblätter mit unterschiedlichem Schwierigkeitsgrad erstellt, die im Folgenden aufgeführt werden.

Quiz

a) 85 + ___ = 100

b) 25 + ___ = 100

c) Wie viele Fünfer passen in das Hunderterbrettchen?

d) 83 + ___ = 100

e) 25 + ___ = 100

f) Wie viele unterschiedliche Rechenstäbe gibt es?

g) 51 + ___ = 100

h) 31 + ___ = 100

i) Wie viele Zehner passen in das Hunderterbrettchen?

j) Wie viele Einer passen in eine Reihe?

Quiz

a) Wie viele Zweier passen in das Hunderterbrettchen?

b) 35 + ___ = 100

c) 84 + ___ = 100

d) Wie viel ist die Hälfte von 50?

e) 32 + ___ = 100

f) 49 + ___ = 100

g) Passen 15 Siebener in das Hunderterbrettchen?

h) 55 + 15 = ___

i) 42 + 8 = ___

j) 100 = ___ mal 50

Quiz

a) 34 + ___ = 100

b) 13 + ___ = 100

c) Wieviel sind 4 mal 5?

d) 100 = ___ mal 50

e) 100 = ___ mal 25

f) Ich denke mir eine Zahl, verdopple sie und erhalte 100.

g) 27 – 6 = ___

h) 27 – 9 = ___

i) Wie viele Einer sind 3 Sechser?

j) 83 + 12 = ___

8 Analyse der Ergebnisse

In diesem Kapitel möchte ich anhand der gewonnenen Erkenntnisse die eingangs gestellte Frage bezüglich der Eignung der LiMa-Stäbe für die Zahlbegriffsentwicklung blinder und sehender Kinder im Gemeinsamen Unterricht beantworten. Zu diesem Zweck werden die bereits in Kapitel 7.1 hergeleiteten Beobachtungskriterien Verwendung finden, anhand derer dieses Kapitel strukturiert wird. In Kapitel 8.1 wird auf den Umgang der Schüler mit den LiMa-Stäben eingegangen, in Kapitel 8.2 auf die Möglichkeiten des gemeinsamen Lernens und Kapitel 8.3 greift einige Aspekte der Zahlbegriffsentwicklung auf, die beim Umgang mit dem Material beobachtet werden konnten. Die angestellten Beobachtungen werden interpretiert; anhand dessen werden Anhaltspunkte zur Beantwortung der eingangs gestellten Fragen geliefert. Zuvor möchte ich anmerken, dass die Schüler wie erwartet auf die Kamera reagiert haben (vgl. Kapitel 5.2). Zu Beginn der ersten Unterrichtsstunde haben die Kinder sich durch die Kamera sichtlich ablenken lassen (vgl. beispielsweise 1a/ Teilsequenz (TS) 4), doch schon nach kurzer Zeit scheinen sie diese vergessen zu haben.

8.1 Umgang mit den LiMa-Stäben und den Zusatzmaterialien

Länge

Es kann eine Vielzahl an Strategien und deren Entwicklung bezüglich der Bestimmung der Länge der LiMas beobachtet werden. Michelle verschafft sich einen ersten Eindruck über die Länge des LiMas, indem sie den Stab leicht anhebt bzw. verschiebt und so am Gewicht erkennt, ob es sich eher um einen großen oder einen kleinen Stab handelt (vgl. 2g/ TS4). In Aufgabe 2g, dem Legen von Aufgaben auf dem Hunderterbrettchen, sucht Michelle mehrere Zehner-Stäbe. Ist ein großer Stab anhand des Gewichts gefunden (vgl. Kapitel 6.2), wird dieser mit Hilfe unterschiedlicher Methoden genauer untersucht. Zunächst legt sie den LiMa auf das Hunderterbrettchen, um anhand der Abstände zum Rand des Brettchens die genaue Länge des Stabes ablesen zu können. Zwar ist sie zu diesem Zeitpunkt bereits in der Lage, die Länge eines LiMas ausschließlich durch Tasten zu bestimmen (z.B. in Aufgabe 2d), doch möchte ich vermuten, dass sie nach schnelleren Alternativen sucht. Doch die Strategie mit dem Hunderterbrettchen scheint ebenfalls zu viel Zeit in Anspruch zu nehmen, so dass sie in Aufgabe 2g/ TS4 von der Fünfermarkierung Gebrauch macht und am Abstand der Markierung zum Rand die Länge des Stabes erkennt. Diese Strategie behält Michelle im weiteren Untersuchungszeitraum bei und optimiert mit der Zeit die Geschwindigkeit.

Auch Sophia ist bereits seit der ersten Unterrichtsstunde in der Lage, bestimmte LiMas zu finden. So sucht sie in Aufgabe 1a/ TS17 drei „mittlere Stäbe“ und nimmt daraufhin drei blaue Fünferstäbe heraus. Auch in Aufgabe 1b kann sie die vorgegebenen Stäbe ohne Mühe in der Kiste finden. Um dies zu leisten, kombiniert sie, ebenso wie Michelle, zwei Strategien miteinander. Zunächst umschließt Sophia die LiMas mit der Faust, um einen Eindruck des Volumens und damit der Länge zu erhalten (vgl. Kapitel 2.4.2). Von Stäben, die Sophia nicht mehr mit einer Hand umfassen kann, verschafft sie sich einen Eindruck, indem sie mit dem Zeigefinger ein Ende des LiMas ertastet und leicht nach unten gegen ihre Handfläche drückt (vgl. 1i/ TS6). Um einen Stab dann genauer zu bestimmen, hat sie sich offensichtlich am Abstand zwischen der Fünfermarkierung und der Kante des Stabes orientiert. Dies wird u.a. in Aufgabe 1a/ TS1 deutlich, bei der Sophia auf der Suche nach einem Fünfer mit dem Daumen über den Stab fühlt, und somit vermutlich eine Fünfermarkierung erkennt.

In Aufgabe 1b/ TS4-6, bei der Sophia die Vorlage von Melina nachbauen soll, kann beobachtet werden, dass Sophia einen Stab in der Annahme zurück in die Kiste legt, dass der Abstand zur Markierung nicht identisch mit dem der Vorlage ist. Dann jedoch merkt sie, dass der LiMa lediglich falsch herum liegt und somit doch dem gesuchten Stab entspricht. Nach einem erneuten Vergleich mit der Vorlage nimmt sie den soeben beiseite gelegten Stab zielgerichtet wieder aus der Kiste. Am Ende der Unterrichtssequenz sind zwei von vier Stäben bezüglich der Länge korrekt nachgebaut. Lediglich zwei Stäbe haben die falsche, jedoch eine ähnliche Länge, doch muss dies unter der Bedingung betrachtet werden, dass die Unterrichtsstunde eigentlich bereits einige Minuten beendet war und Sophia auch nach einer Aufforderung, die Stäbe einzuräumen, freiwillig weiter arbeitet. Der erhöhte Geräuschpegel, der Zeitdruck und die Tatsache, dass die Vorlage nicht mehr zur Kontrolle ertastet werden konnte (Michelle hat die Stäbe bereits wieder in die Kiste geräumt) muss bei der Interpretation dieses Ergebnisses berücksichtigt werden. Aufgrund dieser Überlegungen möchte ich annehmen, dass Sophia in dieser Stunde bereits in der Lage ist, die Stäbe genau zu diskriminieren und bereits einen ungefähren Überblick über die Anzahl und Länge der LiMas hat.

Interessant ist, dass Michelle zwei Stäbe miteinander vergleicht, indem sie die LiMas senkrecht nebeneinander stellt (vgl. 2g/ TS3). Sophia hingegen vergleicht zwar zwei Stäbe direkt miteinander, doch ertastet sie dabei je einen Stab mit der linken und der rechten Hand simultan (vgl. 1i/ TS8). Auch Michelle ertastet die LiMas häufig mit beiden Händen zur selben Zeit und es ist möglich, dass sie dabei auch vergleicht (vgl. 2g). Diese Art, zwei Stäbe miteinander zu vergleichen, kann auch bei sehenden Kindern beobachtet werden. Melina sucht einen kongruenten LiMa, indem sie zwei Stäbe entweder in erwähnter Weise senkrecht nebeneinander stellt, sie aufeinander legt oder nebeneinander hält. In jedem Fall vergleicht sie während der gesamten ersten Unterrichtsstunde zwei Stäbe durch direktes Nebeneinanderhalten beider Stäbe miteinander. Zu Beginn der zweiten Unterrichtsstunde versucht Melina sichtlich, die LiMas nicht direkt nebeneinander zu halten, sondern sie ausschließlich durch Fixieren aus der Entfernung miteinander zu vergleichen. Diese Methode scheint ihr aber gegen Mitte der Stunde zu anstrengend und ungenau zu sein, so dass sie doch wieder vermehrt zu der altbewährten Methode greift. Erst im Laufe der Zeit wird Melina sicherer bei der Suche nach bestimmten LiMas (vgl. 1b). Aus diesem Grund kann vermutet werden, dass der Größenvergleich durch direktes Nebeneinanderstellen eine typische Methode für Schüler mit visueller Wahrnehmung darstellt, während blinde Schüler ein paralleles Ertasten bevorzugen.

Auch sehende Kinder haben im Zuge der Aufgabe 2d, dem Ertasten von Stäben im Krabbelsack, Methoden entwickelt, die Länge eines LiMas tastend zu bestimmen. Es scheint interessant, die unterschiedlichen Taststrategien der sehenden mit denen der blinden Kinder, auch der von Sophia, zu vergleichen. Zunächst ist auffällig, dass einige sehende Kinder ihre Finger bei der Bestimmung der Größe eines LiMas zur Hilfe genommen haben, d.h. sie haben die Länge des Stabes mit Hilfe der Daumenbreite oder einer Fingerlänge bestimmt (vgl. 2e/ TS1/ TS6 und TS7). Der Gebrauch der Finger deutet darauf hin, dass die Schüler zuvor visuell getestet haben, welches Verhältnis ihre Finger zu den LiMas haben. Blinde Kinder würden ihre Finger nicht selbstständig auch als Messinstrument verwenden (vgl. Kapitel 2.4.4 und 2.5). Michelle beispielsweise kann bei dieser Übung nicht beschreiben, welche Strategie sie verwendet hat (vgl. 2e/ TS2), doch kann beobachtet werden, dass sie mit beiden Händen in den Krabbelsack greift, den Stab ertastet und ihn mit einer Ausnahme nach etwas mehr als 20 Sekunden korrekt benennt (vgl. 2d/ TS5).

Friederike hingegen tastet mit einer Hand im Sack, während die andere Hand den Stab von außen festhält. Sie schafft es, den LiMa bereits nach 12 Sekunden korrekt zu benennen (vgl. 2d/ TS7). Die Tatsache, dass Friederike einen ähnlich langen LiMa mit ihrer Technik schneller erkennt als die eigentlich im Tasten geübtere Michelle legt die Vermutung nahe, dass Techniken, die auf visuellen Vorerfahrungen basieren (hier das vorangehende Testen des Verhältnisses zwischen Fingern und Stab), in der Regel schneller zum Ziel führen als Techniken, die ausschließlich auf taktiler Wahrnehmung beruhen.

Der Grund für schnellere Techniken könnte sein, dass die visuelle Wahrnehmung eine simultane Natur besitzt (vgl. Kapitel 2.4.2). Dies zeigt Friederike recht deutlich bei der Aufgabe, einen Stab durch Tasten im Krabbelsack zu erkennen. Hier rät sie, dass es sich um einen Zehner handelt. Doch kaum hat sie den Stab gesehen fällt ihr auf, dass es sich um einen Neuner handelt: „Oh, das war ja ein Neuner!“ (vgl. 2d/ TS7). Deutlich wird hier auch, das sie sich dabei an der Fünfermarkierung orientiert, weil sie den Stab, ebenso wie zuvor einen Zehner, mit dem Zangengriff an der Fünfermarkierung fest hält. Es hat den Anschein, dass sie ihr Augenmerk dabei auf den Abstand zwischen Fünfermarkierung und Kante legt und anhand dessen die Länge des Stabes erkennen kann. Möglich wäre mittels dieser Methode aber auch eine Orientierung am Gewicht. Wenn auf keiner Seite Übergewicht herrscht, dürfte es sich um einen Zehner handeln. Je stärker das Übergewicht ist, desto näher befindet sich der Stab an der Fünf. In Aufgabe 2d/ TS3 nimmt Friederike ihre Daumen zu Hilfe, wobei sie den Abstand von der Kante des Stabes bis zur Fünfermarkierung auf beiden Seiten gleichmäßig verringert. Auf diese Weise kann sie zügig erkennen, um welchen Stab es sich handelt. In ihrer späteren Entwicklung gelingt es Friederike meist, LiMas auf einen Blick zu erkennen. So möchte sie in Aufgabe 2f/ TS5 einen dritten Zehnerstab in das Hunderterbrettchen legen und erkennt sofort, dass es sich bei den zur Verfügung stehenden langen LiMas jeweils nur um Neuner handelt.

Insgesamt kann festgehalten werden, dass die Stäbe weder zu groß noch zu klein zu sein scheinen. Die Stäbe können sogar von der Erstklässlerin Sophia mit einer Hand ertastet werden. Aufgrund des noch nicht ausreichend ausgebildeten Zahlbegriffs und der geringen Übungszeit sind die Schüler der ersten Klasse zwar noch nicht in der Lage, die Stäbe sicher zu benennen, dennoch kann festgestellt werden, dass diese sicher diskriminiert und gezielt gesucht werden können.

Befestigung

Zu Beginn der ersten Unterrichtsstunde bemerkt Sophia schnell die Sogwirkung des Magneten, indem sie den LiMa kurz über das Freie Feld hält. Dann „knallt“[6] sie ihn auf die Platte, als würde sie glauben, dass der Stab dadurch befestigt würde. Im Anschluss daran drückt sie auf den Stab und zwischendurch auch auf die bereits gelegten Stäbe (vgl. 1a/ TS2 und 3). Es erweckt den Eindruck, als würde sie die LiMas andrücken in der Annahme, dass sie dadurch besser halten. Dieses Verhalten kann dadurch erklärt werden, dass die Schüler zuvor mit Steckwürfeln gearbeitet haben und dabei das Andrücken tatsächlich zu einem besseren Haften führt. Langsam stellt sie jedoch fest, dass es sich um einen Magneten handelt und erkennt dessen Eigenschaften. So beginnt sie in Aufgabe 1a/ TS4

---

[6] Sophia legt den Lima so kräftig auf das Feld, dass ein „Knallen“ zu hören ist. Aus diesem Grund wird diese Art und Weise, das Stäbchen zu legen, im Folgenden mit „knallen“ bezeichnet.

den LiMa leicht anzuheben und dadurch zu erkennen, ob er auf dem Freien Feld haftet. Bisweilen dreht sie ihn auch und drückt darauf, hat aber noch nicht ganz erkannt, aus welchem Grund der LiMa manchmal hält und manchmal nicht, denn sie dreht ihn noch nicht systematisch so lange um jeweils 90°, bis sie die Magnetseite gefunden hat (vgl. 1a/ TS11). Sie versucht sogar, den LiMa hochkant zu stellen, merkt dabei jedoch, dass er nicht auf dem Freien Feld haftet. Später begreift sie, dass der Magnet lediglich auf einer Seite zu finden ist und dreht den Stab so lange, bis er sich nicht mehr so leicht anheben lässt (vgl. 1a/ TS14). Das „Andrücken“ gibt sie jedoch in der gesamten ersten Unterrichtsstunde nicht auf. In Aufgabe 1a/ TS 19 konnte sie den Magnet mit dem Daumen fühlen und ihn dadurch direkt auf die magnetische Seite legen. Kurze Zeit später nimmt sie einen LiMa in die Hand und führt mehrere Seiten, unter anderem die Magnetseite, an ihre Lippen. Eventuell vergewissert sie sich dabei, dass sich die Magnetseite des Stabes tatsächlich anders anfühlt als die anderen Seiten, denn mit den Lippen kann wesentlich differenzierter wahrgenommen werden als mit den Fingern. Bis zum Ende der ersten Unterrichtsstunde hat Sophia die Strategie entwickelt, den Magnet auf dem Freien Feld leicht anzuheben und ihn dann gegebenenfalls um 90° zu drehen.

Bereits in Aufgabe 1b/ TS1 löst sie sich teilweise von der Strategie, die Magnetseite erst beim Drehen auf dem Feld selbst zu erkennen; nunmehr streicht sie schon beim Aufnehmen des LiMas mit dem Daumen über die Magnetseite. Allerdings sind bis jetzt nur Ansätze dieser Strategie beobachtbar, so kehrt sie nämlich noch in derselben Teilsequenz wieder zum Drehen zurück. Später, beispielsweise in Aufgabe 1i/ TS1, kann Sophia die Länge eines LiMas grundsätzlich bereits in der Hand erkennen. Zur Kontrolle scheint das Geräusch zu dienen, das beim Aufsetzen des Stabes auf dem Freien Feld zu hören ist, denn als dann in TS2 zuerst die Kante aufsetzt und der Stab nicht wie gewöhnlich „knallt“, hebt sie den Stab noch einmal hoch, kontrolliert ihn mit dem Zeigefinger und lässt ihn dann erneut auf das Feld knallen. Eine weitere Kontrollfunktion neben dem „Knallen“ ist, den Stab, wie zu Beginn, leicht anzuheben, um die Sogwirkung zu spüren. Doch erkennt sie den LiMa zu diesem Zeitpunkt bereits sehr sicher in der Hand und verfügt über mehrere Kontrollmöglichkeiten.

Michelle klopft zu Beginn mehrfach mit den verschiedenen Seiten des LiMas auf das Freie Feld, um so die Funktion des Magneten zu erkennen (vgl. 2a/ TS2). Dann legt sie ihn auf das Freie Feld und tippt den Stab dort zweimal auf, um ihn dann gegebenenfalls um 90° zu drehen, bis sich der Stab nicht mehr so leicht anheben lässt (vgl. 2a/ TS3). Diese Strategie ähnelt der von Sophia, doch hat Michelle schneller erfasst, dass es sich um einen Magneten handelt, der sich nur auf einer Seite des Stabes befindet. Bereits in Aufgabe 2a/ TS6 beginnt Michelle, den Magneten in der Hand zu erkennen. Doch scheint sie sich noch nicht ganz sicher zu sein, so dass sie doch wieder zur bewährten Methode auf dem Freien Feld zurückgreift. Diese anfängliche Unsicherheit könnte damit begründet werden, dass Michelle in dieser Phase ausschließlich blaue LiMas benutzt, bei denen aufgrund ihrer glatteren Oberfläche die Magnetseite schwerer zu ertasten ist. Später in Aufgabe 2a ist sie jedoch in der Lage, auch die Magnetseite der blauen Stäbe sicher zu erkennen. Es macht den Eindruck, als würde sie sich an den Filzpunkten für die Farbmarkierung orientieren, auf deren gegenüberliegenden Seite sich der Magnet befindet.

Ab der zweiten Unterrichtsstunde ist Michelle in der Lage, den Magneten auf allen LiMas sicher in der Hand zu erkennen und ihn korrekt auf das Feld zu legen. Dabei nutzt sie einige zusätzliche Strategien, um die Magnetseite schneller wahrzunehmen. Beispielsweise arbeitet sie bei Aufgabe 2g/ TS2 ausschließlich mit Zehnern, also mit Stäben, bei denen eine Fünfermarkierung vorhanden ist. Sie erkennt die Magnetseite dadurch, dass dies die einzige Seite ist, auf der sich kein Markierungsstrich befindet. Michelle kann also sehr schnell die Magnetseite in der Hand durch Tasten finden, sucht jedoch immer wieder zusätzliche Strategien, um schneller zu werden.

Die sehenden Kinder haben den Umgang mit dem Magneten ungleich schneller gelernt als die beiden blinden Schüler. Dennoch sind einige Parallelen in der Vorgehensweise zu erkennen. Auch Friederike, Kevin (vgl. 2a/ TS2) und Luzie (vgl. 1a/ TS2) beginnen die Funktion des Magneten zu erkunden, indem sie mit dem LiMa auf das Freie Feld klopfen. Diese Verhaltensweise haben auch Michelle und Sophia, wenn auch erst nach einigen Vorerfahrungen, gezeigt. Die sehenden Kinder erkennen die Magnetseite durch visuelle Wahrnehmung, während sowohl Sophia als auch Michelle noch einige Zeit benötigen, um eine Strategie zum Erkennen der Magnetseite zu entwickeln. Auffällig ist auch, dass sowohl Fabien und Melina als auch Sophia getestet haben, ob die Stäbe auch aneinander haften. Fabien hat zu Beginn zufällig bereits zwei aneinander hängende LiMas aus der Kiste genommen, während Melina versucht hat, mit einem Stab einen zweiten mit Hilfe des Magneten aus der Kiste zu „angeln". Obwohl diese Thematik nicht zur Sprache kam, hat auch Sophia in Aufgabe 1a/ TS4 probiert, ob ein Stab auf dem anderen haften bleibt. Diese Idee könnte allerdings auch von den Steckwürfeln her rühren, denn diese können ebenfalls aneinander befestigt werden.

Sehende Kinder erkennen also die Magnetseite eines Stabes recht schnell anhand visueller Eindrücke, wohingegen blinde Kinder im Laufe einiger Zeit Strategien entwickeln, die Magnetseite des Stabes bereits in den Händen durch Tasten zu erfahren. Zusätzlich benötigen blinde Kinder jedoch häufig Kontrollmöglichkeiten durch das Geräusch des „Knallens" der Stäbe auf das Freie Feld oder durch leichtes Anheben und Spüren der Sogwirkung des Magneten.

Insgesamt scheint der Magnet eine sehr gute Lösung für das Problem des Verschiebens der Stäbe beim Tasten darzustellen. Alle Schüler hatten nach kurzer Zeit keine Schwierigkeiten mehr im Umgang mit dem Magneten. Die Magnete verrutschen beim Tasten nicht, lassen sich aber dennoch leicht verschieben (z.B. 1a/ TS20). Problematisch ist allerdings zu werten, dass die kleinsten Stäbe (Einer und Zweier) aufgrund der verhältnismäßig geringen Magnetfläche lediglich schwach halten, weshalb Michelle zu Beginn gezweifelt hat, ob der Magnet überhaupt vorhanden ist (vgl. 2a/ TS5). Eine Lösung wäre, diese kleinsten Stäbe mit stärkeren Magneten zu bestücken, damit diese ebensogut haften wie die größeren Stäbe.

Farbbenennung anhand der Markierungen

Die Farbe der LiMas ist mit zwei unterschiedlichen Merkmalen gekennzeichnet. Zum einen fühlen sich die blauen Stäbe etwas glatter an als die roten LiMas und zum anderen befindet sich zusätzlich auf den blauen Stäben ein Filzpunkt am Stabende. Die Frage ist nun, ob blinde Kinder die Farbe mit Hilfe der Oberflächenstruktur erkennen oder den Filzpunkt zu Hilfe nehmen. Weiterhin soll beobachtet werden, auf welche Weise und wie schnell die Kinder die „Farbe" ertasten.

Bei Sophia wird schon in der ersten Unterrichtsstunde deutlich, dass sie einen blauen Sechser und einen roten Fünfer bezüglich des Punktes miteinander vergleicht. Sie ertastet einen blauen LiMa, versucht dann, den Punkt auch bei einem roten Stab zu finden und schaut dann noch einmal, wo der Punkt bei dem blauen LiMa genau ist (vgl. 1a/ TS16 und TS17). Daraus kann geschlossen werden, dass Sophia erkannt hat, dass sich nur auf einigen Stäben ein Punkt befindet. Allerdings kann sie diese Eigenschaft noch nicht mit der Farbe in Verbindung bringen, da dieser Zusammenhang noch nicht erwähnt wurde. Dass sie den Punkt als Differenzierungsmerkmal zu nutzen weiß, zeigt sie auch in der zweiten Unterrichtsphase deutlich. Beim Nachbauen von Melinas Muster nutzt sie sicher und schnell die richtige Farbe bzw. den Punkt als Differenzierungsmerkmal (vgl. 1b/ TS5). Später, als der Zusammenhang zwischen Filzpunkt und Farbe besprochen worden ist, hat Sophia die Farbe der LiMas sicher, schnell und mit einem Handgriff benennen können (vgl. 1i/ TS1).

Auch Michelle hat schon während der ersten Unterrichtsphase erkannt, dass sich auf einigen Stäben ein Punkt befindet. Dies wird besonders deutlich, als sie Friederike fragt: „Hast du noch solche? Mit nem Punkt drauf?" (vgl. 2a/ TS11). Dies zeigt, dass der Punkt auch für Michelle ein deutliches Merkmal der Stäbe darstellt. Um diesen auf dem Stab zu finden, scheint sie mit der rechten und linken Hand parallel über die Stäbe zu „krabbeln", d.h. sie bewegt ihre Hände über die Stäbe und ertastet diese, indem sie ihre Finger „krabbelnd" über die LiMas bewegt (vgl. 2a/ TS5). An dieser Stelle nimmt sie einen roten Stab in die linke und einen blauen in die rechte Hand. Obwohl sie den Filzpunkt nicht zu berühren scheint, wählt sie sicher den benötigten blauen LiMa. Es scheint so, als würde sie sich an dieser Stelle auch die Oberflächenbeschaffenheit des Stabes bei der Auswahl zunutze machen. Doch konnte fast ausschließlich eine Orientierung an dem Filzpunkt beobachtet werden. Meist gleitet sie mit den Fingern bis zum Ende des LiMas und prüft, ob sich dort ein Punkt befindet, anhand dessen sie die Farbe des Stabes erkennen kann (vgl. 2g/ TS5).

Insgesamt scheint der Filzpunkt für beide Schüler das eindeutigere Merkmal darzustellen, mit Hilfe dessen sie die Farbe des Stabes schnell, sicher und mit einem Handgriff bestimmen können. Die unterschiedliche Oberflächen-beschaffenheit wird von den Kindern nicht konkret angesprochen.

Fünferstrukturierung

Die Tatsache, dass Sophia die Markierung schon während der ersten Stunde von sich aus erkennt, zeigt, dass sie leicht zu ertasten und auffällig ist. Hierbei vergleicht sie einen Fünferstab mit einem Sechser und fährt dabei mehrfach mit den Fingern über die Fünfermarkierung. Dabei scheint sie die beiden Stäbe diesbezüglich miteinander zu vergleichen. Dabei hat sie erkannt, dass sich auf einigen, jedoch nicht auf allen Stäben, Striche befinden. Ob sie dabei aber auch festgestellt hat, dass die Markierung nur auf größeren Stäben zu finden ist, wird leider nicht deutlich (vgl. 1a/ TS17). In Aufgabe 1b/ TS5 sucht Sophia ganz gezielt im oberen Drittel eines LiMas nach der Fünfermarkierung, wird jedoch nicht fündig, da der Stab falsch herum liegt. Auch Michelle ertastet die Fünfermarkierung mit einer Hand, indem auch sie, wie Friederike, den LiMa auf Höhe der Fünfermarkierung mit dem Zangengriff aufnimmt (vgl. 2d/ TS6).

Die Fünferstrukturierung scheint für eine Vielzahl der sehenden sowie der blinden Kinder eine Hilfe beim Erkennen der LiMa-Stäbe darzustellen. So hat sich Sophia den Abstand der Markierung von der Kante des Stabes gemerkt, um denselben Stab noch einmal finden zu können (vgl. 1b/ TS5). In dieser ersten Unterrichtsstunde hat sie zwar nicht erkannt, dass der Strich eine Struktur darstellt, hat ihn aber dennoch als Hilfe benutzt. Dabei fällt auf, dass sie nur eine Hand benötigt, um den Abstand zu ertasten und den Stab als identisch mit dem anderen zu identifizieren (vgl. 1b/ TS4). Auch Michelle nutzt die Fünfermarkierung zum Bestimmen der Größe eines Stabes. In Aufgabe 2g/ TS10 legt sie beide Daumen an die Markierung und gleitet mit beiden Händen gleichmäßig nach außen. Am gleichen Abstand zwischen Fünfermarkierung und Stabende auf beiden Seiten identifiziert sie den LiMa schnell und sicher als Zehner.

Auch die sehenden Kinder scheinen die Fünfermarkierung für die Bestimmung der Größe eines LiMas zu nutzen. Beim Ertasten der LiMa-Stäbe haben fast alle Kinder die Fünfermarkierung in irgendeiner Form genutzt (vgl. 2e/ TS1 und TS7). Aufgrund dessen lässt sich meiner Ansicht nach schließen, dass diese Schüler auch beim visuellen Erkennen der LiMas die Fünferstruktur mit einbezogen haben. Friederike hat die Fünferstruktur auch beim Abmessen des LiMas mit Hilfe von Einern benutzt, als sie sich bezüglich der Größe des Stabes unsicher war. Sie misst einen Zehnerstab mit zwei mal vier Einern aus, d.h. sie legt vier Einer auf einen Stab, zählt diese und erkennt, dass bis zur Mittellinie fünf Einer gelegt werden könnten. Nachdem sie dies auf jeder Seite durchgeführt hat, erkennt sie, dass es sich bei diesem Stab um einen Zehner handeln muss (vgl. 2d/ TS4).

Bisher konnte das Nutzen der Fünfermarkierung jedoch noch nicht beim Darstellen von Operationen beobachtet werden. Aufgaben, die dies als sinnvoll erscheinen lassen, wurden im Unterricht bisher nicht behandelt.

Hunderterbrettchen

Die Arbeit mit dem Hunderterbrettchen bereitete den Schülern der zweiten Klasse keine Schwierigkeiten. Sowohl die blinden als auch die sehenden Schüler haben den Umgang mit dem Material sehr schnell gelernt und die Struktur erkannt. In Aufgabe 2f/ TS2 kann beobachtet werden, dass Michelle sich an der Fünfermarkierung auf dem Hunderterbrettchen orientiert, als sie eine Reihe mit mehreren LiMas auslegen will. Zudem nutzt sie aus, dass ein Zehner genau in das Brettchen passt. Auf diese Weise kann sie zuverlässig feststellen, ob es sich bei dem LiMa tatsächlich um einen Zehner handelt (vgl. 2g/ TS3). In Aufgabe 2g/ TS13 wird deutlich, dass Michelle der praktische Umgang mit dem Hunderterbrettchen nicht schwer fällt. Sie kann das Brettchen am Holzrand aufnehmen, ohne dass die gelegten Stäbe verrutschen, und kann es zudem leicht zur Seite legen bzw. verschieben. Dabei schiebt sie manchmal gleichzeitig einige LiMas zu Seite, um Platz für die Punktschriftmaschine zu schaffen (vgl. 2g/ TS6).

Michelle hat keine Schwierigkeiten damit, bereits gelegte Stäbe zu zählen. Sie gleitet mit den Fingerspitzen des Mittel- und Zeigefingers über die Stäbe und kann diese so sehr schnell und sicher zählen (vgl. 2g/ TS1).

Handhabbarkeit

In der zweiten Klasse haben die Kinder zunächst mit frei auf dem Tisch liegenden Stäben gearbeitet, um möglichst gleiche Bedingungen zu schaffen wie bei den Gruppen, welche die Rechenstäbe benutzt haben. Denn eine Ordnung in Kisten wäre meiner Meinung nach nicht angebracht, um die Stäbe aktiv und ohne Vorgabe einer Struktur kennenzulernen. Bei dieser Einführung ist natürlich der benötigte Arbeitsplatz besonders groß. Um einen bestimmten LiMa zu finden, muss Michelle sehr oft aufstehen und weit über den Tisch greifen (z.B. in Aufgabe 2a/ TS9). Sehende Kinder scheinen damit weniger Schwierigkeiten zu haben, da sie die gesuchten Stäbe bereits aus der Entfernung erkennen und gezielt nach ihnen greifen können (vgl. 2a/ TS10). Aus diesem Grund werden die LiMas später, wie in der ersten Klasse, in Kisten angeboten. Doch Michelle kippt die Stäbe selbstständig wieder auf die Tische, nachdem sie versucht hat, einige Stäbe in der Kiste zu finden (ohne Videobeispiel). Dennoch benötigt sie unverhältnismäßig viel Zeit, um bestimmte LiMas zu finden. Da die Schüler der zweiten Klasse zu diesem Zeitpunkt schon keine Schwierigkeiten mehr haben, die Größe eines Stabes zu bestimmen, wurden Ordnungskisten hergestellt, die denen der Rechenstäbe gleichen (vgl. Abb. 4). Die Stäbe werden also entsprechend der Größe in einzelne Fächer geordnet. Zu Beginn hat Michelle einige Minuten gebraucht, um sich an das neue System zu gewöhnen, doch sie wird mit der Zeit immer sicherer im Umgang mit den Kisten und kann die LiMas bereits nach einer Unterrichtsstunde problemlos und zügig in die einzelnen Fächer einsortieren (ohne Videobeispiel). Zwar dauert das Einordnen in einzelne Kisten grundsätzlich länger als das unsortierte Aufräumen in große Kisten, doch üben die Kinder dabei gleichzeitig das schnelle Erkennen des Stabes und die Struktur der Kisten. Ein weiterer Nachteil der geordneten Kisten ist, dass einige Kinder manchmal Stäbe in falsche Fächer sortieren, so dass die Lehrkraft dies vor jeder Stunde kontrollieren sollte, um die Kinder nicht zu verwirren, weil sie falsche Stäbe in den Fächern finden. Dieses falsche Zuordnen kann sowohl bei den Rechenstäben als auch bei den LiMas beobachtet werden (ohne Videobeispiel).

An den Kisten sind Zahlen in Punkt- sowie in Schwarzschrift angebracht, um die Orientierung zu erleichtern. Doch kann der Gebrauch bei Michelle nur selten beobachtet werden, denn sie ist sich auch ohne diese Hilfestellung bei der Einordnung sicher. Dennoch wäre eine Hilfestellung dieser Art möglicherweise für diejenigen Kinder sinnvoll, die das System der Einordnung noch nicht verinnerlicht haben. Dies bleibt jedoch noch zu untersuchen.

Insgesamt möchte ich den Einsatz der Ordnungskisten in einem zweiten Schuljahr als positiv bewerten. Die Kinder sind in der Lage, alle Stäbe ohne Schwierigkeiten zu finden und diese in einigen Fällen in die richtigen Fächer zu sortieren. In einer ersten Klasse wären diese Ordnungskisten wahrscheinlich weniger erfolgreich, da die Kinder noch lernen müssten, die Stäbe zu diskriminieren. Dies würde nicht unterstützt, wenn die Schüler beispielsweise die Fächer abzählen, um den gesuchten Stab zu finden. Hier ist es wahrscheinlich sinnvoller, eine große Kiste pro Schülerpaar zu verwenden, wodurch die LiMas sofort einsatzbereit und schnell wegzuräumen sind. Zudem kann die Anzahl der Stäbe mit Hilfe solcher Kisten für eine innere Differenzierung individuell reduziert oder erweitert werden.

Weiterhin ist zu beobachten, dass das Freie Feld, ebenso wie das Hunderterbrettchen, leicht zu handhaben ist. Melina kann das Freie Feld problemlos zu Sophia hinüberschieben, ohne dass die LiMas darauf verrutschen (vgl. 1b/ TS8). Auch Friederike und Michelle können das Hunderterbrettchen herüberreichen und somit gemeinsam an einer Aufgabe arbeiten (z.B. 2g, Ausgangssituation). Die Größe des Freien Feldes ist sowohl für sehende als auch für blinde Kinder angemessen, denn alle Schüler nutzen die gesamte Fläche aus, ohne dabei aufstehen zu müssen.

8.2 Gemeinsames Lernen mit den LiMa-Stäben

Lernaufwand/ Arbeitsaufwand

In beiden Klassen lässt sich feststellen, dass die sehenden Kinder erwartungsgemäß schneller mit dem Material umgehen können als die blinden Schüler. Dies zeigt sich schon bei der Nutzung des Magneten. Sehende Schüler probieren nur einige Sekunden, bis sie selbstverständlich von dem Magneten Gebrauch machen. Sophia hingegen hat ca. 20 Minuten benötigt, um Schritt für Schritt eine individuelle Strategie zu entwickeln, den Magneten sicher und zügig zu erkennen. Michelle braucht zwar nur ca. zwei Minuten, doch bleibt auch sie deutlich über der Zeit der sehenden Kinder.

Der Umgang mit der Farbe bzw. dem Punkt ist für blinde Kinder eine zusätzliche Aufgabe. Sie müssen zunächst feststellen, dass überhaupt Unterschiede existieren, müssen dann diese Punkte mit einer Farbbenennung verknüpfen und eine Strategie entwickeln, diesen Punkt möglichst schnell zu erkennen. Michelle beginnt schon beim freien Bauen mit ausschließlich blauen Stäben zu arbeiten, d.h. sie kann die Stäbe von Beginn an bezüglich des Punktes unterscheiden (vgl. 2a). Sophia hingegen benötigt ungefähr sieben Minuten, um den Punkt zu entdecken (vgl. 1a/ TS17). Dieser Unterschied könnte jedoch auch mit Michelles Sehvermögen erklärt werden. Es ist denkbar, dass sie blau und rot bei genauem Hinsehen unterscheiden kann.

Auch beim Erkennen der Länge eines Stabes sind die sehenden Kinder wesentlich schneller. Interessant ist, dass die meisten sehenden Kinder der 2. Klasse einen LiMa auch durch taktile Wahrnehmung schneller erkennen können als Michelle (vgl. 2d), was bereits in Kapitel 8.1 erläutert wurde.

Ein weiterer Aspekt, bei dem Michelle mehr Zeit benötigt als ihre sehenden Mitschüler, ist das Kennenlernen der Ordnungsfächer. Während die sehenden

Kinder die Struktur der Kisten auf einen Blick erfasst haben und sich sehr schnell an deren Gebrauch gewöhnen, braucht Michelle etwas mehr Zeit. Die kurze Einführung in die Struktur der Kisten vor dem ersten Einsatz erscheint mir besonders wichtig.

Bei Sophia ist vielmehr die Schwierigkeit zu beobachten, sich auf dem Freien Feld zu orientieren und ein Ordnungssystem zu finden, mit dessen Hilfe sie sinnvoll mit den LiMas arbeiten kann. Dadurch benötigt sie für alle Aufgaben wesentlich mehr Zeit als ihre Mitschüler. Da sie diesbezüglich prinzipiell Unsicherheiten zeigt, ist eine Einzelförderstunde notwendig, um dieser blindenspezifischen Schwierigkeit zu begegnen, die bei sehenden Kindern nicht in dem Maße auftreten kann.

Insgesamt benötigen blinde Kinder erwartungsgemäß mehr Zeit, den Umgang mit den LiMas zu erlernen. Doch lassen sowohl Sophia als auch Michelle eine schnelle Entwicklung bezüglich des Umgangs mit den Stäben erkennen. Dies lässt vermuten, dass sich beide Kinder im Laufe der Zeit an die Geschwindigkeit der sehenden Schüler anpassen würden, so dass eine sinnvolle Zusammenarbeit besser möglich wäre. Dennoch halte ich es besonders bei den blindenspezifischen Schwierigkeiten von Sophia für sinnvoll, bei Bedarf Einzelförderstunden zu erteilen.

Anforderungen

Bei einigen Aufgabenstellungen kann beobachtet werden, dass die Anforderungen an blinde Kinder nicht völlig identisch mit denen sehender Kinder sind. Dies fällt sogar auf, wenn vorwiegend auditive oder haptische Wahrnehmung gefordert ist. Beim Diskriminieren von Stäben anhand akustischer Signale (Aufgabe 1h) kann beobachtet werden, dass alle sehenden Kinder die Klopfzeichen zählen, indem sie ihre Lippen dazu bewegen und im Anschluss daran die entsprechende Zahl nennen (z.B. 1h/ TS1). Sophia hingegen scheint die Töne im Ganzen zu hören, ohne sie einzeln zählen zu müssen. Dies deutet auf eine Wahrnehmung durch subitizing hin, wie es bereits in Kapitel 2.4.3 als typisch für blinde Kinder beschrieben wurde. Bezüglich des Unterrichtsziels stellt dieser Unterschied jedoch keine Schwierigkeiten dar.

Bei Aufgabe 1a, dem freien Bauen, ist Sophias Bauweise im Vergleich zu der Bauweise der sehenden Kinder sehr interessant. Während die sehenden Kinder ohne Ausnahme ein völlig visuelles Bild mit Himmel, Erde und einem Haus legen, zieht Sophia den Bau einer Schwimmbadrutsche vor. Dabei ist interessant zu beobachten, dass sie weniger die Schwimmbadrutsche als solche legt, als vielmehr ihr Erlebnis auf derselben. Zwei längere Stäbe stellen z.B. die Beine des Vaters dar, zwischen denen sie sich beim Rutschen befindet. Sich selbst nimmt sie in dieser Situation jedoch nicht als Person, sondern vielmehr als einen Schrei wahr. Dies zeigt in Ansätzen die völlig andere Wahrnehmung blinder Kinder im Gegensatz zu sehenden in Bezug auf die eigene Person sowie die Umwelt. Eine genauere Analyse dieser Szene halte ich zwar für äußerst interessant, ist jedoch nicht Ziel dieser Arbeit. Das Ziel der Aufgabe, nämlich das Kennenlernen der LiMas, ist von allen Kindern erreicht worden und somit ergibt die Andersartigkeit der Aufgabenlösung in dieser Hinsicht keine Schwierigkeiten.

In Aufgabe 1b bzw. 2b, dem Nachbauen, sind bei Sophia und Michelle einige zusätzliche Anforderungen zu beobachten. Während sehende Kinder sowohl mit der Farbe als auch mit der Verwendung des Magneten kaum Schwierigkeiten haben, müssen blinde Kinder, wie bereits erwähnt, Strategien erarbeiten, um mit diesen Eigenschaften umgehen zu können. Zudem erhalten sehende Schüler durch den simultanen Charakter der visuellen Wahrnehmung wesentlich schneller einen Überblick über das Material. Da sehende Kinder in diesem Alter i.d.R. kaum noch Schwierigkeiten bei der Orientierung im Raum haben, d.h. in diesem konkreten Beispiel die LiMas an die richtige Stelle zu legen, muss sich Sophia noch sehr auf diese Aufgabe konzentrieren. Interessant ist, dass sie aufgrund des Winkels, den sie zum Bild von Melina eingenommen hat, ihre eigene Nachbildung in demselben Winkel vornimmt. Dies zeigt ihre andersartige Raumwahrnehmung. Doch auch bei dieser Aufgabenstellung ist das Ziel, die Eigenschaften der LiMas genauer zu differenzieren, von allen Schülern erreicht worden. Auch Sophia hat die korrekte

Größe und Farbe gewählt und vom Magneten und der Fünferstrukturierung Gebrauch machen können.

Wie bereits erwähnt, stellt sogar die eigentlich haptisch orientierte Aufgabe 2d, das taktile Diskriminieren von LiMas, eine völlig andere Anforderung an Michelle als an ihre sehenden Mitschüler. Während sehende Kinder sich aufgrund visueller Erfahrungen Taststrategien und Erkennungsmerkmale überlegen, verwendet Michelle nicht bewusst eine Strategie. Dies zeigt, dass die Aufgabenstellung trotz vermeintlich gleichen Voraussetzungen nicht identisch ist.

Kommunikation

Bezüglich der Kommunikation über die LiMas wurden Schwierigkeiten bezüglich der Farbbenennung vermutet. Diese Bedenken erwiesen sich jedoch als völlig grundlos. Als die Farbgebung der Stäbe noch nicht angesprochen war, fragte Michelle ihre Sitznachbarin Friederike nach weiteren Stäben „mit einem Punkt drauf", wobei Friederike dies ohne Schwierigkeiten verstand (vgl. 2a/ TS11 und TS15). Später, nachdem der Zusammenhang zwischen dem Punkt und der Farbe erläutert worden war, hat Michelle auch anhand der Farbbenennung nach bestimmten Stäben fragen können (vgl. 2g/ TS4). Sie orientiert sich zwar vermutlich an dem Punkt, kann aber den Transfer zur Farbe ohne Schwierigkeiten leisten. Auch Sophia, die seit ihrer Geburt blind ist und somit nie Farben gesehen hat, geht nach sehr kurzer Zeit bereits wie selbstverständlich mit den Farbbezeichnungen um, obwohl sie sich am Punkt orientiert. Beispielsweise benennt sie spontan einen LiMa, sogar ohne konkrete Arbeitsanweisung: „O.K., also das ist ein blauer" (vgl. 1i/ TS1). Daran wird deutlich, dass der Zusammenhang zwischen Farbe und Punkt ohne Schwierigkeiten verinnerlicht werden konnte.

Eine Kommunikationsschwierigkeit ist in Aufgabe 2f/ TS3 zu beobachten. Hier fragt Michelle nach Einern, während Friederike weiter mit LiMas, u.a. Einern, spielt. Offensichtlich könnte Friederike aushelfen, bemerkt dies jedoch nicht. Dieser Kommunikationsaspekt führt gleichzeitig zur Fragestellung, wie Gemeinsames Arbeiten mit Unterrichtsmaterialien wie den LiMas gelingen kann.

Gemeinsames Arbeiten

Das Gemeinsame Arbeiten von blinden und sehenden Kindern mit den LiMa-Stäben scheint prinzipiell sehr gut möglich zu sein. Der Gebrauch einer Gemeinsamen Kiste mit LiMa-Stäben ist, wie u.a. in Aufgabe 1a zu beobachten, ohne Schwierigkeiten möglich. Auch Aufgaben, bei denen blinde und sehende Kinder ungefähr gleich viel Zeit benötigen, wie beispielsweise bei Aufgabe 2d, der taktilen Diskriminierung der LiMas bzw. der Rechenstäbe, ist ein Gemeinsames Arbeiten in Form von Partnerarbeit ohne Einschränkungen möglich.

Allerdings ergibt sich in beiden Klassen mehrfach das Problem, dass das blinde Kind langsamer arbeitet als das sehende, weil ihm der Überblick fehlt bzw. gesuchte Stäbe nicht so schnell gefunden werden können. Der sehende Partner hat währenddessen keine Aufgabe. Dies führt beispielsweise bei Aufgabe 2f/ TS3 dazu, dass Friederike mit den LiMas spielt, während Michelle arbeitet. Schließlich legt Friederike bei Aufgabe 2i die Aufgaben mit den LiMas, während Michelle liest und die Ergebnisse aufschreibt (ohne Videobeispiel).

Doch bleibt festzustellen, dass dieses Problem sich im Laufe der Zeit vermindert und in der zweiten Klasse insgesamt seltener zu beobachten ist. Daraus möchte ich schließen, dass sich die Arbeitsgeschwindigkeit blinder und sehender Schüler wahrscheinlich immer etwas unterscheiden wird, doch im Laufe der Zeit relativiert und minimiert werden kann.

Insgesamt ist zu beobachten, dass sich die Schüler untereinander sowohl in der ersten als auch in der zweiten Klasse häufig unterstützen. Die Schüler helfen sich gegenseitig mit unterschiedlichen Stäben aus, was nicht nur zwischen sehenden, sondern auch zwischen blinden und sehenden Kindern zu beobachten ist (z.B. 1a/ TS10 und 2g/ TS5)

Selbstständigkeit

An Aufgabe 1a bzw. 2a, dem freien Bauen, wird deutlich, dass die Kinder selbstständig mit dem Material umgehen und ohne fremde Hilfe einige Eigenschaften der LiMas, auch in Bezug auf den Zahlbegriff, entdecken können. Die Schüler haben bei dieser ersten Aufgabe keine konkreten Anweisungen erhalten, sondern dürfen etwas Beliebiges mit dem Material bauen. Dabei haben sie den Gebrauch des Magneten, die Farbgebungen, die Fünfermarkierungen und die unterschiedlichen Größen der LiMas völlig eigenständig erkannt. Alle Kinder haben in dieser Phase bereits gezielt nach einem bestimmten LiMa suchen können. Dies zeugt meiner Ansicht nach davon, dass das selbstständige Arbeiten mit dem Material sehr gut möglich und gewinnbringend ist. Auch während der anderen Unterrichtsphasen bitten die Schüler, die mit den LiMa-Stäben arbeiten, nur sehr selten um Hilfe, sondern helfen sich vielmehr gegenseitig (vgl. beispielsweise 1a/ TS9 und TS10; 2a/ TS11 und TS15; 2g/ TS5). Blinde Kinder können sich ohne Hilfe gut orientieren, wofür die Berahmung des Hunderterbrettchens hilfreich ist (vgl. 2a/ TS7).

8.3 Entwicklung des Zahlbegriffs mit Hilfe der LiMa-Stäbe bei blinden und sehenden Schülern

Zählende Zahlauffassung und Ablösung vom zählenden Rechnen

Die LiMa-Stäbe scheinen, wie beabsichtigt, weniger zum zählenden Rechnen zu verleiten als die originalen Rechenstäbe. In Klasse 2 kann der Umgang mit den Rechenstäben und den LiMas direkt miteinander verglichen werden, da zwei Arbeitsgruppen mit den Rechenstäben und eine Gruppe mit den LiMas arbeiten. Aus dem Wortprotokoll (vgl. 2e) geht hervor, dass die Schüler, die mit den Rechenstäben gearbeitet haben, beim Ertasten der Stabgrößen fast ausschließlich gezählt haben. Lediglich ein Kind lässt erkennen, dass es die Fünferstrukturierung genutzt hat (vgl. 2e/ TS5). Diese Problematik wird auch daran deutlich, dass einige Kinder nicht sicher sind, ob sie die Striche oder die „Lücken“ zählen sollen. Daraus geht zudem hervor, dass diese Schüler den Zusammenhang zwischen dem Stab und dem kardinalen Aspekt noch nicht vollständig verstanden haben. Die Einermarkierungen scheinen die Kinder also zum Zählen zu verleiten und damit eher zu verwirren, als die Zahlbegriffsentwicklung zu unterstützen.

Bei der Arbeit mit den LiMas kann sich eine solche Unsicherheit kaum ergeben, da zum Zählen zunächst Strategien entwickelt werden müssen, um die Länge des Stabes zu bestimmen. Ein ausschließliches Zählen ist kaum möglich. Recht häufig haben sie die Fünfer- oder gar die Zehnerstruktur einbezogen. Kevin ist z.B. von der Fünfermarkierung ausgegangen und hat den Abstand über der Markierung mit dem Finger abgemessen. Manuel hat sich hingegen sowohl die Fünfer- als auch die Zehnerstruktur zunutze gemacht. Er vergleicht die beiden durch die Fünfermarkierung voneinander getrennten Seiten des LiMas miteinander und stellt fest, dass bei einem Achterstab auf einer Seite zwei Einheiten weniger sind als auf der anderen Seite. Infolge dessen berechnet er, dass eine Seite drei Einheiten groß ist. Dann addiert er fünf und drei und kommt zu dem Ergebnis, dass es sich bei dem Stab um einen Achter handeln muss (vgl. 2e/ TS7).

Michelle hat ihre Strategie zunächst nicht erklären können, doch lässt sich zu einem späteren Zeitpunkt feststellen, dass sie sich ebenfalls die Fünferstruktur zunutze gemacht hat (vgl. 2e/ TS2). Einzig Simone hat die Größe der LiMas durch Zählen mit Hilfe der Finger bestimmt (vgl. 2e/ TS6). Friederike hat sich eine Strategie zurecht gelegt, mit Hilfe ihrer Fingerlänge die Größe des Stabes abzuschätzen. Um zu kontrollieren, ob sie den LiMa richtig erkannt hat, nimmt sie vier Einer, legt sie auf eine Seite des Zehners und zählt die Einer dadurch, dass sie darauf tippt. Den Einer, der bis zur Fünfermarkierung fehlt, denkt sie sich dazu und findet so heraus, dass es sich um einen Zehner handelt (vgl. 2d/ TS4). Aufgrund ihrer Unsicherheit macht sie also von der für sie bekannten und sicheren Strategie des zählenden Rechnens Gebrauch und nutzt dabei gleichzeitig die Fünferstrukturierung als Hilfsmittel zum Zählen. Dabei zeigt sie zudem eine beginnende Ablösung vom zählenden Rechnen (vgl. Kapitel 2.4.1). Auch Michelle macht vom zählenden Rechnen Gebrauch, indem sie nach Einern verlangt, um damit eine Reihe auf dem Hunderterbrettchen aufzufüllen. Vermutlich erscheint ihr diese Methode am einfachsten. Als sie jedoch merkt, dass es mühselig ist, eine solche Vielzahl an Einern zu suchen, geht sie dazu über, Fünfer und im Anschluss Zehner zu suchen. Dies zeigt, dass mit den Stäben zwar ein zählendes Rechnen möglich ist, doch auch, dass diese Methode leicht durch andere, schnellere Methoden ersetzt werden kann.

Auch Sophia zählt zu Beginn der Aufgabe 1h, dem Diskriminieren von LiMas anhand akustischer Signale, die einzelnen Stäbe, um sicher zu gehen, das richtige Ergebnis zu erhalten. Bei 1h/ TS2 ist zu beobachten, dass Sophia zunächst irrtümlich auf einen Achterstab zeigt. Als sie jedoch hört, dass ein Siebenerstab gefragt ist, korrigiert sie sich sehr zielgerichtet. Möglich ist, dass Sophia in diesem Moment heruntergezählt, also 8-1=7 gerechnet hat. Später jedoch, als sie sicherer wird, entwickelt sie Strategien, um den LiMa schneller zu bestimmen. So führt sie ihre Hände gezielt vom Siebenerstab zum Zweier, ohne dabei zählen zu müssen (vgl. 1h TS6). Auch hier ist zu beobachten, dass Sophia in einer unsicheren Situation noch auf das Zählen zurückgreift, sich dann aber recht schnell davon löst.

Mit den LiMa-Stäben ist also ein zählendes Rechnen mit Hilfe der Einer oder mit Hilfe der Finger möglich, doch unterstützten die Stäbe prinzipiell vielmehr die Ablösung von der zählenden Zahlauffassung, weil sich die Schüler eigenständig Strategien ausdenken müssen und nicht „ohne zu denken“ zählen können.

Ordinal- und Kardinalzahlaspekt

Ein wichtiger Schritt bei der Entwicklung des Zahlbegriffs ist das Verstehen des Ordinal- und Kardinalzahlaspektes bzw. das Erkennen des Zusammenhangs beider Aspekte (vgl. Kapitel 2.2.2). Im Rahmen der Untersuchungen kann beobachtet werden, dass Sophia bei Aufgabe 1h (Diskriminierung der LiMas anhand akustischer Signale) zunächst die Stäbe zählt, um deren Wertigkeit zu bestimmen. Dies zeigt meiner Meinung nach, dass Sophia in der Lage ist, anhand der Stäbe von einem kardinalen Wert (Anzahl der akustischen Signale) auf einen ordinalen Wert (Position der LiMas in der Reihe) zu schließen. Schnell greift Sophia auch zu anderen, schnelleren Strategien, um den entsprechenden Stab zu bestimmen. Dabei legt sie ihre Finger so auf die Stäbe, dass einigen ihrer Finger je ein Stab zugeordnet ist. Dadurch ist sie in der Lage, schnell den gesuchten Stab zu finden (vgl. 1h/ TS5). Voraussetzung für diese Tätigkeit ist, dass sie den ordinalen mit dem kardinalen Aspekt in dieser Situation verbinden kann. Dies zeigt, dass die Förderung dieses Aspektes mit Hilfe der LiMa-Stäbe möglich ist.

Auch Friederike zeigt, dass sie den Kardinalzahlaspekt begriffen hat, indem sie mit Hilfe von vier Einern die Wertigkeit eines Zehners bestimmt. Sie hat also im Gegensatz zu den Schülern der ersten Klasse den Zusammenhang zwischen der Wertigkeit des Stabes und der Anzahl der Einer verstanden, kann ihn anwenden und sogar noch erweitern, indem sie nicht mehr auf zehn Einer, also auf eine vollständige Anschauung, angewiesen ist, sondern statt dessen im Kopf ergänzt und die Struktur der LiMas ausnutzt (vgl. 2d/ TS4).

Umgang mit Größen

Obwohl in den Aufgabenstellungen weder das Messen, noch der Umgang mit Gewichten explizit gefordert wird, können diese Aspekte dennoch bei der Arbeit mit den LiMa-Stäben beobachtet werden. Um die Länge eines Stabes zu bestimmen, wählen einige Kinder der zweiten Klasse zu Beginn häufig kleinere Stäbe, deren Wertigkeit sie genau kennen. Indem sie diese neben oder auf den längeren Stab legen, messen sie die Länge dieses LiMas (vgl. 2d/ TS4).

Michelle macht sich das unterschiedliche Gewicht der LiMas zunutze, um die Länge der Stäbe ungefähr zu bestimmen. Auf der Suche nach einem bestimmten Stab hat sie einige LiMas leicht angehoben oder verschoben, um sich am Gewicht zu orientieren. Dabei zeigt sie, dass sie den Zusammenhang zwischen Gewicht und Volumen verstanden hat und anhand der Stäbe anwenden kann (vgl. 2g/ TS4).

In Aufgabe 2e wird deutlich, dass einige Kinder ihre Daumenbreite oder Fingerlänge zu Hilfe nehmen, um die Länge eines LiMas zu bestimmen (vgl. 2e/ TS1 und TS6). Die Schüler machen also selbstständig von der Möglichkeit des Messens Gebrauch, wodurch vermutlich die Zahlbegriffsentwicklung gefördert wird (vgl. Kapitel 2.5).

Operationen

Trotz der Tatsache, dass sich der Unterricht in beiden Klassen noch nicht vorwiegend auf aktuelle Lernziele in Bezug auf Operationen bezieht, kann die Darstellung und die Anwendung unterschiedlicher Operationen im Umgang mit den LiMas beobachtet werden. In der ersten Klasse haben die Schüler in Aufgabe 1m Zerlegungen der Zahl Neun mit den LiMas gelegt. Dabei fällt Luzie auf, dass Melina, die ihr gegenüber sitzt, die Aufgabe „andersherum" gelegt hat. Bei Betrachtung von der anderen Seite hat sie schließlich entdeckt, dass die Aufgabe doch identisch ist und nur von der anderen Seite betrachtet wird (vgl. 1m/ TS1). In diesem Moment scheint sie, ebenso wie Fabien, Ansätze des Kommutativgesetzes der Addition (a+b=b+a) entdeckt zu haben. Wie sich dieser Verständnisansatz weiterentwickelt, bleibt abzuwarten.

Michelle wendet das Kommutativgesetz selbstständig an, ohne dazu aufgefordert worden zu sein. In Aufgabe 2a, dem freien Bauen, hält sie einen Dreier und zwei Einer in der Hand und möchte diese in eine recht kleine Lücke am Ende des Hunderterbrettchens legen. Kurz zuvor hat sie die Erfahrung gemacht, dass die Stäbe aus dem Rahmen fallen, wenn sie zu viele LiMas in eine Reihe legt. Anstatt den Einer in die Lücke zu legen, nimmt sie schließlich den Dreier. Wahrscheinlich, weil sie sich nicht sicher ist, ob der Dreier noch in die Lücke passt, nachdem sie den Einer hineingelegt hat. Mit diesen Gedanken würde sie das Kommutativgesetz anwenden, indem sie erkannt hat, dass die Reihenfolge egal ist, in der sie beide LiMas auf das Freie Feld legt (vgl. 2a/ TS 13).

In beiden Beispielen haben die Schüler das Kommutativgesetz selbstständig entdeckt bzw. angewendet, ohne dazu in Form einer gezielten Aufgabenstellung direkt aufgefordert worden zu sein. Daraus lässt sich der Schluss ziehen, dass die LiMa-Stäbe diesen Aspekt des Zahlbegriffs fördern.

Ein weiteres Beispiel bezüglich des Kommutativgesetzes lässt sich in Aufgabe 1b/ TS4 bei Sophia entdecken. Hierbei hält sie zwei Achterstäbe für nicht identisch, da die Fünfermarkierung einmal auf der linken und einmal auf der rechten Seite zu finden ist. Dies führt dazu, dass sie einen korrekten Stab wieder weg legt. Erst kurze Zeit später begreift sie, dass der Stab lediglich gedreht werden muss. Dieses Verständnis ist eine grundlegende Voraussetzung für das Kommutativgesetz, in diesem Fall für den Zusammenhang in der Aufgabe 5+3=3+5.

Auch andere Operationen können beim Umgang mit den LiMa-Stäben beobachtet werden. Melina beispielsweise hat bei Aufgabe 1k, dem Suchen von Zerlegungen zu einer vorgegebenen Zahl, selbstständig auch die Null mit einbezogen, obwohl diese im Unterricht noch nicht behandelt worden war. Sie war auch in der Lage, den korrekten Stab für die Aufgabe 8+0 zu bestimmen, ihre Auswahl zu begründen und die Zusammenhänge zu erklären (ohne Videobeispiel). Dies zeigt, dass sie die Tautologie verstanden hat.

Bei Melina und Friederike ist ein Verständnis der Transitivität (wenn a=b und b=c, dann gilt a=c) zu beobachten. In Aufgabe 1a/ TS7 und TS9 sucht Melina einen identischen roten Stab (a), findet ihn aber nur in blau (b). Mit diesem blauen Stab vergleicht sie dann weitere rote Stäbe, bis sie einen identischen roten Stab findet (c). Ihr ist bewusst, dass der Stab (c) identisch mit dem ersten Stab (a) sein muss. Auch bei Friederike ist ähnliches zu beobachten. Sie sucht in Aufgabe 2a/ TS9 mehrere identische Stäbe. Ihr ist bewusst, dass es gleichgültig ist, mit Hilfe welchen Vergleichsstabes sie einen weiteren LiMa findet. Auch dieses Verständnis hängt mit der Zahlbegriffsentwicklung zusammen.

Michelle zeigt anhand der LiMas in vielen Situationen, dass sie in der Lage ist, die Zahl Zehn auf vielerlei Weisen zu zerlegen. In Aufgabe 2f/ TS4 sucht sie beispielsweise gezielt nach einem Zweier, welcher ihr noch zur Vervollständigung einer Reihe auf dem Hunderterbrettchen fehlt. Später sucht sie nach einem Fünfer, um eine Seite des Hunderterbrettchens zu füllen. Dies zeigt deutlich, dass Operationen dieser Art mit Hilfe der LiMas immer wieder nebenbei gefordert und folglich geübt werden. Durch diese Festigung bezüglich des Umgangs mit Zahlen im Zahlenraum bis zehn wird die Entwicklung des Zahlbegriffs gefördert, denn die Festigung dieser Erkenntnisse erleichtert die Übertragung auf den Hunderterraum.

<u>Invarianz</u>

Um von einem Verständnis der Invarianz zu sprechen, hat Piaget drei Argumente aufgezeigt, welche beherrscht werden müssen: das Identitätsargument, das Reversibilitätsargument und das Kompensationsargument (vgl. Kapitel 2.2.1). Die Kinder der ersten Klasse zeigen mit Hilfe der LiMa-Stäbe, dass sie das Kompensationsargument begriffen haben. In Aufgabe 1b, dem Nachbauen, suchen sie Stäbe, die in Farbe und Länge identisch sein müssen und in derselben Lage im Raum positioniert werden. Sie sind also in der Lage, mehrere Dimensionen gleichzeitig zu beachten und zeigen damit die Fähigkeit zur Kompensation, was einen wichtigen Bestandteil der Invarianz und somit der Zahlbegriffsentwicklung darstellt.

Bei Melina ist in Aufgabe 1a/ TS3 ein noch nicht vollständig entwickeltes Verständnis der Invarianz zu beobachten. Beim Legen einer Reihe mit blauen Stäben (Himmel) bemerkt sie, dass ein LiMa nicht mehr links in die Reihe passt. Die Folge ist, dass sie alle Stäbe nach links rückt und den LiMa auf der rechten Seite einzusetzen versucht. Sie scheint also noch nicht begriffen zu haben, dass sich an der Quantität nichts ändert, wenn keine Stäbe hinzugefügt oder weggenommen werden. Sie hat demnach die Invarianz noch nicht verstanden. Die Tatsache, dass Melina jedoch durch die LiMas zu einer solchen Tätigkeit herausgefordert wird, die ihr wichtige Erfahrungen für das Verständnis der Invarianz liefert, zeigt die Bedeutung der Stäbe für die Zahlbegriffsentwicklung.

Reihenbildung

Die sehenden Kinder der ersten Klasse haben keine Schwierigkeiten, eine Treppe aus den LiMas zu bauen. Sophia hingegen macht zu Beginn den Eindruck, als sei sie dazu noch nicht in der Lage (Aufgabe 1e, ohne Videobeispiel). In Aufgabe 1i zeigt sie jedoch, dass sie sehr wohl eine Reihe bilden kann. Ob diese Entwicklung jedoch auf die Fähigkeit zur Reihenbildung zurückzuführen ist, halte ich für fraglich. Vielmehr möchte ich vermuten, dass sie lediglich Schwierigkeiten mit der Organisation auf dem Freien Feld hatte, was wiederum mit ihren Schwächen bezüglich der Ordnung beim Tasten zusammenhängen könnte. Bezüglich dieser Organisationsfähigkeit und des Umgangs mit den LiMas sind jedoch deutliche Entwicklungsschritte auszumachen. In dieser Aufgabe zeigt sie zudem, dass sie auch Schlussfolgerungen innerhalb einer Reihe ziehen kann. Zunächst irrt sie sich in der Größe der Stäbe und legt neben den Einer einen Dreier und dann einen Fünfer. Doch als sie nach einer Aufforderung zur Kontrolle erkennt, dass die „Treppenstufen" zu groß sind, kann sie sogar schlussfolgern, dass der zweite Stab ein Dreier gewesen sein muss. Dies zeigt Sophias gute Fähigkeiten zur Bildung von Reihen.

Gruppieren, „Teile im Ganzen"-Relation und Klassifikation

Die Fähigkeit zu Gruppierungen kann im Umgang mit den LiMas recht häufig beobachtet werden. Beim Diskriminieren von LiMas anhand von Klopfzeichen (vgl. 1h) hat Sophia mit der Zeit die Strategie entwickelt, beide Zeigefinger auf den vierten Stab zu legen (nahe der Mitte von acht Stäben), um möglichst schnell zum gesuchten Stab zu gelangen (vgl. 1h/ TS4). Dabei gruppiert sie die acht LiMas offensichtlich zu zwei Vierergruppen. An späterer Stelle (TS6) muss sie vom siebten Stab zum zweiten gelangen. Dabei ist zu beobachten, dass sie mit beiden Fingern den siebten Stab fixiert, mit den Fingern herabgleitet und kurz am vierten Stab innehält, um dann sicher den Zweier zu finden. Diese Anwendung der selbst gewählten Gruppierung zeigt deutlich ihr Verständnis der Zahlen als gruppierbar. Dies lässt den Schluss zu, dass Sophia Zahlen nicht mehr ausschließlich als Position in einer Reihe betrachtet, wie in Kapitel 7.2.2 vermutet, sondern Zahlen bereits als gruppierte Einheit auffasst (vgl. Kapitel 2.3). Sie versteht die Relation „Teile im Ganzen", da sie erkennt, dass je vier Stäbe Teile der gesamten acht LiMas sind.

Auch Manuel zeigt mit seiner Strategie in Aufgabe 2d, der taktilen Diskriminierung der LiMas bzw. der Rechenstäbe, dass er Zahlen als gruppierbar und sogar strukturierbar verstanden hat. Er gruppiert einen LiMa in zwei Fünfereinheiten und nutzt dies aus.

Ebenso wird das Gruppieren im Sinne Piagets bezüglich aller Merkmale beim Umgang mit den LiMas deutlich (vgl. Kapitel 2.2.1). Sophias Kombinationsfähigkeit ist beobachtbar, als sie in der Einzelförderstunde erkennt, dass der vorliegende Stab ein Dreier sein muss, da der Abstand zwischen dem ersten und dem zweiten Stab zu groß ist (vgl. 1i/ TS7). Assoziationsfähigkeit im Sinne additiver Zerlegungen ist ein aktuelles Ziel der ersten Klasse. Einige Kinder zeigen diesbezüglich bereits ein sehr gutes Verständnis. Wie bereits erwähnt, kann bei Melina in Aufgabe 1j, dem Zerlegen von Zahlen im Zahlenraum bis 8, ein Verständnis von Tautologie beobachtet werden (ohne Videobeispiel). Ein Verständnis für Reversibilität zeigen Fabien und Luzie, als sie sich wundern, dass eine mit LiMas dargestellte Aufgabe von der anderen Seite betrachtet vertauscht ist (vgl.1m/ TS1).

Taststrategien

Gute Taststrategien sind bei blinden Kindern Voraussetzung dafür, alle notwendigen Informationen für die Entwicklung des Zahlbegriffs zu erhalten. Während der Untersuchungen ist aufgefallen, dass Michelle bereits wesentlich effektivere Taststrategien entwickelt hat als Sophia und somit prinzipiell schneller mehr Informationen erhalten kann. So kann sie wesentlich rascher mit dem Magneten der LiMas umgehen als Sophia. Im Folgenden möchte ich einige beobachtete Taststrategien von Sophia und Michelle vorstellen und diese miteinander vergleichen.

Bei der Betrachtung von Sophias Taststrategien ist grundsätzlich ihre Hemiparese auf der rechten Seite zu berücksichtigen. Prinzipiell tastet sie sehr ungern und orientiert sich vornehmlich an akustischen Eindrücken. Dies ist auch daran festzumachen, dass sie ihren eigenen Angaben zufolge in ihrer Freizeit sehr gerne Hörspielkassetten hört und im Unterricht mit Vorliebe schreibt und erzählt, aber nur sehr ungern liest. Dies wird u.a. bei Aufgabe 1m/ TS3 deutlich. Sehr häufig ist zu beobachten, dass sie nur eine Hand zum Tasten verwendet. Die rechte Hand tastet ausschließlich dann mit, wenn Sophia motiviert ist und sehr viel Spaß an der Aufgabe hat, und auch dann nur, wenn es ihr dringend nötig erscheint. Michelle hingegen macht fast immer von beiden Händen Gebrauch. Wenn sie bestimmte LiMas sucht, tastet sie häufig mit beiden Händen parallel, wodurch sie einen simultanen Eindruck zweier Stäbe erhält und einen ungefähren Überblick über die Eigenschaften des LiMas bekommt. Dieses simultane Tasten kann an einigen wenigen Stellen auch bei Sophia beobachtet werden (z.B. 1i/ TS8), doch macht sie davon nicht regelmäßig Gebrauch. Möchte Michelle einen LiMa genauer ertasten, nutzt sie stets beide Hände (z.B. 2g/ TS4). Auch als sie eine Straße mit den LiMas baut und von der Mitte aus in beide Richtungen über die Straße streicht und am Ende der Stabreihe kurz innehält, um sich einen Überblick über die Ausmaße zu verschaffen, wird das Tasten mit beiden Händen deutlich. Wenn es ihr sinnvoll erscheint, nutzt sie die linke Hand, um die Orientierung auf dem Freien Feld bzw. dem Hunderterbrettchen zu behalten, während sie einen LiMa mit der rechten Hand an diese Stelle einsetzt. Diese Taststrategie ist zwar auch bei Sophia zu beobachten, jedoch wesentlich seltener. Meist liegt die rechte Hand ohne Beschäftigung auf dem Tisch oder dem Freien Feld (vgl. 1a/ TS11).

Bei beiden Schülern ist sowohl ein orientierendes Tasten als auch ein erkennendes Tasten zu beobachten. Als ihnen die Freien Felder erstmalig vorgelegt werden, erkunden beide zunächst mit der Handfläche das Feld (Sophia mit einer Hand und Michelle mit zwei Händen) und klopfen darauf, um durch die akustische Wahrnehmung einen Eindruck des Materials zu erhalten.

Auch andere Taststrategien, die nach Lederman und Klatzky (1994; 26f) bei blinden Menschen beobachtet werden, können hier wiedergefunden werden. Sophia beispielsweise umfasst die Stäbe, wie schon in Kapitel 8.1. erwähnt, möglichst mit der ganzen Hand, um einen Eindruck von der Länge bzw. vom Umfang des LiMas zu erhalten (vgl. 1a/ TS1 und TS2). Michelle hingegen benutzt aus diesem Grund vielmehr das unterschiedliche Gewicht der Stäbe (vgl. 2g/ TS4). Um die Oberflächenbeschaffenheit oder die Konturen der LiMas zu untersuchen, gleitet Michelle mit mehreren Fingern über die Stäbe, während Sophia die Zeigefinger beider Hände bevorzugt. Diese und weitere Taststrategien sind u.a. bei Lederman & Klatzky (1994, 26 ff) nachzulesen.

Einbezug der Sinne

Da jedes Kind individuell verschiedene Sinneskanäle zum Lernen bevorzugt, sollte ein Lernmaterial prinzipiell das Lernen mit vielen Sinnen ermöglichen (vgl. Kapitel 3.2.2). Dadurch, dass die LiMas auch für blinde Kinder angefertigt werden, ist die Erfahrung durch haptische Eindrücke besonders intensiv möglich. Dies macht sich auch die sehende Schülerin Friederike zunutze, indem sie die Fünfermarkierung nicht nur betrachtet, sondern ohne Aufforderung mit dem Finger darüber tastet (vgl. 2a/ TS4). Dies zeigt, dass ein solches Material für blinde Schüler ebenso das Lernen sehender Kinder unterstützt, da auch ihnen das Lernen mit allen Sinnen ermöglicht wird. Auch der kinästhetische Sinn kann beim Umgang mit den LiMas beobachtet werden. Michelle schätzt nämlich die Größe eines Stabes zunächst anhand des Gewichts.

9 Zusammenfassung und Bewertung

Im folgenden Kapitel sollen die eingangs gestellten Fragen zusammenfassend beantwortet und ein Ausblick über mögliche weiterführende Untersuchungen gegeben werden.

Die erste Frage, die es zu beantworten gilt, ist: Welche Aspekte des Zahlbegriffs sind für blinde und sehende Kinder im Gemeinsamen Unterricht in den ersten Schuljahren bedeutsam? Diesbezüglich herrscht in Fachkreisen noch keine Einigkeit. Die erste ausführliche Untersuchung zur kindlichen Zahlbegriffsentwicklung wurde von Piaget (1969) durchgeführt und ergab, dass die Fähigkeit zur Stück-für-Stück-Korrespondenz, zur Invarianz und zur Klassifikation besonders bedeutsam sei. Nachfolgende Untersuchungen betonen zudem das Zählen bzw. die spätere Ablösung vom zählenden Rechnen sowie das Messen bei der Entwicklung des Zahlbegriffs.

Blinde Kinder entwickeln den Zahlbegriff prinzipiell ähnlich, doch benötigen sie für einige Aspekte mehr Zeit als ihre gleichaltrigen sehenden Mitschüler.

Diese Informationen werden für die Beantwortung der zweiten gestellten Frage benötigt: Gibt es ein Lernmaterial/ Lernmaterialien, mit dessen Hilfe sowohl blinde als auch sehende Kinder den Zahlbegriff entwickeln können? Um diese Frage zu beantworten, habe ich versucht, ein solches Lernmaterial im Rahmen der vorliegenden Arbeit zu entwickeln. Die Frage, die es bezüglich der LiMa-Stäbe also konkret zu beantworten gilt, ist die nach der Eignung der Stäbe zur Unterstützung der Zahlbegriffsentwicklung blinder und sehender Schüler im Gemeinsamen Unterricht.

Diese Frage kann anhand der vorliegenden Untersuchung bejaht werden. Zwar konnten die Schüler der ersten Klasse auch am Ende der Untersuchungsreihe die LiMas noch nicht sicher beim Namen nennen, doch wurde deutlich, dass ein exaktes Differenzieren der LiMas schon seit der ersten Unterrichtsstunde durchaus möglich war. So liegt die Vermutung nahe, dass eine Identifizierung der Stäbe für

Kinder zu Beginn der ersten Klasse ausschließlich durch ein sehr genaues Kennen möglich ist, da für das Nutzen der Fünferstrukturierung u.a. die Fähigkeit der Gruppierung und der „Teile im Ganzen“-Relation wichtig wäre, was noch nicht von Erstklässlern erwartet werden kann. Dennoch konnten im Laufe des Unterrichts einige Fortschritte bezüglich der Zahlbegriffsentwicklung und des Umgangs mit den Stäben beobachtet werden. Dies deutet meiner Ansicht nach darauf hin, dass die Einführung der LiMa-Stäbe von Beginn des ersten Schuljahres an noch größere Erfolge im Hinblick auf die Zahlbegriffsentwicklung der Schüler mit sich bringen könnte. In dem Untersuchungszeitraum von einer Woche stand die Einarbeitung in die Eigenschaften des Materials noch deutlich im Vordergrund. Der Einsatz der Stäbe als Rechenmaterial im weiterführenden Mathematikunterricht könnte nun viel versprechend fortgesetzt werden.

Im zweiten Schuljahr hingegen hatten die Schüler, wohl aufgrund ihres schon weiter entwickelten Zahlbegriffs, keine Schwierigkeiten mehr bei der Benennung der LiMas. Schon nach der ersten Stunde waren alle Schüler in der Lage, die Stäbe zu benennen, auch wenn sie zu Beginn noch manchmal Unsicherheiten zeigten. Im Laufe der zweiten Stunde war die Orientierungsphase diesbezüglich bei allen Schülern abgeschlossen.

Insgesamt geht aus Kapitel 8, der Analyse des durchgeführten Unterrichts, hervor, dass alle beteiligten Kinder, also sowohl die sehenden als auch die blinden Kinder, den Umgang mit dem Material sehr schnell erlernen können. Blinde Kinder benötigen zwar zu Beginn etwas mehr Zeit, um Strategien für das effektive Ertasten der Länge, der Magnetseite und des Punktes für die Farberkennung zu entwickeln, doch ist trotzdem ein gemeinsames Lernen mit dem Material möglich. Aufgrund der Tatsache, dass einige Aspekte, die auf dem Weg der Zahlbegriffsentwicklung bedeutend sind, beim Umgang mit den LiMa-Stäben beobachtet werden können, lässt sich schließen, dass das Material auch inhaltlich die Zahlbegriffsentwicklung unterstützt. Da diese Aspekte zumeist ohne äußere Beeinflussung von den Kindern aufgegriffen werden und diese beim Umgang mit den Stäben Freude zu haben scheinen, ist davon auszugehen, dass die LiMa-Stäbe motivieren, sich diese wichtigen Aspekte selbständig anzueignen.

Insgesamt können die LiMa-Stäbe also als gut geeignet für die Zahlbegriffsentwicklung blinder und sehender Schüler im Gemeinsamen Unterricht bewertet werden. Hauser schrieb 1978 (303) einen Kommentar, dem ich mich anschließen möchte: „Ich bin stolz darauf, dass ich letztlich kein spezielles Material für Blinde entwickelt habe. Ich habe Material bearbeitet, das *auch* behinderte Kinder benutzen können, und ich sehe somit in meiner Arbeit einen weiteren Schritt auf das Ziel, Behinderte in die Gesellschaft Nichtbehinderter eingliedern zu können". Nicht zuletzt auch deshalb, weil die LiMa-Stäbe nicht nur für blinde Kinder geeignet sind, sondern auch, weil sehenden Kindern das Lernen mit mehreren Sinnen eröffnet wird und das Gemeinsame Arbeiten ermöglichen. Außerdem sind die Stäbe aufgrund ihrer Größe, Befestigungsmöglichkeiten sowie taktilen und visuellen Kontraste beispielsweise auch für motorisch eingeschränkte Schüler geeignet, was die Vielseitigkeit dieser Stäbe noch einmal unterstreicht. Die Nutzbarkeit der LiMas für diese Personengruppe müsste jedoch in weiterführenden Untersuchungen überprüft werden.

Ebenfalls positiv ist an den LiMa-Stäben zu werten, dass ein paralleles Arbeiten mit bzw. ein Wechsel zu den regulären Rechenstäben möglich zu sein scheint. Dies ist aus den Untersuchungen mit der zweiten Klasse hervorgegangen, da die Schüler ohne Schwierigkeiten über beide Materialien kommunizieren konnten. Dieser Aspekt ist insofern von Bedeutung, als dass im dritten Schuljahr zu kleineren Rechenstäben übergegangen werden sollte, da das Rechnen mit den LiMas im Tausenderraum bzw. in noch größeren Zahlräumen zu viel Platz in Anspruch nehmen würde. Doch konnte im Rahmen dieser Arbeit nicht untersucht werden, ob ein Wechsel zwischen den verschiedenen Lernmaterialien leicht zu bewerkstelligen ist oder ob dies doch wieder eine längere Eingewöhnungszeit erfordert. Dieser Fragestellung könnte ebenfalls in weiterführenden Untersuchungen nachgegangen werden.

Resümierend kann demzufolge gesagt werden, dass die LiMa-Stäbe ein gut geeignetes Material für die Zahlbegriffsentwicklung blinder und sehender Schüler im Gemeinsamen Unterricht darstellen. Dennoch eröffnen sich auf Grundlage der vorliegenden Untersuchung weitere Fragestellungen, denen es sich meiner

Ansicht nach lohnen würde nachzugehen. Optimal für den Gemeinsamen Unterricht blinder und sehender Schüler wäre meines Erachtens, wie eingangs bereits erwähnt, ein Medienpaket bestehend aus der Umsetzung einiger Seiten des Zahlenbuches, den LiMa-Stäben und einem Lehrerhandbuch, das einen kurzen Überblick und Anregungen bezüglich der Arbeit mit blinden und sehenden Schülern im Mathematikunterricht geben würde. Mit Hilfe dieser Materialsammlung könnte der Mathematikunterricht meiner Meinung nach optimal auf die individuellen Bedürfnisse der Kinder zugeschnitten und ein gemeinsames Lernen ermöglicht werden.

10 Literaturverzeichnis

AHLBERG, A.; CSOCSÁN, E. (1994). Grasping Numerosity among Blind Children. Report 04. Department of Education and Educational Research. Göteborg University.

AHLBERG, A.; CSOCSÁN, E. (1996). „Wie blinde Kinder rechnen und die Zahlen erfahren”. In: Heilpädagogische Forschung. Bd. XXII, Heft 3, 105-110.

AHLBERG, A.; CSOCSÁN, E. (1997). Blind children and Their Experience of Numbers. Specialpedagogiska rapporter, Nr. 8, Sept. 1997: Göteborgs universitet.

AHLBERG, A.; CSOCSÁN, E. (1999). „How Children who Are Blind Experience Numbers“. In: Journal of Visual Impairment & Blindness, September 1999, 549-560.

ARBEITSKREIS INTEGRATION DES LANDESBILDUNGSZENTRUMS FÜR BLINDE IN HANNOVER UND DER MOBILEN DIENSTE FÜR SEHGESCHÄDIGTE DER REGIERUNGSBEZIRKE NIEDERSACHSEN (2000). „Aufgabenbereiche der Pädagoginnen und Pädagogen im Mobilen Dienst der Bezirksregierung des LBZB bei der Integration blinder und hochgradig sehbehinderter Schüler und Schüler an allgemeinen Schulen“. Unveröffentlichtes Paper, Hannover.

BLINDENSCHULE LEBACH (Hrsg.) (2002). „Sehschädigung – Definition und Fakten“. http://www.blindenschule-lebach.de/germanvi/sehschdefb.htm [Stand: 22. Oktober 2002].

BRAINERD, CH. J. (1979). The Origins of the Number Concept. New York: Praeger.

BRISSIAUD, R. (1992). „A Tool for Number Construction: Finger Symbol Sets“. In: Bideaud, J.; Meljac, C.; Fischer, J.-P. (Hrsg.). Pathways to Number. Children´s Developing Numerical Abilities. Hillsdale: Lawrence Erlbaum Associates. 99-126.

BRUNER, J.S. u.a. (1971). Studien zur kognitiven Entwicklung. Stuttgart: Klett.

BUTTERWORTH, B. (1999). The Mathematical Brain. London: Macmillan.

CICURS, H., ZIMMER, R. (1995). Psychomotorik – Neue Ansätze im Sportförderunterricht und Sonderturnen. Schorndorf: Hofmann.

CSOCSÁN, E. (Hrsg.) (2001). „Didaktik der Mathematik für Kinder mit einer Sehschädigung“. Reader, Universität Dortmund.

CSOCSÁN, E.; HOGEFELD, E.; TERBRACK, J. (2001). „Mathematik mit sehbehinderten Kindern“. In: Krug, F.-K. (Hrsg.). Didaktik für den Unterricht mit sehbehinderten Schülern. München: Ernst-Reinhardt. 290-317.

CSOCSÁN, E.; KLINGENBERG, O; KOSKINEN, K.-L.; SJÖSTEDT, S. (The Nordic Light Team) (2002). Maths „Seen“ with Other Eyes. A Blind Child in the Classroom- Teachers´s Guide in Mathmatics.

CSOCSÁN-HORVATH, E. (1985). „Die Lehr- und Lerneigenheiten im Mathematikunterricht der Grundphase an der Grundschule für Blinde“. In: Blind-sehbehindert. Heft 3, 120-127.

DEDEKIND, R. (1965). Was sind und was sollen Zahlen? Stetigkeit und Irrationale Zahlen. 10. Auflage. Braunschweig: Vieweg.

DRAVE, W. (1999). „Sehschädigung, Sehbehinderung, Blindheit“. In: Bundschuh, K; Heimlich, U.; Krawitz, R. (Hrsg.). Wörterbuch Heilpädagogik. Bad Heilbronn: Klinkhardt. 154-156.

EPPING, J. (1978). „Arbeitsmittel im Mathematikunterricht des 1. Schuljahres“. In: Schwartz, E. (Hrsg.). Praxis des Mathematikunterrichts I. Braunschweig: Westermann. 31-46.

FEUSER, G. (1995). Behinderte Kinder und Jugendliche zwischen Ausgrenzung und Integration. Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft.

FLOER, J. (1993). „Vom Einmaleins zum Einmaleins?“. In: Haarmann, D. (Hrsg.) Grundschule Band 2 Fachdidaktik: Inhalte und Bereiche grundlegender Bildung. 4. Auflage. Weinheim, Basel: Beltz.

FLOER, J. (1995). „Wie kommt das Rechnen in den Kopf? Veranschaulichen und Handeln im Mathematikunterricht“. In: Die Grundschulzeitschrift. 39, 20-22.

FLOER, J. Mathematik-Werkstatt (1996). Lernmaterialien zum Rechnen und Entdecken für Klassen 1-4. Weinheim, Basel: Beltz.

FÖRDERZENTRUM INTEGRATION BLINDER UND HOCHGRADIG SEHBEHINDERTER (FIBS) (Hrsg.) (2000). Grundsätze zur Erstellung von Typhlographien für Blinde. Unveröffentlichtes Paper. Soest.

FREUDENTHAL, H. (1973). Mathematik als pädagogische Aufgabe. Stuttgart: Klett.

FRICKE, A. (1970). „Der Zahlbegriff. Eine sachliche Klärung im Hinblick auf den Erstrechenunterricht“. In: Fricke, A., Besuden, H. (Hrsg.). Der Unterricht in der Grundschule. Mathematik. Elemente einer Didaktik und Methodik. Stuttgart: Ernst Klett. 31-46.

FROMM, W. (1993). „Verbindung von Tasten, Sprechen und Denken – ein Weg zum Erkennen tastbarer Darstellungen“. In: Kongressbericht. XXXI. Kongress der Blinden- und Sehbehindertenpädagogen. Marburg 26.-30. Juli, 381-392.

FUSON, K. C. (1992). “Relationships between Counting and Cardinality from Age 2 to Age 8”. In: Bideaud, J.; Meljac, C., Fischer, J.P. (Hrsg.). Pathways to Number. Children’s Developing Numerical Abilities. Hillsdale: Lawrence Erlbaum Associates. 127-149.

GELMAN, R.; GALLISTEL, C.R. (1978). The Child´s Understanding of Number. Cambridge: Harward University.

GEW (2002). „Stand der Integration behinderter Schülerinnen und Schüler in den Bundesländern. Teil 2: Durchführung der Integration“. http://home.t-online.de/home/05808697/ta.htm [Stand: 30. November 2002].

GINSBURG, H.; OPPER, S. (1991). Piagets Theorie der geistigen Entwicklung. 6. Auflage. Stuttgart: Klett-Cotta.

GIRTLER, R. (1988). Methoden der qualitativen Sozialforschung. Anleitung zur Feldarbeit. 2. Auflage. Wien, Köln, Graz: Böhlau.

HAMEL, B.R.; TOMBE, H. DE. (1972). „Piagets Zahlbegriff bei Kindern“. In: Zeitschrift für Entwicklungspsychologie und Pädagogische Psychologie. Band IV, Heft 2, 77-91.

HASEMANN, K. (2001). „‚Zähl´ doch mal!‛ Die nummerische Kompetenz von Schulanfängern“. In: Sache, Wort, Zahl. 29, 53-58.

HAUSER, J. (1978). „Ergänzungen des Montessori-Materials aus der Sicht des Blindenlehrers“. In: Hellbrügge, T.; Montessori, M. (Hrsg.). Die Montessori-Pädagogik und das behinderte Kind. München: Kindler. 300-303.

HOGEFELD, E., TERBRACK, J. (1996). Anschauungs- und Arbeitsmittel im mathematischen Unterricht der Schule für Sehbehinderte. Staatsarbeit Dortmund, Universität.

KATZ, D. (1925). Der Aufbau der Tastwelt. Leipzig: Johann Ambrosius Barth.

KNAPSTEIN, K.; SPIEGEL, S. (1995). „Testaufgaben zur Erhebung arithmetischer Vorkenntnisse zu Beginn des 1. Schuljahres“. In: Müller, G. N.; Wittmann, E. Ch. Mit Kindern rechnen. Frankfurt am Main: Arbeitskreis Grundschule – Der Grundschulverband. 65-73.

KUHLMANN, S.; FREBEL, H. (2001). „Empirische Untersuchung zur auditiven Zahldarstellung“. In: Didaktik der Mathematik für Kinder mit einer Sehschädigung. Reader, Universität Dortmund. 55-59.

KULTUSMINISTER DES LANDES NORDRHEIN-WESTFALEN (1981). Richtlinien für die Schule für Blinde (Sonderschule) in Nordrhein-Westfalen. Frechen: Ritterbach.

KULTUSMINISTERIUM DES LANDES NRW (1995). Gesetz zur Weiterentwicklung der sonderpädagogischen Förderung in Schulen von 1995. Schriftenreihe.

LAEMERS, F. U.A. (2002). „ISAR. Integration von Schülerinnen und Schülern mit einer Sehschädigung an Regelschulen". http://isar.reha.uni-dortmund.de [Stand: 22. Oktober 2002].

LAMNEK, S. (1993). Qualitative Sozialforschung. Band 2: Methoden und Techniken. 2. Auflage. München, Weinheim: Psychologie-Verlags-Union.

LANDESINSTITUT FÜR SCHULE UND WEITERBILDUNG (HRSG.) (2001). „Richtlinien für den Förderschwerpunkt SEHEN. Entwurf." http://www.learnline.nrw.de/ Angebote/Richtliniensopae/info.html [Stand: Dezember 2001].

LANGE, B (1984). „Zahlbegriff und Zahlgefühl". Dissertation, Münster.

LEDERMAN, S. J.; KLATZKY, R. L. (1994). „The Intelligent Hand: An Experimental Approach to Human Object Recognition and Implications for Robotics and AI". In: AI Magazine, Spring 1994, 26-38.

LEHMANN, K. (1993). „Die Gestaltung tastbarer Karten, Teil 1". In blind-sehbehindert, Heft 1, 11-14.

LISTER, C.; LEACH, C.; WALSH, M. (1989). „The Development of Conservation Concepts in Children with Visually Impairments". In: British Journal of Educational Psychology. 59, 211-219.

LORENZ, J. H. (1995). „Arithmetischen Strukturen auf der Spur. Funktion und Wirkungsweise von Veranschaulichungsmitteln". In: Die Grundschulzeitschrift. 82, 9-12.

LORENZ, J. H. (1992). Anschauung und Veranschaulichungsmittel im Mathematikunterricht. Göttingen: Hofgrede.

MAIER, H. (1972). Didaktik der Mathematik 1-9. Donauwürth: Ludwig Auer.

MAIER, H. (1990). Didaktik des Zahlbegriffs. Ein Arbeitsbuch zur Planung des mathematischen Erstunterrichts. Hannover: Schroedel.

MAYRING, P. (1990). Einführung in die qualitative Sozialforschung: eine Anleitung zu qualitativem Denken. München: Psychologie-Verlags-Union.

MAYRING, P. (1999). Einführung in die qualitative Sozialforschung. Eine Anleitung zu qualitativem Denken. 4. Auflage. Weinheim: Beltz.

MESSERSCHMIDT, K. (1951). „Welche Anforderungen sind an das blindengemäße Lehrmittel zu stellen?“ In: Verein zur Förderung der Blindenbildung (Hrsg.). Bericht über den 21. Blindenlehrerkongreß in Hannover-Kirchrode. 54-74.

MEYER, A. (1983). Didaktisch-methodische Aspekte zum Mathematikunterricht in der 1. Klasse der Blindenschule. In: Verband der Blinden- und Sehbehindertenpädagogen e.V. (Hrsg.). Standortbestimmung und Neuorientierung. Kongressbericht. 254-257.

MEYERS LEXIKONREDAKTION (HRSG.). (1990). Schülerduden. Die Mathematik I. 5. Auflage. Mannheim, Wien, Zürich: Dudenverlag.

MEYERS LEXIKONREDAKTION (HRSG.). (1991). Schülerduden. Die Mathematik II. 3. Auflage. Mannheim, Wien, Zürich: Dudenverlag.

MILLER, C.K. (1969), „Conservation in Blind Children“. In: Education of the Visually Handicapped, Dec, 101-105.

MILLER, L. (1992). „Diderot Reconsidered: Visual Impairment and Auditory Compensation“. In: Journal of Visual Impairment & Blindness. May. 206-210.

MINISTERIUM FÜR SCHULE UND WEITERBILDUNG DES LANDES NORDRHEIN-WESTFALEN

(HRSG.) (1996). Richtlinien und Lehrpläne für die Grundschule in Nordrhein-Westfalen. Mathematik. Frechen: Ritterbach.

MINISTERIUM FÜR SCHULE, WISSENSCHAFT UND FORSCHUNG DES LANDES NRW (2002). Bereinigte Amtliche Sammlung der Schulvorschriften des Landes NRW (BASS). Frechen: Ritterbach.

MOSER OPITZ, E. (2001). Zählen. Zahlbegriff. Rechnen. Theoretische Grundlagen und eine empirische Untersuchung zum mathematischen Erstunterricht in Sonderklassen. Bern, Stuttgart, Wien: Haupt.

MÜLLER, G., WITTMANN, E. CH. (1984). Der Mathematikunterricht in der Primarstufe. 3. Auflage. Braunschweig, Wiesbaden: Vieweg.

MÜLLER, G.N.; WITTMANN, E.CH. U.A. (1995). Das Zahlenbuch. Mathematik im 2. Schuljahr. Nordrhein-Westfalen. Leipzig: Klett.

NEUBRAND, M., MÖLLER, M. (1990). Einführung in die Arithmetik. Bad Salzdetfurth: Franzbecker.

OEVESTE, H. ZUR (1987). Kognitive Entwicklung im Vor- und Grundschulalter. Göttingen: Verlag für Psychologie.

PETERßEN, W. (1994). Anschaulich unterrichten. Ein Lern- und Arbeitsbuch. München: Ehrenwirth.

PIAGET, J.; SZEMINSKA, A. (1969). Die Entwicklung des Zahlbegriffs beim Kinde. 2. Auflage. Stuttgart: Klett.

PULASKI M.A.S. (1975). Piaget. Eine Einführung in seine Theorien und sein Werk. Ravensburg: Otto Maier.

RADATZ, H. (1982). „Zählen – eine oft vernachlässigte Fähigkeit". In: Grundschule. Heft 4, 159-162.

RADATZ, H. (1991). „Hilfreiche und weniger hilfreiche Arbeitsmittel im mathematischen Anfangsunterricht". In: Grundschule. Heft 9, 46-49.

SAUER, H. (1996). „Voraussetzungen und Vorkenntnisse für den Bereich der Arithmetik im Anfangsunterricht ‚Mathematik bei blinden und sehbehinderten Kindern". Staatsarbeit Dortmund, Universität.

SCHINDELE, R. (1975). Behinderte Kinder in verschiedenen Unterrichts- und Erziehungsprogrammen. Eine vergleichende empirische Untersuchung der Schulleistung, der sozialen Kompetenz, des „social adjustment" und des soziometrischen Status speziell betreuter sehgeschädigter Schüler in Regelschulen, sehgeschädigter Schüler in Heimsonderschulen und einer Kontrollgruppe normalsehender Schüler. Rheinstetten: Schindele.

SCHINDELE, R. (1985a). „Didaktik des Unterrichts bei Sehgeschädigten". In: Rath, W.; Hudelmayer, D. (Hrsg.). Pädagogik der Blinden und Sehbehinderten. Berlin: Carl Marhold. 91-126.

SCHINDELE, R. (1985b). „Organisationsformen des Unterrichts und der Förderung Blinder und Sehbehinderter". In: Rath, W.; Hudelmayer, D. (Hrsg.). Pädagogik der Blinden und Sehbehinderten. Berlin: Carl Marhold. S. 65-90.

SCHIPPER, W. (1996). „Arbeitsmittel für den arithmetischen Anfangsunterricht. Kriterien zur Auswahl". In: Die Grundschulzeitschrift. Heft 26, 39-41.

SCHIPPER, W.; HÜLSHOFF, A. (1984). „Wie anschaulich sind Veranschaulichungshilfen? Zur Addition und Subtraktion im Zahlenraum bis 10". In: Grundschule. Heft 4, 54-56.

SCHMIDT, S., WEISER, W. (1982). „Zählen und Zahlverständnis von Schulanfängern". In: Journal für Mathematikdidaktik. Heft 4, 227-236.

SCHMÜCKER, M. (2000). „Zur Diskussion des Einsatzes ausgewählter Arbeitsmittel aus dem Konzept des aktiv-entdeckenden Lernens im Mathematikunterricht an der Schule für Blinde". Staatsarbeit Dortmund, Universität.

SEKRETARIAT DER STÄNDIGEN KONFERENZ DER KULTUSMINISTER DER LÄNDER IN DER BRD (1994). Empfehlungen zur sonderpädagogischen Förderung der Schulen in der BRD. Beschluß der Kultusministerkonferenz vom

6.5.1994. http://www.kmk.org/doc/beschl/sopae94.pfd [November 2002].

SICILIAN, S.P. (1988). "Development of Counting Strategies in Congenitally Blind Children". In: Journal of Visual Impairment & Blindness. Oktober, 331-335.

SPITZER, K.; LANGE, M. (HRSG.) (1988). Tasten und Gestalten.Kunst und Kunsterziehung bei Blinden. Waldkirch: VzfB.

STRAUSS, A. L. (1994). Grundlagen qualitativer Sozialforschung: Datenanalyse und Theoriebildung in der empirischen und soziologischen Forschung. München: Wilhelm Fink.

WAN-LIN, M. M.; TAIT, P. E. (1987). „The Attainment of Conservation by Visually Impaired Children in Taiwan". In: Journal of Visual Impairment & Blindness. November, 423-428.

WEMBER, F. B. (1998). „Zahlbegriff und elementares Rechnen. Vorschläge zur Diagnose und Intervention bei Kindern mit Lernstörungen". Fernuniversität Hagen, Gesamthochschule.

WITTMANN, E.CH. (1993). „Wider die Flut der ‚bunten Hunde' und der ‚grauen Päckchen': Die Konzeption des aktiv-entdeckenden Lernens und des produktiven Übens". In: Wittmann, E.Ch.; Müller, G.N. (Hrsg.). Handbuch produktiver Rechenübungen. Band 1. Vom Einspluseins zum Einmaleins. 2. Auflage. Stuttgart, Düsseldorf, Berlin, Leipzig: Klett. 157-171.

WITTMANN, E.CH. (1995). „Aktiv-entdeckendes und soziales Lernen im Arithmetikunterricht". In: Müller, G.N.; Wittmann, E.Ch. (Hrsg.). Mit Kindern rechnen. Frankfurt am Main: Arbeitskreis Grundschule – Der Grundschulverband. 10-41.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO) (2002). "ICD 10 Definition". http://www.who.int/pbd/pbl/img.icd10.gif [Stand: 22. Oktober 2002].

WYNN, K. (1992). "Evidence against Empiricist Accounts of the Origins of Numerical Knowledge". In: Mind and Language. Vol. 7 No.4, 315-332.

11 Anhang

11.1Datenerhebung im Hinblick auf den Untersuchungsgegenstand

Aufgabe 1a) Freies Bauen

Zeit	Beschreibung Sophia	Beschreibung Fabien	Beschreibung Melina	Beschreibung Luzie
Ausgangs-situation	Sophia (vorne links) hat ein Freies Feld (FF) vor sich auf ihrem Platz liegen. ML stellt nun eine Kiste mit verschiedenen LiMa-Stäben links neben dieses FF.	Fabien (vorne rechts) hat ebenfalls ein FF vor sich liegen und hat sich bereits zwei blaue LiMa-Stäbe aus der Kiste genommen, von denen sie nun den ersten auf das FF setzt.	Melina (hinten links) hat ein FF vor sich liegen.	Luzie (hinten rechts) hat ebenfalls ein FF vor sich liegen.
00:00:12 (TS1)	Sophia nimmt mit der linken Hand einen roten Siebener aus der Kiste und hält ihn in der Faust umschlossen. Sie setzt zunächst die Fingerspitzen des Mittelfingers (MF), des Ringfingers (RF) und des kleinen Fingers (KF) auf, hält dabei den LiMa über dem FF fest und „knallt“ ihn dann auf das Feld.	Fabien setzt einen blauen LiMa rechts oben waagerecht ins FF, verschiebt den LiMa etwas und zieht die Kiste an sich heran. Dann verschiebt sie den Stab leicht in eine senkrechte Position, nimmt ihn auf, dreht ihn und sieht sich die Magnetseite an. Sie legt den LiMa in senkrechter Ausrichtung an den linken oberen Rand des Feldes.	Sie rückt ihr FF zurecht und greift in die Kiste. Hier nimmt sie einen blauen Zehner-LiMa in die Hand, schaut weiter in die Kiste und greift zwei LiMas gleichzeitig.	Luzie nimmt einen roten LiMa aus der Kiste und setzt ihn in ihrem FF oben links in der Ecke ein. Sie verschiebt ihn mehrfach nach oben und unten und drückt ihn in die Ecke.

00:00:27 (TS2)	Sie umschließt einen roten Siebener mit allen Fingern, führt ihn zur rechten Feldseite, wo der LiMa mit dem linken Ende kurz aufkommt, und wieder zurück zur Mitte, wo Sophia ihn dann waagerecht ablegt. Dabei drückt sie mit dem Handballen darauf. Sie hebt ihn mit den Fingerspitzen hoch, legt ihn oberhalb des ersten Stabes ab und drückt mit den Fingerspitzen beider Hände auf beide Stäbe. Anschließend streicht sie mit den Fingern über die Stäbe, die sich dadurch nicht verschieben.	Sie dreht den zweiten Stab in ihren Händen, während sie ihn anschaut, und legt ihn mit der Magnetseite nach unten auf das Feld. Sie verschiebt den bereits auf dem Feld befindlichen Stab und legt ihn waagerecht an die obere Kante des Feldes. Den zweiten Stab legt sie rechts daneben, jedoch vorerst leicht nach unten versetzt. Sie nimmt diesen LiMa wieder in die Hand, fühlt über die Magnetseite, schaut sich den Magneten an, legt den Stab mit der Magnetseite nach unten auf das Feld und schiebt die beiden Stäbe so zusammen, dass sie direkt unterhalb des oberen Randes eine Reihe bilden. Sie drückt einmal mit der linken Handfläche auf den Stab. Daraufhin nimmt sie zwei weitere Stäbe aus der Kiste und legt diese nacheinander auf das Feld rechts neben die Stabreihe.	Von diesen lässt sie einen wieder fallen, den anderen setzt sie oben rechts in die Ecke des Feldes ein. Sie greift wieder in die Kiste und nimmt mehrere Stäbe gleichzeitig mit der linken Hand heraus. Einen davon legt sie links neben den zuvor gelegten LiMa an den Rand. Sie nimmt ihn auf, schaut auf seine Unterseite und setzt statt dessen einen anderen Stab aus der Hand auf das FF.	Dann nimmt Luzie einen weiteren Stab, nimmt den gerade gelegten wieder in die Hand und setzt beide Stäbe mehrfach mit beiden Händen abwechselnd auf dem FF auf. Dabei schaut sie zu ML, welche sagt: „Die sind magnetisch. Da ist ein Magnet dran, ne? Die kleben ein bisschen dran, merkt ihr das?“
00:00:40 (TS3)	Sophia nimmt einen roten Fünfer aus der Kiste, legt ihn auf das Feld und drückt darauf, wobei er sich verschiebt. Sie nimmt den Stab mit links wieder auf, dreht ihn in den Händen, legt ihn erneut auf das Feld, dreht ihn auch hier noch mal und drückt ihn mit den Fingerspitzen an. Sie schiebt ihn rechts neben die anderen Stäbe. An der Kontaktstelle hält sie den LiMa fest, während sie den rechten Teil so nach unten dreht, dass ungefähr ein rechter Winkel entsteht. Erst drückt sie auf diesen Stab, dann mit beiden Handflächen auf alle drei bisher gelegten Stäbe.	Bei dem Versuch, den insgesamt vierten Stab in die Reihe zu legen, ragt dessen rechter Teil über das Feldinnere hinaus, zudem verschiebt sich der dritte Stab daneben leicht. Fabien schiebt ihn wieder zurück an den Rand des Feldes und versucht erneut, den vierten LiMa an das Ende zu legen. Als dies wieder nicht gelingt, sucht sie mit der anderen Hand in der Kiste, legt dann den zu großen Stab zurück, wühlt darin und nimmt sich einen kleineren LiMa. Nun gelingt ihr das Einsetzen.	Melina nimmt nun den oben rechts platzierten LiMa hoch, schaut auf dessen Unterseite, setzt ihn wieder ab und schiebt beide Stäbe an den oberen Rand. Den zuvor abgelegten Stab setzt sie nun direkt links neben dem anderen LiMa ein, so dass eine Reihe entsteht, in der nur noch wenig Platz ist. Mit der rechten Hand holt Melina den nächsten Stab heraus, führt ihn zur noch frei gebliebenen Stelle in der Reihe, setzt den Stab aber nicht auf, sondern legt ihn darunter ab. Jetzt schiebt Melina einen LiMa nach dem anderen nach links, so dass sich auf der rechten Seite eine freie Stelle ergibt. Hierhin legt sie den Stab senkrecht in die Reihe auf das FF.	Luzie wühlt in der Kiste und holt sich weitere Stäbe heraus. Diese setzt sie mit beiden Händen auf dem FF ein.

00:01:00 (TS4)	Sophias rechte Handfläche liegt auf den Stäben innerhalb des FF. Sophia nimmt einen blauen Dreier aus der Kiste, lässt ihn kurz auf dem Feld aufkommen, legt ihn auf einen auf dem Feld befindlichen roten LiMa, auf dem zuvor die Finger-spitzen der rechten Hand lagen und drückt schwach darauf. Dann hebt sie den Stab an, dreht ihn mehrfach in der Hand, „knallt“ ihn oberhalb der anderen Stäbe auf das Feld und drückt darauf. Sie setzt den Zeigefinger (ZF) und Daumen kurz seitlich an diesen LiMa. Die Magnetseite liegt nicht unten. Sie schiebt den Stab links neben die ande-ren LiMas und touchiert mit der flachen linken Hand mehrfach alle Stäbe. Sie führt die linke Hand zum linken Rah-men, zum oberen Rahmen und dann in die Kiste.		Melina legt den LiMa-Stab in die Kiste zurück und wühlt darin. Sie nimmt einen blauen Zweier in die Hand, schaut auf das FF und setzt den Stab ein. Sie blickt in die Kamera und wendet sich dann der Kiste zu, in der sie wühlt und aus der sie einen Zweier herausholt. Diesen versucht sie an der jetzt sehr kleinen freien Lücke am rechten Rand des FF einzufügen. Dies gelingt nicht, und Melina wirft den Stab in die Kiste zurück. An-schließend wühlt sie erst mit rechts, dann mit links in der Kiste.	
00:01:26 (TS5)	Sophia nimmt einen roten Neuner aus der Kiste und legt ihn auf das Feld. Sie hebt den Stab leicht an, legt ihn wieder ab, hebt ihn erneut an und legt ihn links neben die anderen Stäbe. Dabei ver-schiebt sie mit dem Daumen den blauen Stab, der nicht mit der Magnetseite auf dem Feld lag. Sie dreht den roten Neu-ner, nimmt ihn auf und legt ihn parallel zum unteren Rahmen links neben die roten LiMas. Anschließend nimmt sie den nunmehr darunter liegenden, ver-schobenen blauen Dreier mit Daumen und ZF auf.		Nach etwas längerer Suche nimmt sie einen Einer aus der Kiste, ruft „Hab’ ihn“ und platziert ihn in der Ecke. Mit links holt sie einen weiteren Einer heraus und versucht ihn einzusetzen, was nicht gelingt. Sie nimmt ihn wie-der auf, dreht ihn in der Hand und schaut ihn genau an. Sie hebt den bereits platzierten Einer auf, schaut auf seine magnetische Unterseite und legt ihn wieder an die ursprüngliche Stelle. Dann legt Melina den anderen Einer zurück in die Kiste, kratzt sich am Kopf, schaut in die Kamera und	

	Sie schiebt ihn leicht hin und her und hebt ihn schließlich hoch. Sie legt den blauen Dreier über den roten Neuner auf das Feld, so dass deren Seitenflächen aneinander liegen, und schiebt beide Stäbe zugleich leicht nach links zur Seite. Sie hebt den blauen Stab hoch und versucht, ihn horizontal in die durch das Auseinanderschieben entstandene Lücke zwischen dem roten Neuner und den übrigen Stäben zu legen. Dabei verschiebt sich der rote Stab noch ein Stück weiter nach links. Sophia dreht den blauen Dreier schließlich vertikal, so dass er in die Lücke passt, und drückt darauf. Sie schiebt den roten Neuner heran, fühlt leicht mit dem ZF, dann auch mit MF und RF über den Dreier und den roten Neuner. Sophia legt die flache Hand auf das FF und führt die Hände erst zum oberen Rahmen und dann nach links in die Kiste.		setzt sich gerade hin. Danach holt sie einen roten Sechser aus der Kiste und setzt ihn beidhändig am unteren Rand an, wobei er senkrecht zum Rahmen liegt. Sie nimmt einen längeren LiMa und setzt ihn an die Spitze des Sechsers. Nun tauscht sie beide Stäbe aus, so dass der Achter sich unten und der Sechser oben befindet	
00:02:02 (TS6)	Sophia holt einen blauen Siebener aus der Kiste, legt ihn mit der unteren Kante auf die Stelle des FF, an der ihr rechter ZF den linken Rand ihrer bisher gelegten Figur markiert. Hierbei legt und drückt sie den LiMa zweimal an. Dann verschiebt sie den Stab und fühlt den durch die Anordnung der beiden linken Stäbe entstandenen Winkel im Innern der Figur mit ihrem linken ZF. Anschließend holt sie einen blauen Dreier aus der Kiste und legt ihn an der		Jetzt holt Melina einen Siebener, aus der Kiste, hält ihn direkt an den Sechser-LiMa und nimmt ihn dann wieder weg. Sie rückt den anderen LiMa gerade und holt einen roten Achter aus der Kiste, legt ihn aber zurück. Dann nimmt sie einen Fünfer aus der Kiste, sieht zum Sechser hin und lässt den gezogenen Stab wieder fallen. Sie wühlt weiter, holt einen Fünfer heraus, den sie auf das FF legt und mehrfach mit der Magnetseite	

	Stelle ihres ZF auf das Feld. Sie verschiebt ihn an die offene Seite des gebauten Winkels, so dass eine Art Dreieck entsteht und drückt mehrfach auf den Stab. Dabei verschiebt er sich. Sie ertastet mit den Fingerspitzen beider Hände das Innere dieses Dreiecks.		aufkommen lässt, indem sie ihn anhebt und wieder loslässt. Nun legt sie beide zuletzt ausprobierten LiMas zurück in die Kiste und schaut zu Luzies FF hinüber.	
00:02:31 (TS7)	Sie nimmt sich einen blauen Sechser aus der Kiste und „knallt“ ihn auf das FF, wobei er auf dem Feld rutscht, und legt ihn direkt oberhalb des zuvor gelegten blauen Dreiers an. Sie fühlt mit beiden Händen über den Stab, dreht ihn mehrfach auf dem Feld und drückt mit der Handfläche und den Fingerspitzen beider Hände darauf. Dann hebt sie ihn zweimal mit der linken Hand hoch. Beim ersten Mal „knallt“ sie ihn recht stark, beim zweiten Mal schwächer mit der linken Stabkante voran auf das FF und drückt zuletzt leicht darauf. Nun befindet sich die Magnetseite oben. Sie ertastet die gelegte Figur v.a. mit beiden ZF und erklärt ML ihre gelegte Figur.		Melina sucht erneut in der Kiste. Mit der linken Hand greift sie zwei blaue LiMas heraus und gibt Luzie einen dritten in die Hand. Einen Stab legt Melina weg, holt dafür einen anderen und hält ihn neben den in der linken Hand befindlichen LiMa. Einen dieser Stäbe, einen blauen Sechser, legt sie neben den roten Sechser auf das FF und entfernt ihn wieder.	
00:03:01 (TS8)		Fabien nimmt gleichzeitig einen roten und einen blauen Vierer aus der Kiste, legt den roten Stab auf das Feld und verschiebt ihn leicht in eine waagerechte Position. Den blauen Stab legt sie zurück in die Kiste und sucht einen anderen Stab. Sie nimmt einen roten Dreier heraus und hält ihn neben den gerade gelegten roten Vierer. Sie legt ihn wieder zurück und		Luzie hat in der Zwischenzeit ebenfalls eine Reihe blauer LiMas am oberen Rand des FF erstellt. Zudem hat sie die Umrisse eines Hauses symmetrisch gebaut. Jetzt nimmt Luzie einen blauen Vierer aus der Kiste und legt ihn waagerecht auf das FF. Sie

		nimmt einen kürzeren sowie im Anschluss einen längeren roten Stab in die Hand, sucht aber gleichzeitig weiter in der Kiste und legt die Stäbe wieder zurück. Jetzt nimmt sie sich einen roten Vierer und setzt ihn rechts neben die gelegte Figur.		hebt ihn langsam an und setzt ihn wieder ab. Dann sucht sie weiter und legt einen blauen Dreier an den zuvor platzierten Stab an.
00:03:20 (TS9)	Sophia nimmt einen blauen Vierer aus der Kiste, legt ihn links neben ihr bisheriges Werk und drückt leicht auf viele der Stäbe. Dabei verschiebt sich der daneben liegende blaue Dreier, der nicht mit der Magnetseite auf dem Feld lag, leicht. Sie sagt: „Gerade geht's um die Kurve.“ Hierbei tastet sie mit beiden Händen über die vor ihr liegenden roten LiMas und ertastet den Schnittpunkt zweier Stäbe. Mit links greift sie in Richtung der Kiste, führt die Hand aber wieder zurück zur Figur, ohne in die Kiste hineingegriffen zu haben. Hier betastet sie beidhändig den blauen Dreier, dreht diesen um 90°, drückt darauf, nimmt ihn mit der linken Hand heraus und setzt ihn andersherum wieder ein. Daraufhin fühlt sie mit den Fingerspitzen der linken Hand über die im FF links oben befindlichen, blauen LiMas, schiebt zwei davon zusammen und führt ihre Hand in die Kiste.		Melina wühlt weiter in der Kiste und holt einen roten Fünfer heraus. Diesen hält sie neben den weiterhin in der Hand befindlichen blauen Sechser. Nacheinander hält sie verschiedene Siebener und Fünfer in roter und blauer Farbe an. Dann hält sie den blauen Sechser hoch, um ihn Luzie zu zeigen. Von ihr erhält Melina einen roten Siebener, den sie wie die anderen an den blauen Sechser hält.	Luzie (nur die Hand sichtbar) reicht Melina einen roten Siebener.

00:03:51 (TS10)	Sophia holt einen blauen Siebener heraus und platziert ihn zunächst auf dem roten Stab ihres gelegten Dreiecks, dann ins Innere des Dreiecks (vgl. 1a/ TS6). Sie drückt ihn mit ZF, MF und RF an und dreht ihn dann auf dem Feld. Mit ZF und Daumen hebt sie den LiMa leicht an und drückt erneut. Währenddessen erzählt sie eine Geschichte zu ihrer gelegten Figur und sagt beim Andrücken des Siebeners: „Schön ist das. Ah, ich versinke!“ Im Folgenden tastet sie mit ausgestreckten Fingern über die Figur, streicht besonders mit den ZF über den gerade gelegten Stab und klopft mit der linken Hand mehrfach auf diesen Stab. Nun greift sie wieder in die Kiste.		Melina bekommt einen Fünfer von Luzie, woraufhin sie „Nein!“ ruft. Der nächste Stab ist ein roter Sechser, ein kurzer Ruck geht durch ihren Körper. Sie legt den blauen Sechser weg und setzt den gerade gefundenen roten Sechser auf das FF. Den noch zum Hausumriss fehlenden senkrechten LiMa nimmt sie aus der Kiste und legt ihn an die vorgesehene Stelle. Dann schiebt sie alle vier zur Figur gehörenden Stäbe zurecht und greift erneut in die Kiste.	Luzie legt einen Fünfer und einen Sechser auf Melinas Feld.
00:04:26 (TS11)	Sie nimmt einen blauen Fünfer heraus und legt ihn auf das Feld, wobei er rutscht. Sie dreht den Stab mehrfach und drückt darauf, wobei er sich jeweils verschiebt. Dann stellt sie den Stab hochkant, hebt ihn zweimal leicht an, drückt darauf, wobei die Magnetseite nach wie vor nicht unten liegt, und legt ihn schließlich wieder weg. Währenddessen liegt ihre rechte Hand auf dem FF. Sie nimmt einen anderen blauen Stab mit links, legt ihn an dieselbe Stelle und drückt darauf.		Melina nimmt verschiedene blaue Stäbe heraus, die sie an einen in ihrer Hand befindlichen Stab hält, und fügt im Folgenden mehrere kurze LiMas in ihre Figur ein.	
00:04:48 (TS12)	Außerhalb des Videobildes hantiert Sophia beidhändig weiter mit dem LiMa.	ML redet mit Fabien über deren gebautes Bild.	Melina setzt weiterhin kurze LiMas ein.	Luzie rückt verschiedene LiMas auf ihrem Bild zurecht und ertastet einen weiteren Stab in ihrer Hand.

00:05:03 (TS13)	Sophia verschiebt den soeben auf das Feld gelegten Stab, bis er die gewünschte Stelle am unteren linken Winkel des FF erreicht hat, und drückt darauf. Sie tastet der Länge nach mit dem ZF über den Stab, dann mit beiden Handflächen über die Figur, wobei sie Druck auf die Stäbe ausübt.		Melina arbeitet für kurze Zeit nur mit einer Hand, während sie ihren Kopf auf die andere Hand aufstützt. Dann holt Melin+a lange LiMas aus der Kiste und platziert sie neben der Figur.	
00:05:21 (TS14)	Während Sophia noch mit dem rechten ZF über den gerade platzierten LiMa streicht, holt sie mit links einen roten Vierer aus der Kiste und legt ihn etwas oberhalb der Figur ab. Daraufhin nimmt sie einen roten Dreier und „knallt" ihn mit dem Kommentar „Platsch" auf das untere Feld. Sie fühlt leicht darüber und nimmt einen roten Siebener aus der Kiste, erzählt dabei von ihrem Vater und legt dann den Stab auf das Feld, wobei die Magnetseite nicht unten liegt. Sie drückt darauf und tippt leicht mit dem Daumen dagegen, wobei sich der Stab verschiebt; dann dreht sie den LiMa beidhändig und „knallt" ihn mit der magnetischen Seite auf das FF. Anschließend fühlt sie mit dem ZF über die angrenzenden Stäbe.		Melina wühlt in der Kiste und erhält von Luzie einen langen blauen LiMa. Diesen scheint sie in ihr Bild einzusetzen. Einen langen blauen Stab entfernt sie und gibt ihn an Luzie weiter. Anschließend erhält sie von dieser einen weiteren Stab. Im nicht einsehbaren Bereich ihres FF scheint Melina ihre Stäbe zurecht zu schieben.	

00:06:03 (TS15)	Sophia nimmt einen blauen Zweier, legt ihn in den von ihr als „Loch“ bezeichneten Zwischenraum im unteren Feldbereich, wobei der Stab verrutscht, und lässt ihn mehrfach darin aufkommen. Dann dreht sie den Stab so, dass er hochkant steht, und drückt darauf. Sie nimmt den Stab in die Hand und erzählt dabei eine zum gebauten Bild passende Begebenheit, ruft dabei laut und lässt den LiMa-Stab zwischen den Handflächen hin und her rollen. Nach einer Ermahnung durch den Klassenlehrer wird sie leiser, behält den Stab eine Weile in ihren auf dem Tisch liegenden, gefalteten Händen und beugt ihren Kopf zum Tisch hinunter. Daraufhin setzt sie sich wieder gerade hin und legt den Stab mit der Magnetseite nach unten an dieselbe Stelle wie zuvor.		Melina hält einige Zeit inne und schaut zu Sophias Bild hinüber. Dann greift sie wieder zur Kiste. Doch auf Sophias Ausrufe hin blickt sie abermals zu ihr hin.	
00:06:28 (TS16)	Sophia fühlt über die unbebaute Fläche des FF und sagt: „McDonalds, wo noch Platz ist.“ – Sie nimmt einen roten Siebener, dreht ihn in ihren Händen und „knallt“ ihn waagerecht auf den oberen, noch unbebauten Teil des Feldes. Sie nimmt einen weiteren roten Siebener, dreht auch ihn in den Händen und „knallt“ ihn mit links auf das Feld, so dass er in diagonaler Ausrichtung links oberhalb des anderen Siebeners zum Liegen kommt. Dann nimmt sie sich mit der linken Hand einen blauen Sechser-Stab und legt ihn oberhalb des waagerechten Siebeners auf das Feld, wobei er verrutscht. Sie dreht ihn herum, drückt darauf und hebt ihn leicht an. Daraufhin schiebt sie ihn an den Siebener heran.		Melina klopft mit den Fingern ihrer rechten Hand auf die Kiste, schaut dann hinein und anschließend zu Sophia. Dann arbeitet sie an ihrem eigenen Bild weiter, indem sie einen blauen Einer oben rechts auf ihr FF setzt.	

00:07:02 (TS17)	Nun nimmt Sophia einen roten Fünfer, dreht ihn in der Hand, legt ihn auf das FF und fühlt hauptsächlich mit ihrem linken ZF über die Oberfläche. Sie ertastet alle neu gelegten Teile und übt mit den Handflächen kurz Druck auf sie aus. Wiederum streicht sie mit den ZF über den roten Fünfer. Sie wechselt zum darunter befindlichen blauen Sechser, streicht auch über dessen Oberfläche und verharrt mit dem rechten ZF auf dem schwarzen Punkt, während der linke ZF bis zur Fünfermarkierung streicht und diese betastet. Sie fühlt nochmals über die gesamte Oberseite des blauen LiMas, wobei ihr rechter ZF mehrmals zum Punkt zurückkehrt. Währenddessen sagt sie: „Ja, ich brauche drei Mittlere, drei Kleine, oder ...“ und murmelt weitere, nicht verständliche Worte. Anschließend wühlt sie in der Kiste, stößt dabei Melinas Hände an und nimmt verschiedene blaue Stäbe innerhalb der Kiste in die Faust. Dabei fühlt ihr Daumen über den schwarzen Punkt. Dann nimmt sie einen blauen Fünfer und setzt diesen zwischen die Stäbe, allerdings nicht mit der Magnetseite nach unten. Sie tastet diesen LiMa mit beiden ZF von innen nach außen ab.		Melina greift in die Kiste, nimmt einen LiMa in die Hand und stützt im Anschluss daran ihren rechten Arm auf die Kiste. Von Sophia angestoßen, fängt Melina wieder an, in der Kiste zu wühlen und nimmt verschiedene LiMas heraus.	

00:07:57 (TS18)	Sophia nimmt einen blauen Fünfer aus der Kiste, legt ihn senkrecht auf das FF und drückt ihn an. Sie holt einen weiteren blauen Fünfer heraus, legt ihn auf das FF, hebt ihn leicht an, dreht ihn um 90°, hebt ihn wieder leicht an und dreht erneut um 90°. Sie fühlt mit ihrer linken Handfläche über die gelegte Figur und berührt dabei mit dem ZF einen Stab, welcher leicht verrutscht. Sie schiebt ihn sofort wieder zurück und ertastet die gesamte Figur.		Weiterhin wühlt Melina in der Kiste, betastet LiMas und holt manche heraus.	
00:08:27 (TS19)	Sophia nimmt einen blauen Dreier aus der Kiste, „knallt" ihn am rechten Rand auf das Feld und hebt ihn kurz an, streicht über dessen Oberfläche und anschließend über die ganze untere Figur. Sie nimmt den Stab außerhalb des Videobildes in die Hand, lässt ihn zwischen ihren Handflächen hin und her rollen und erzählt ihrer Nachbarin Melina etwas. Sie führt den Stab zum Mund, dreht ihn zur Magnetseite hin, lässt den Stab beinahe fallen und legt ihn schließlich zurück in die Kiste.		Melina hat zwischenzeitlich den oberen rechten Teil des Feldes mit sonnenförmig angeordneten Zweier-LiMas bebaut. Einen letzten Zweier setzt sie noch hinzu.	
00:09:05 (TS20)	Fabien setzt kurze rote LiMas in ihr Bild ein und verrückt diese. Melina hält ihr Bild mit Hilfe von ML schräg in die Kamera. Melina fängt an, ihre Stäbe mit beiden Händen zurück in die Kiste zu werfen. Auch Fabien legt ihre LiMas zurück in die Kiste, wobei sie mit beiden Händen jeweils symmetrisch liegende LiMas aufnimmt. Währenddessen baut Luzie noch weiter; Melina reicht ihr einige LiMas an.			

Aufgabe 1b) Nachbauen

Zeit	Beschreibung Sophia
Ausgangs-situation	Sophia hat zwei FF vor sich liegen. Das linke FF weist zwei Figuren aus je zwei roten (links) und zwei blauen (rechts) Achter-LiMas auf, die von Melina gelegt worden sind und von Sophia nachgebaut werden sollen. Bei den Figuren handelt es sich um zwei spitze Winkel, die am unteren Holzrand des FF anliegen. Das rechte FF ist leer und soll im Folgenden von Sophia bebaut werden.
00:10:06 (TS1)	Sophia bewegt ihre linke Hand zum linken FF. Sie setzt mit ihrem Handballen kurz auf den LiMas der rechten blauen Figur auf, gleichzeitig mit den Fingerspitzen (ZF, MF, RF) auf der freien Fläche darüber. Sie bewegt ihre Hand weiter nach links, stößt dabei mit dem Handballen auf den rechten roten LiMa, fährt kurz an ihm entlang und umfasst dann den linken roten LiMa mit den Fingerspitzen. Sie legt ihre linke Hand auf die Figur und nimmt nun die rechte Hand dazu. Diese berührt den Winkel der Figur, die linke Hand löst sich dabei und ertastet den äußeren Rahmen des FF. Während die rechte Hand auf der Figur bleibt, tastet die linke den Rand des Feldes ab, soweit ihr Arm reicht. Dabei geht sie im Uhrzeigersinn vor und kreuzt teilweise beide Arme. Dann umfassen die Finger wie zuvor den linken LiMa. Daraufhin legt sie die linke Handfläche auf die Figur, während sie die rechte Hand erstmals wieder davon löst. Sophia löst nun auch die linke Hand von der Figur und setzt sie über der Figur auf dem FF auf. Dann klopft mit den Fingerknöcheln mehrmals leicht auf das Feld.
00:10:26 (TS2)	Jetzt ertastet Sophia die rechte, blaue Figur. Sie ertastet den rechten Stab mit den Fingerkuppen, streicht auf- und abwärts und benutzt dabei v.a. den ZF und den MF der linken Hand. Anschließend streicht sie mit der linken Hand am linken Stab hinunter, während die rechte Hand auf dem Winkel der Figur ruht. Sie löst die linke Hand von der rechten Figur und führt sie zurück zur linken Figur. Hier streicht sie mit den ausgestreckten Fingern den Stab aufwärts. Sie tastet über den Winkel hinaus die Figur ab und hebt dann gleichzeitig beide Hände hoch.
00:10:37 (TS3)	Sophia führt ihre Hände nach rechts zur Stab-Kiste und umfasst deren oberen Rand, während die linke Hand in das Innere hinein greift. In der Faust kommt ein blauer Achter zum Vorschein. Sie führt beide Hände in hohem Bogen zum Körper zurück und setzt den Stab zunächst auf dem Rahmen der Tafel auf. Sie setzt den LiMa immer ein Stückchen weiter rechts auf, bis er waagerecht im Innern der Tafel zum Liegen kommt. Kurz hebt sie den Stab noch einmal an und setzt ihn endgültig wieder ab. Die rechte Hand streicht währenddessen über das leere Feld.
00:10:44 (TS4)	Sophia setzt ihre rechte Hand auf das rechte Stabende des Achters, wobei sie über die rechts befindliche Fünfermarkierung fühlt, und greift mit der linken Hand in die Kiste, in der sie verschiedene Stäbe anfasst. Sie holt einen blauen Achter hervor und nimmt ihn mit der rechten Hand entgegen. Dabei fühlt sie mit Daumen und ZF der linken Hand über die Stab-Außenseite bis zur hier links befindlichen Fünfermarkierung und fühlt dann noch einmal über den linken Teil des schon platzierten LiMas auf dem FF. Sie ertastet dessen Fünfermarkierung, nimmt den Stab hoch und legt ihn zurück in die Kiste. Den anderen LiMa behält sie in der rechten Hand und hält ihn am rechten Ende fest.
00:10:54 (TS5)	Sophia fühlt mit der freien linken Hand über das linke FF auf dem sich die beiden Winkelfiguren befinden. Sie tastet bei der rechten, blauen Figur über den rechten Stab (von oben nach unten) und streicht sowohl im oberen als auch im unteren Drittel mehrfach hin und her, dann fühlt sie, nachdem sie ihre Hand in Richtung Kiste geführt hat, in gleicher Weise über den linken Stab. Sie greift in die Kiste und holt den zuvor zurück gelegten blauen Achter heraus, wobei sich ihr Daumen auf der Fünfermarkierung befindet, und setzt den Stab mit der Magnetseite nach oben auf. Sie nimmt den LiMa hoch, dreht ihn mehrfach in der Hand und legt ihn wiederum mit der nicht magnetischen Seite nach unten ab. Sie dreht den LiMa weiter, „knallt" ihn schließlich mit der Magnetseite nach unten auf das FF und hebt ihn mehrfach leicht an. Sie dreht ihn in zwei Schritten um insgesamt 180°, während sie mit der rechten Hand den anderen Stab auf die Magnetseite dreht.
00:11:18 (TS6)	Sophia schiebt beide Stäbe waagerecht und zueinander parallel gegen den linken Rand des Feldes. Sie legt beide Stäbe parallel und in diagonaler Ausrichtung nebeneinander, wobei ein schmaler Spalt bleibt, den Sophia mit dem ZF der linken Hand von rechts nach links entlang fühlt. Am linken Ende drückt sie die Stäbe mit dem linken ZF auseinander, während sie mit dem MF und dem RF das rechte Ende des oberen Stabes an das Ende des unteren schiebt. So ist ein spitzer Winkel mit Öffnung nach links entstanden. Am Ende der Aufgabe hat Sophia auch den Winkel aus einem roten Fünfer und einem Siebener mit der Öffnung nach links unten fertig gestellt.

Zeit	Beschreibung Melina
Ausgangs-situation	Sophia (links im Bild) hat auf ihrem FF aus sieben LiMas eine Figur erstellt. Melina (links neben Sophia) soll nun Sophias Figur auf ihrem eigenen FF nachbauen.
00:11:38 (TS7)	Melina fragt: „Das muss ich machen?“ Dann fängt sie an, Stäbe aus der Kiste herauszusuchen. Mit der linken Hand nimmt sie einen roten Achter-LiMa, den sie bereits zuvor in der Hand hatte, mit rechts einen blauen, den sie kurz in Richtung der Vorlage hält, aber dort nicht anlegt. Wie in der ganzen folgenden Arbeitsphase wendet sie den Kopf ständig von ihrem FF nach rechts zur Vorlage. „Jetzt muss ich einen blauen nehmen. ... Wo kommt der hin? Hier, ne? - Dann kommt ein mittelgroßer roter.“ Nachdem sie den roten Stab vor die Kiste gelegt hat, setzt sie den blauen Stab in ihr FF ein. Dann nimmt sie verschieden lange LiMas heraus, wirft sie aber in die Kiste zurück, wühlt mit links in der Kiste, bis sie einen Stab herausnimmt und in ihr FF einsetzt. „Dann hier – oder hierhin.“ Sophia meint: „Ich hab immer die schwierigsten Ideen, ne?“ Luzie und Fabien sprechen über die Umsetzung der Aufgabe, während Melina nun wortlos weiter nach LiMas sucht und diese einsetzt.
00:12:32 (TS8)	Melina nimmt den nächsten blauen Stab, hält ihn neben die Figurvorlage und setzt ihn schließlich auf ihr FF, wobei sie mehrfach zur Vorlage schaut. Melina: „So irgendwie.“ – Sophia wird von ML ermahnt, die Stäbe auf Ihrem FF liegen zu lassen. Melina wühlt wieder in der Kiste, nimmt verschiedene Stäbe in die Hand, hält zwei davon direkt über die LiMas der Vorlage und setzt den letzteren in ihre Figur ein. Melina sagt: „Der, ne?“– Sie setzt den Stab auf das FF und kratzt sich am Kopf. ML: „Bist du fertig?“ – Melina schaut wieder zur Vorlage und sagt: „Nein, noch nicht.“ Sie nimmt den roten Achter-Stab auf, den sie schon zu Beginn vor die Kiste gelegt hatte, schaut zur Vorlage und setzt ihn ein.– „Hierhin, ne? (...) Ich weiß nicht, ob das stimmt. Das ist so kompliziert.“ – ML: „Da musst du Sophia mal fragen, ob das stimmt.“ Die Kiste, die zwischen den beiden Feldern steht, wird von ML weggestellt. Melina hebt ihr FF leicht an und setzt es weiter rechts wieder ab. Sophia tastet sehr weit oben auf dem FF und findet die Figur erst, als ML ihr per Klopfzeichen den Standort anzeigt. Sophia fühlt mit ihrer linken Handfläche und teilweise mit den Fingerspitzen über Melinas Figur und betastet v.a. einen blauen Dreier sorgfältig, während die rechte Hand auf ihrer eigenen Vorgabe liegt und kaum darüber fährt. Sophia sagt schließlich: „Hast Glück gehabt. Es ist richtig!“

Aufgabe 1h) Diskriminieren von Stäben anhand akustischer Signale

Zeit	Beschreibung Sophia, aber auch Melina, Fabien und Luzie
Ausgangs-situation	Einer bestimmten Anzahl an Klopfzeichen (bis zu acht Schläge) muss die Wertigkeit der treppenartig angeordneten Stäbe zugeordnet werden. Am Tisch sitzen Melina (im Bild hinten links), Sophia (hinten rechts), Fabien (vorne links) und Luzie (vorne rechts).
00:14:00 (TS1)	Fabien klopft achtmal. Melina bewegt während der Klopfzeichen lautlos ihre Lippen und hebt danach den Achter hoch. Sophia hält den ZF der rechten und den ZF bzw. MF der linken Hand auf den unteren Teil des Dreiers bzw. Vierers. Nach den ersten Klopfzeichen bleibt sie in dieser Ausgangsstellung und führt dann beide Hände zügig nach rechts zu größeren LiMas, kommt über den Achter hinaus und führt ihre Finger wieder ein Stück nach links zurück, wo sie dann liegen bleiben. Dort legt sie v.a. den rechten ZF auf. Sophia: „Ich bin schnell zum Achter rübergegangen.“ ML: „Du bist aber wirklich schnell. Unglaublich.“
00:14:22 (TS2)	Vor den eigentlichen Schlägen ist ein anderes, dumpfes Klopfen zu hören. Dann klopft Melina siebenmal. Sophia ertastet die LiMas mit der dem ZF und MF der linken Hand, während der ZF der rechten Hand auf dem Achter liegt und während des Klopfens nur kurz nach links und wieder zurück streicht. Sophia streicht mit dem ZF schnell zum Achter, dann sagt ein Schüler: „Sieben.“ Sofort geht Sophia nach links zur Sieben und hält ihre ausgestreckten ZF auf diesen LiMa. Dabei verschiebt sie ihn mitsamt dem Achter leicht nach rechts. Während die ZF an der Stelle bleiben, legt sie die anderen ausgestreckten Finger der linken Hand flach auf die Oberfläche der links davon liegenden Stäbe.

00:14:33 (TS3)	Nun bekommt Sophia einen Pappdeckel und einen LiMa zum Klopfen angereicht. Sie nimmt ihn mit beiden Händen auf, hält ihn dann in der zur Faust geschlossenen Hand und klopft damit sechsmal auf den Deckel. Zwei ihrer Mitschüler greifen direkt zum Sechser und halten ihn hoch.
00:14:47 (TS4)	Luzie klopft achtmal. Sophia hält beide ZF auf den Vierer. Noch während des Klopfens bewegt sie ihre Hände schnell nach rechts zum Achter, so dass sie diesen durch das Tempo leicht nach rechts verschiebt. Mit durchgestreckten Fingern drückt sie auf den Achter und richtet dabei ihren Körper auf. Nach der Bestätigung ihrer Aufgabenlösung lässt Sophia ihre Hände wieder locker und setzt sich hin.
00:15:07 (TS5)	Die Ausgangsstellung von Sophias Händen: Der rechte Handballen liegt auf dem Holzrahmen des Feldes auf, die Fingerspitzen berühren den unteren Stab-Teil auf Höhe des Siebeners bzw. Achters. Die linke Hand hält sie parallel zum Rahmen oberhalb der rechten Hand mit locker ausgestreckten Fingern, die Fingerspitzen sind ebenfalls auf Höhe des Siebeners bzw. Achters. Nun klopft Fabien siebenmal. Sophia streckt ihre Finger bei den ersten Schlägen durch und hat den RF der rechten Hand auf dem Achter, den MF auf dem Siebener und den ZF auf dem Sechser liegen, während sich die Fingerspitzen der linken auf dem Fünfer befinden. Nach den Schlägen schiebt sie die gestreckten ZF beider Hände nebeneinander auf den Siebener-LiMa. Dann wird die Lösung verkündet, und Sophia lässt ihre Hände wieder locker.
00:15:21 (TS6)	Die nächste Klopfaufgabe erfolgt durch Melina. Die Ausgangsstellung von Sophias Händen ähnelt der vorherigen. Bei den nun folgenden zwei Schlägen behält sie ihre Hände weiter rechts bei den hohen Werten und hält kurz inne. Als keine weiteren Schläge folgen, lässt Sophia zuerst ihre linke Hand hinunter gleiten, wobei sie über dem Vierer kurz verharrt, die rechte Hand folgt ihr. Sie gleitet weiter abwärts, spürt mit dem linken RF die Kante des Einers und berührt dann den Zweier mit den durchgestreckten ZF beider Hände.
00:15:28 (TS7)	Sophia erhält wiederum einen LiMa und den Pappdeckel zum Klopfen. Wie schon zuvor, nimmt sie den Stab beidhändig auf und klopft achtmal mit der linken Hand. Die Aufgabe wird von allen erfüllt. ML fragt: „Wollen wir noch ne Runde?“ Die Kinder rufen: „Ja!“ – ML reicht Luzie den Pappdeckel sowie den LiMa.

Aufgabe 1i) Einzelförderung: Förderung des blindenspezifischen Umgangs mit dem Material

Zeit	Beschreibung Sophia
Ausgangs-situation	Sophia hat das FF vor sich auf dem Tisch liegen; links davon befindet sich eine mit LiMa-Stäben gefüllte Kiste.
00:15:55 (TS1)	ML: „So, wir gucken uns die Stäbe jetzt noch mal ganz genau an, o.k.?“ Sophia greift dabei mit der linken Hand in die Kiste. Sophia: „O.K., also das ist ein blauer.“ Sie führt den Stab mit der linken Hand vor ihren Körper und nimmt ihn mit der rechten Hand auf. Sie umfasst den LiMa in waagerechter Ausrichtung an beiden Enden, indem sie die Daumen beider Hände unterhalb und die anderen Finger oberhalb dieses Stabes hält. ML: „Gut. Und jetzt such mir mal einen roten Stab raus.“ Sophia legt den blauen Stab wieder zurück in die Kiste. Sophia: „Nen roten...“ - ML: „Die Kisten sind auch ein bisschen anders geworden, ne?“ Sophia wühlt in der Kiste, umfasst einen roten Vierer und bewegt dabei ihren ZF über den Stab; nimmt den Stab an einem Ende und bewegt die Finger dabei „Da!“ und hält den Stab hoch. Sie führt den Stab zur rechten Hand und ertastet ihn noch einmal mit beiden Händen.

00:16:18 (TS2)	ML: „Sehr gut. Guck dir den mal genau an. Auf welcher Seite ist der Magnet? Kannst du das spüren?" Sophia hält den LiMa in der linken Hand, führt ihn zur rechten Handfläche und stützt den Stab an ihr ab. Sie streicht mit dem linken ZF am Stab von oben nach unten und dreht ihn dann um 90° in der Hand. Anschließend streicht sie erneut mit dem ZF an der Stabfläche abwärts. Dann legt sie den Stab mit Daumen und ZF auf dem FF ab. Dieser kommt zuerst mit der Kante auf, bevor er auf der magnetischen Fläche aufsetzt. ML: „Ja, gut, ja." Dabei nimmt Sophia den Stab noch einmal auf, führt ihn zur rechten Handfläche und „knallt" den Stab zurück auf das FF. ML: „Ist doch richtig, ne? Ja, sehr gut." – Sophia hebt den LiMa mehrmals mit Daumen und ZF an. Sophia: „Heute hat Oma Rosi ihren Geburtstag." – ML: „Du, hör mal, wir machen jetzt erst mal Mathe, o.k.? Nachher in der Pause kannst du mir das erzählen, aber jetzt nicht. Such dir noch mal einen anderen Stab raus, o.k.?" – „Nen Blauen?" – „Ja, ist in Ordnung." – „Da!" Sophia wühlt schon vor der eigentlichen Aufgabenstellung mit der linken Hand in der Kiste und holt nun einen blauen Vierer heraus. – ML: „Und jetzt guck mal, wo da der Magnet ist." – Sophia führt den LiMa mit links zur rechten Handfläche, fühlt mit dem ZF kurz über den Stab und „knallt" ihn auf das FF.– ML: „Gut!"
00:16:50 (TS3)	ML: „So, jetzt machen wir zuerst ne Treppe." Sophia nimmt einen blauen Einer mit den Fingerspitzen heraus, führt ihn zum FF und dreht dabei das Handgelenk, somit auch den Stab, und setzt den Stab auf der Magnetseite auf. ML: „Gut, das ist ein Einer. Wo kommt der Einer hin?" Sophia schiebt den LiMa erst senkrecht abwärts bis zum unteren Rand und dann daran entlang bis zur linken Berandung. ML: „Gut!"
00:17:00 (TS4)	ML: „Der Zweier." Während Sophia eine Melodie singt, wühlt sie mit der linken Hand in der Kiste, wobei ein paar größere Stäbe herausfallen, und hebt verschiedene Stäbe innerhalb der Kiste kurz an. Sie umfasst einen Dreier mit KF, RF und MF und Daumen, setzt ihren ZF auf die obere Kante. Sie führt den LiMa zum FF, setzt ihn aber nicht auf, sondern bewegt ihn zum linken Rand hin, wobei die ausgestreckten Finger der rechten Hand dieser Bewegung folgen. Sophia: „Ja, ist ein Zweier." ML: „Ja, super." – „Der kommt da hin." Sophia setzt den Stab unter Zuhilfenahme des rechten ZF in etwa waagerecht an den Einer an.
00:17:25 (TS5)	ML: „Der kommt da so neben. So, o.k., dass das ne Treppe wird. Ist das ein Zweier?" ML schiebt den LiMa in eine zum unteren Rahmen senkrechte Position, und Sophia schiebt ihn mit dem rechtem Daumen an den bereits platzierten Einer heran. Sie legt ZF und Daumen der rechten Hand auf den Dreier etwas oberhalb des linken Einers. Sophia: „Ja." – ML: „Hm, warten wirs ab." Sophia nimmt mit der linken Hand einen Dreier heraus und umfasst ihn mit allen Fingern.– ML: „Und was ist das?" – „Zweier." – „Hm." - Sophia legt den Stab zurück in die Kiste.
00:17:38 (TS6)	Sophia greift mit links zu einem Fünfer, umschließt ihn mit allen Fingern außer mit dem ZF und drückt dabei mit dem ZF auf das obere Stabende. Sophia: „Dreier, da, da." – ML: „Dann leg ihn mal hin." - Sophia hält ihre Hände über den Kopf und legt den Stab dort von der linken in die rechte Hand. Dann setzt sie ihn mit links auf das FF und führt ihn weiter nach links. Ebenso fühlt sie mit der freien linken Hand über das FF bis zu den beiden platzierten LiMas. Sie hebt den Stab noch einmal an und setzt ihn daraufhin unten links an die bestehende Figur an. Mit der linken Hand hält sie dieses untere Stabende fest und verschiebt den oberen Teil mit dem Daumen, bis der LiMa direkt an der Figur anliegt und eine Treppe entstanden ist. Dann rückt sie den Stab mit dem ZF der rechten Hand ganz an den Rahmen und fühlt mit beiden Händen über die Oberfläche der Treppe.
00:17:48 (TS7)	ML: „Jetzt fühl mal die Treppe. Ist die richtig?" - Sophia fühlt weiter über die Treppe und setzt dabei die Fingerspitze des rechten MF auf das obere Ende des in der Mitte platzierten angeblichen Zweiers und den rechten ZF auf den Übergang zum Einer, wobei die Finger gespreizt sind. Mit links ertastet sie die Maße des Einers. „Nein! Ist ein zu großer." – Sophia entfernt den Fünfer vom FF und hält ihn in der rechten Hand. Dann nimmt sie den Dreier-LiMa auf und umschließt ihn mit der ganzen linken Hand.– ML: „Guck mal, ob du noch einen Zweier findest. Irgendwie passte das nicht so ganz, ne?" – Sophia: „Das ist drei hier." Dabei schüttelt sie die linke Hand mit dem darin befindlichen Stab. – ML: „Das ist drei, gut, super! Dann leg ihn mal zur Seite und nimm den, genau, den Zweier." - Sophia legt den Fünfer auf das FF und den Dreier rechts neben das FF. Anschließend führt sie ihre linke Hand in die Kiste.
00:18:07 (TS8)	Beim Wühlen murmelt Sophia: „Zweier, Dreier." Sie tastet verschiedene Stäbe in der Kiste und nimmt einen Dreier heraus; diesen umschließt sie mit der ganzen linken Hand. Dann schiebt sie den ZF der rechten Hand in die leicht geöffnete linke Faust. Sophia: „Da ist ein Zweier." – „Ist das ein Zweier? Vergleich den mal mit dem Dreier." – Sophia legt ZF, MF und RF der rechten Hand auf den zuvor rechts neben dem FF abgelegten Dreier und fühlt darüber. Zeitgleich dreht sie den in der linken Hand befindlichen, gerade gezogenen Dreier in der Hand. Sophia: „Nein!" – ML: „Das ist schon wieder ein Dreier!"

Aufgabe 1m) Zerlegungen der Zahl Neun anhand von Aufgabenkarten

Zeit	Wortprotokoll und Beschreibung Fabien, Luzie, Melina und Sophia
Ausgangs-situation	Vier Kinder (Fabien im Bild vorne links, Luzie oben links, Melina oben rechts, Sophia unten rechts) zerlegen auf ihrem FF die Zahl Neun mit Hilfe der LiMas. Gerade sollen sie „Acht und Eins" legen, am Tisch wird über die Lösung diskutiert.
00:18:42 (TS1)	Luzie: „Acht, Eins, so." Fabien: „Melina hat aber auch so rum." Luzie: „Nein, so rum, Acht – Eins." *[Luzie und Fabien verschieben die gelegte Lösung]* ML: „Zwischen Acht und Eins." Luzie: „Meli, Acht – Eins." ML: „Ja, stimmt, ne? Hat Melina doch auch, oder? Das ist ja verkehrt herum. Wenn Du hierher kommst, siehst du, dass das Acht und Eins ist, ne? Komm mal ruhig rum, dann siehst du, das ist Acht – Eins. *[Luzie und Fabien kommen herum und sehen sich Melinas Lösung von deren Seite an.]* Ne?" Luzie: „Ach." *[Währenddessen streicht Sophia über einen roten Achter-LiMa und beteiligt sich nicht weiter an der Diskussion.]* ML: „Andersrum ist das Eins und Acht, wenn man da herum guckt. Das ist ..." Melina: „Ist verkehrt rum!" ML: „... schwierig, ne? Genau."
00:19:18 (TS2)	Sophia: „Acht!" ML: „Acht, gut, und wo kommt die jetzt hin?" *[Sophia legt den Achter links an den Rand des FF.]* Fabien: „Jetzt die Dings, Sophia, Sophia." ML: „Und wo kommt die Eins hin? ... *[Sophia sucht erst mit der rechten, dann auch mit der linken Hand nach dem weiter oben bereit liegenden Einer.]* ... Weiter oben, da. ... *[Kinder reden über Vorgang außerhalb des Klassenzimmers; Sophia schiebt mit der rechten Handfläche den gefundenen Einer neben den Achter]* ... Gut, Sophia. ... Jetzt noch daneben legen." Fabien: „Nein, nicht wo die Männer da sind ..." ML: „Neben die Acht in diese Lücke rein, Sophia." *[Sophia platziert den Einer mit beiden Händen und drückt mit beiden ZF darauf.]* Melina: „Da oben. Das macht Spaß, Melanie!" Luzie: „Das macht echt Spaß! Jetzt ist Sophia dran." ML: „Jetzt ist Sophia dran." Fabien: „Da oben... Nicht wo diese Männer da sind am Fenster." Luzie: „Welche Männer?"

00:19:56 (TS3)	ML: „So, Sophia, bist du fertig? ... Bist du fertig?“ Sophia: „Na, klar.“ *[Sophia springt von ihrem Platz auf, hüpft auf und ab.]* ML: „Dann darfst du jetzt eine Karte ziehen. Das sind drei Karten, bitte eine ziehen. ... *[Sophia streckt beide Hände aus und zieht eine von ML hingehaltene Karte.]* Gut! ... Bitte in die Ecke legen. ... *[ML führt Sophias Hand mitsamt der Karte in die Ecke rechts unten auf dem FF. Dort legt Sophia die Karte ab und streicht mit den Fingerspitzen darüber.]* Und Vorlesen.“ Melina: „Was steht da?“ Sophia: „Zwei ... *[Es wird ruhig, während Sophia weiter die Aufgabenstellung ertastet. Die Kinder flüstern unverständliche Worte]* ... plus ... plus sieben.“ ML: „Stimmt aber.“ Fabien: „Sieben. Die rote Sieben!“

Aufgabe 2a) Freies Bauen

Zeit	Beschreibung Michelle	Beschreibung Friederike
Ausgangssituation	Friederike (im Bild vorne links), Michelle (im Bild rechts daneben) und andere Kinder haben gerade die LiMa-Stäbe und die FF erhalten, auf denen sie nun beliebig mit den Stäben bauen dürfen. Während Michelle zwei LiMas auf ihrem FF liegen hat, hat Friederike den linken Rand bereits mit mehreren Stäben bebaut.	
00:20:43 (TS1)	Michelle setzt einen langen blauen LiMa-Stab rechts neben einen bereits liegenden Stab auf das FF, so dass eine waagerechte Reihe entsteht. Sie verschiebt dann beide Stäbe nach rechts zur Seite, wobei sich die aneinander liegenden Kanten leicht auseinander bewegen, was Michelle mit der rechten Hand wieder korrigiert.	Friederike sucht sich mit beiden Händen einen Einer aus dem Haufen, dreht ihn in den Händen und schaut ihn an. Dann legt sie ihn mit beiden Händen unter den bereits gelegten Stab auf das FF.
00:21:00 (TS2)	Daraufhin nimmt sich Michelle einen weiteren blauen Stab, legt ihn links neben der Reihe auf das Feld, hebt ihn an den Enden an und klopft auf das FF. Sie legt ihn auf eine andere Seite und klopft abermals. Schließlich legt sie ihn in der Reihe ab. Sie streicht mit der rechten Hand von links nach rechts über diese Reihe von drei Stäben, ertastet mit der linken Hand die Punkte auf den Staboberseiten und schiebt die drei LiMas an den jeweiligen Übergängen mit ZF und Daumen zusammen.	Danach nimmt Friederike den Einer wieder hoch, dreht ihn mit beiden Händen und schaut ihn erneut an. Sie klopft ihn ein paar Mal auf das FF, um den LiMa dann wieder wegzulegen. Im Anschluss daran hebt sie das Feld mit beiden Händen an. Dabei nimmt sie einen auf dem Feld liegenden blauen großen Stab in die linke Hand und legt ihn wieder hin. Sie legt das Feld wieder ab, wobei sie mit der linken Hand an einen am Rand befindlichen großen roten Stab stößt. Diesen rückt sie nach dem Hinlegen des FF mit beiden Händen wieder zurecht. Sie nimmt sich mit der rechten Hand einen blauen Dreier, schaut darunter und legt ihn oben links in eine Ecke des Feldes; sie klopft einmal leicht mit dem Stab auf das FF.
00:21:16 (TS3)	Michelle streicht mit der rechten Hand über das FF aufwärts, bis sie an den oberen Rand gelangt, und nimmt oberhalb des Feldes einen weiteren blauen Stab, ohne andere Stäbe in Betracht zu ziehen. Sie legt den Stab auf das FF und nimmt ihn im Folgenden mehrfach wieder auf, um ihn mit beiden Händen zu drehen und dann zwei- bis dreimal auf dem Feld aufkommen zu lassen. Schließlich legt sie den Stab unterhalb der bestehenden Stabreihe ab.	Friederike hebt den Stab wieder an. Dabei ertastet die auf dem FF befindlichen Stäbe mit der linken Hand und legt den LiMa wieder zurück. Nun nimmt sie sich einen blauen Dreier, lässt ihn in die linke obere Ecke fallen und schiebt ihn dann ganz in die Ecke hinein.

00:21:29 (TS4)	Nun tastet Michelle mit ihrer rechten Hand in dem Stabhaufen, indem sie ihre Finger tastend über die Stäbe hinweg „krabbeln“ lässt, und nimmt die linke Hand dazu. Sie ertastet einen kurzen roten Stab, den sie aufnimmt und an eine bestimmte Stelle des Feldes zu legen versucht. Mit diesem Stab in der Hand wendet sie sich zu Friederike, spricht kurz mit ihr, ertastet den LiMa in der Hand und legt ihn wieder weg. Dann tastet sie mit beiden Händen in dem Haufen nach einem neuen Stab und nimmt zwei aneinander hängende Stäbe in die rechte Hand, während sie mit der linken Hand einen direkt oberhalb des Feldes auf dem Tisch liegenden Einer-LiMa ertastet. Diesen nimmt sie auf und zeigt ihn Friederike. Daraufhin legt sie ihn mit der linken Hand auf das Feld und dreht ihn mehrere Sekunden lang nur mit der linken Hand auf dem Feld.	Friederike verschiebt eine Vielzahl an Stäben und rückt sich den Stuhl zurecht. Anschließend nimmt sie einen recht großen roten Stab mit der linken Hand. Sie rückt mit der rechten Hand einen Stab zurecht und unterhält sich mit Michelle; dann schaut sie auf die Magnetseite des Stabes und legt diesen an den oberen Rand des FF. Sie greift zu einem weiteren roten Zehner-Stab und legt ihn rechts daneben; hierbei fasst sie ihn an der Fünfermarkierung an, hält inne, berührt noch einmal die Markierung und schaut zu Manuel und Kevin hinüber. Daraufhin führt sie ihre rechte Hand zu den oberhalb ihres Feldes liegenden Stäben und hält die rechte Hand über einen Zweierstab, dann über einen Einerstab und nimmt sich schließlich einen roten Vierer. Diesen versucht sie rechts neben den anderen Stäben am oberen Rand zu platzieren, was aber nicht gelingt, da er teilweise auf dem Rahmen aufkommt. Daraufhin legt sie ihn weg, nimmt sich einen Zweier, schaut sich die Unterseite an und legt ihn in die rechte obere Ecke des Feldes. Nun schaut sie in die Kamera und ruft: „Kuckuck!“
00:22:01 (TS5)	Während sich die beiden anderen Stäbe noch immer in ihrer rechten Hand befinden, hält sie ML den mit links gedrehten Stab entgegen und sagt zu ihr: „Ich kann diesen Klotz hier der ist nicht magnetisch“. - ML: „Dann fühl noch mal genau, ob du den findest...“. - Michelle probiert weiter mit der rechten Hand, sagt: „Geht nicht“ und klopft dabei mit dem Einer auf das Feld. ML legt den Stab mit der Magnetseite nach unten auf das FF und sagt: „Ja, so ein bisschen magnetisch ist er schon. Der ist nur ein ganz bisschen magnetisch...“. Michelle erwidert etwas und schiebt den Stab an die vorgesehene Stelle.	Friederike nimmt sich mit der rechten Hand einen Stab, blickt darunter, dreht ihn in der Hand, schaut ihn wieder an und legt ihn senkrecht in die rechte obere Ecke. Im Anschluss daran nimmt sie sich einen weiteren roten Stab und legt ihn an den rechten Rand des FF, schaut zu Michelle und ML hinüber und hört deren Gespräch zu; hierbei sagt sie etwas zu ML, nimmt sich mit der rechten Hand einen roten Fünfer und sieht schon beim Greifen nach rechts zur zu bebauenden Seite des FF. Dann sie legt ihn unter den anderen Stab an den rechten Rand des Feldes, schaut ein weiteres Mal zu Michelle und ML hinüber und meint: „Das muss aber gehen!“. Dann nimmt sie sich mit der rechten Hand einen roten Zehner und hält diesen unter den anderen Stab an den rechten Rand des Feldes, führt ihn aber wieder zurück zum Tisch und nimmt sich stattdessen einen roten Vierer, unter den sie einen Blick wirft, bevor sie ihn an die gewünschte Stelle legt.
00:22:34 (TS6)	Michelle nimmt mit der linken Hand einen der blauen Stäbe aus der rechten Hand und legt ihn unter Zuhilfenahme der rechten Hand unter die bereits gelegten Stäbe. Dann legt sie zwei weitere Stäbe mit beiden Händen links daneben, wobei sie diese jeweils an die oberen Stäbe	Friederike tastet nach einem Stab, nimmt sich dann aber mit einer schnellen Bewegung einen roten Vierer, legt ihn allerdings wieder zurück, nachdem sie ihn über die vorgesehene Stelle gehalten hat. Sie nimmt einen anderen roten LiMa auf und legt ihn zurück; dann greift sie zu einem
	anlegt und mit beiden ZF andrückt. Sie fühlt den zuvor gelegten Stab mit beiden Händen, dreht ihn mit der linken Hand um 90° und tippt ihn einmal auf die Platte. Mit der rechten Hand umfasst sie den links daneben liegenden Stab und schiebt diesen an die bereits liegenden Stäbe heran.	roten Dreier und legt ihn an die gewünschte Stelle rechts unten auf das FF. Sie streicht die Haare zurück, nimmt einen blauen Zehner, dreht ihn mit beiden Händen und guckt darunter. Daraufhin legt sie ihn an den unteren Rand des FF; dann nimmt sie, nach einer Handbewegung zu einem kurzen LiMa, einen blauen Dreier. Diesen Dreier hält sie in beiden Händen, guckt darunter und legt ihn in die Rechte untere Ecke des Feldes.

00:22:53 (TS7)	Sie streicht mit der rechten Hand zweimal über die Reihe von Stäben, indem sie diese mit Daumen und ZF umfasst; hierbei tippt sie mit dem KF der rechten Hand kurz auf den rechten Rahmen. Die linke Hand umfasst einige Stäbe auf der linken Seite in gleicher Weise. Dann ertastet sie mit beiden Händen einen blauen Einer, legt ihn wieder weg, nimmt mit der linken Hand einen anderen Stab und legt ihn auf das Feld auf die linke Seite unter die anderen Stäbe. Sie drückt mit beiden Händen darauf.	Noch daneben platziert Friederike einen blauen Einer. Sie schiebt die unteren Stäbe ganz an den unteren Rand. Im Folgenden rückt Friederike einige Stäbe am Rand des Feldes zurecht.
00:23:10 (TS8)	Michelle sucht mit beiden Händen gleichzeitig nach einem Stab, nimmt mit der linken Hand einen LiMa und gibt ihn an die rechte Hand ab. Sie ertastet das Ende der Stabreihe auf dem FF, legt den Stab auf die linke Seite des Feldes und bringt ihn mit beiden Händen an die vorgesehene Stelle. Dann nimmt sie ihn wieder weg, klopft zweimal mit dem Stab auf eine freie Stelle des Feldes, dreht ihn mit beiden Händen um 90°, klopft wiederum zweimal und legt ihn anschließend wieder an die vorgesehene Stelle; währenddessen unterhält sie sich mit ML.	Friederike korrigiert weiterhin die Lage der LiMas am Rand des FF. Dann nimmt sie nach kurzer Suche zwei unterschiedlich lange rote Stäbe, die zusammen hängen. Nachdem sie diese auseinandergenommen hat, schaut sie darunter, führt sie zum FF hin, guckt abermals darunter und legt den einen LiMa auf das FF in die linke obere Ecke.
00:23:22 (TS9)	Michelle fühlt mit der rechten Hand an der Stabreihe entlang bis zum Ende und lässt die Hand dort liegen, während sie mit der linken Hand das linke Ende der Stabreihe ertastet. Sie nimmt mit der linken Hand den äußersten Stab aus der Reihe und klopft ihn zweimal auf eine freie Stelle des FF; dann führt sie ihn mit Hilfe beider Hände zurück an die ursprüngliche Stelle, legt ihn dann aber mit der rechten Hand wieder zurück in den Haufen. Mit der linken Hand nimmt sie sich in der Zwischenzeit einen neuen Stab derselben Größe und legt ihn mit beiden Händen fast an die ursprüngliche Stelle des anderen Stabes; sie legt ihn aber mit der linken Hand wieder zurück. Sie tastet mit beiden Händen gleichzeitig über den Stabhaufen, ertastet einen LiMa mit beiden Händen und legt ihn wieder weg. Daraufhin steht Michelle auf, um einige Stäbe zu ertasten, die weiter in der Mitte des Tisches liegen, bleibt dann mit der rechten Hand auf einer Stelle stehen und ertastet mit der linken Hand einige Stäbe. Sie ergreift einen Stab mit der linken Hand.	Dann nimmt Friederike den anderen Stab in die rechte Hand, blickt darauf und legt ihn zurück. Sie nimmt sich einen anderen roten Stab, legt ihn auf den bereits liegenden roten Fünfer und legt ihn dann symmetrisch in die untere linke Ecke; hebt den soeben beiseite gelegten roten Sechser an, legt ihn aber sofort wieder hin und greift weit in den Haufen, um einen roten Stab aufzunehmen. noch während des Hinsetzens schaut sie darunter, legt ihn auf den roten Fünfer oben links und dann symmetrisch in die rechte obere Ecke und schiebt ihn noch ein wenig zurecht; bevor sie aufsteht und sich einen roten Stab holt. Diesen schaut sie an, legt ihn auf den Stab in der rechten oberen Ecke und dann symmetrisch in die rechte untere Ecke. Daraufhin rückt sie den Stuhl zurecht, betrachtet ihr Werk und ruft ML mit den Worten „Guck mal“ zu sich, die sich daraufhin das bebaute Feld ansieht. Friederike nimmt den roten Sechser wieder auf und legt ihn oben links parallel zur Kante hin. Dann streicht sie sich die Haare hinter die Ohren und nimmt den Stab mit einer schnellen Bewegung wieder weg.
00:23:53 (TS10)	Michelle setzt sich wieder hin und legt den LiMa-Stab mit beiden Händen auf das FF an die Stelle, an der sie zuvor einen Stab entfernt hatte. Sie nimmt den LiMa wieder auf, klopft zweimal auf das Feld, dreht ihn mit der rechten Hand um 90°, dreht ihn erneut mit der rechten Hand, klopft mehrfach ganz leicht damit auf das FF und legt ihn schließlich mit beiden Händen an die vorgesehene Stelle. Dann ertastet sie mit der linken Hand wieder das linke Ende der Stabreihe und mit der rechten Hand das rechte Ende und schiebt die Stabreihe mit Hilfe beider Hände zusammen.	Friederike nimmt einen blauen Fünfer hoch, lässt ihn wieder fallen, nimmt noch einen Stab, lässt ihn ebenfalls wieder fallen, steht dann auf und nimmt einen dritten blauen Stab hoch, schaut darunter und legt ihn an die Stelle, an der vorher der rote Sechser gelegen hat. Danach schiebt sie ihn so zurecht, dass er parallel zum oberen Rand liegt, und nimmt sich noch einen Stab, auf dessen Unterseite sie einen kurzen Blick wirft.

00:24:06 (TS11)	Nun sucht Michelle mit beiden Händen im Haufen und steht dabei auf. Sie sagt: „Da fehlt noch ein so einen." Sie nimmt mit der rechten Hand einen blauen Einer auf, zeigt ihn Friederike und fragt sie: „Hast du noch solche? Mit nem Punkt drauf?" Dann setzt sie sich wieder hin und ertastet mit der linken Hand das Ende der Reihe, während sie den Stab mit der rechten Hand zweimal das FF klopft. Sie versucht, ihn mit beiden Händen links neben die Reihe zu legen, und drückt den Stab in das Loch hinein. Dabei „springt" die untere Reihe an der rechten Seite auseinander. Die obere Reihe bleibt hingegen intakt. Michelle: „Ups!"	
00:24:26 (TS12)	Sie schaut in Richtung der rechten Seite, während sie mit beiden Händen die linke Seite der Reihe ertastet. Friederike legt die heruntergefallenen Stäbe auf das FF, welche Michelle mit der rechten Hand an sich nimmt. Währenddessen ruht die linke Hand noch immer am linken Ende der Stabreihe. Dann nimmt sie sich mit der rechten Hand einen Stab und klopft damit auf das FF. Sie legt bzw. schiebt einen Stab nach dem anderen wieder in die Reihe. Der Kopf ist dabei fortwährend sehr weit zum Tisch heruntergebeugt. Sie schiebt die beiden Reihen mit der rechten Hand zusammen, nimmt sich einen weiteren Stab und verschiebt einige Stäbe etwas nach rechts.	
00:24:54 (TS13)	Danach nimmt sie einen Einer auf, ertastet ihn mit beiden Händen, dreht ihn und legt ihn links neben die LiMas der wiederherzustellenden Reihe. Währenddessen nimmt sie sich mit der rechten Hand einen weiteren Stab, gibt ihn in die linke Hand und platziert ihn links in die Reihe. Dabei nimmt sie mit der rechten Hand einen noch auf dem Feld liegenden Stab und mit der linken Hand den Einer auf und legt den soeben aufgenommenen Stab an diese Stelle. Michelle ertastet den Einer mit beiden Händen und klopft ihn mit der rechten Hand zweimal leicht auf das FF. Dann dreht sie ihn mit einer Hand, klopft wieder zweimal, legt ihn mit Hilfe der linken Hand links neben die Reihe und drückt leicht darauf. Schließlich ertastet sie mit der rechten Hand das rechte Ende der Reihe und eröffnet mit dem Einer die dritte Reihe.	

00:25:20 (TS14)	Während die rechte Hand am rechten Ende der Reihen ruht, nimmt sie sich mit der linken Hand zwei Stäbe aus dem Haufen; nimmt einen davon in die rechte Hand und ertastet es. Sie klopft damit zweimal auf das FF und legt den LiMa an die rechte Seite der dritten LiMa-Reihe und schiebt ihn an die anderen Stäbe heran. Den zweiten, etwas größeren Stab nimmt sie in beide Hände, ertastet ihn und dreht ihn um. Dann legt sie ihn mit beiden Händen ebenfalls in die Reihe und schiebt ihn neben die anderen Stäbe. Sie greift mit der linken Hand zum dritten Stab, den sie unterhalb des FF abgelegt hatte, legt ihn mit beiden Händen in die Reihe und schiebt die Stäbe zusammen; dabei geht sie sehr nah mit dem Kopf zum Feld hinunter. Sie ertastet mit beiden Händen die jeweiligen Enden der dritten Reihe. Sie hört ML zu und lacht dabei. Daraufhin betastet sie mit der linken Hand die Reihe oberhalb; sie klopft mit der flachen rechten Hand zweimal auf die rechte Seite der Reihen und ertastet diese. Hierbei geht sie mit dem Kopf wieder sehr nahe an das FF heran. Sie ertastet mit der rechten Hand ausgiebig das linke Ende der noch nicht fertigen Reihe.	
00:26:15 (TS15)	Michelle nimmt einen roten Zweier in die linke Hand und ertastet diesen. Dann nimmt sie ihn und einen weiteren roten Zweier auf. Sie ertastet diesen mit beiden Händen, klopft mehrfach auf das FF, dreht ihn um 90°, klopft wieder dreimal, dreht ihn wieder um 90°, klopft erneut und lässt ihn liegen. Sie nimmt den zweiten Stab aus der linken Hand, ertastet ihn mit beiden Händen und klopft damit auf das FF, während die rechte Hand mit dem bereits liegenden roten Zweier ebenfalls auf das Feld klopft. Sie nimmt den linken Stab auf, führt ihn in die Nähe des Gesichtes und dreht ihn mit beiden Händen, klopft mit dem Stab auf das FF und ertastet die Reihen mit beiden Händen. Einen von Friederike hingelegten Einer schiebt sie an die anderen Stäbe heran und tastet weiter über die Reihen	Von Friederike ist nur die linke Hand zu sehen, die mehrfach auf Michelles FF nach Stäben tastet. Schließlich greift Friederike zum Stabhaufen und nimmt einen Einer heraus, den sie dann in die unterste Reihe von Michelles FF setzt.

Aufgabe 2d) Taktile Diskriminierung der LiMas bzw. der Rechenstäbe

Zeit	Beschreibung Friederike und Michelle
Ausgangssituation	Friederike (links) und Michelle (rechts daneben) stellen sich gegenseitig Aufgaben, indem sie einen beliebigen LiMa in einen Krabbelsack (Jutebeutel) legen. Der Partner soll die jeweilige Wertigkeit durch Tasten erraten. Michelle hat gerade eine Aufgabe gestellt, die Friederike zu lösen soll.
00:27:09 (TS1)	Friederike hält ihre linke Hand in den Krabbelsack und fühlt nach dem von Michelle hineingelegten LiMa. Die rechte Hand hat sie auf den Beutel gelegt und fühlt den Stab somit zusätzlich von außen. Sie wendet sich zu Michelle und sagt: „Zehner!“ – Michelle: „Richtig.“ – Friederike holt den Stab mit der linken Hand heraus, betrachtet ihn und sagt: „Jau!“ – Sie legt den Stab in die auf dem Tisch stehende LiMa-Kiste und ruft zu Michelle: „So, Augen zu!“ – Michelle schließt ihre Augen.

00:27:30 (TS2)	Friederike sucht in der LiMa-Kiste nach einem Stab. Sie nimmt einen roten Achter heraus und umschließt ihn mit den Fingern ihrer linken Hand. Dabei untersucht sie den Stab, indem sie mit Daumen und ZF über die Außenflächen des Stabes streicht. Dann lässt sie den Stab wieder in die Kiste zurück fallen. Sie nimmt einen roten Einer in die Hand und hält ihren Daumen darauf; auch diesen LiMa lässt sie wieder los, um dann zu einem roten Zweier zu greifen. Diesen dreht sie in der linken Hand, hält Daumen und ZF darauf und lässt ihn los. Sie nimmt einen roten Siebener in die Hand, umschließt ihn mit zur Faust geschlossenen Fingern, streckt ihren ZF aus und legt ihn auf eine Stabseite. Sie lässt auch diesen LiMa los und fühlt noch mal über einen weiteren.
00:27:54 (TS3)	Friederike greift nun zu einer anderen LiMa-Kiste und wühlt darin. Sie nimmt einen blauen Achter-LiMa heraus. Sie legt die Finger ihrer linken Hand gekrümmt hinter den Stabrücken, nur der Daumen liegt zum Greifen davor. Ebenso verfährt sie mit der rechten Hand, die sie oberhalb der linken Hand anordnet. Friederike lässt den Stab mit der rechten Hand los, hält ihn aber mit links weiter fest und bringt ihn damit in eine waagerechte Stellung; die linke Hand umfasst den Stab wie zuvor. Nun hält sie ihren rechten Daumen auf die untere Fläche des rechten Stabendes, den linken Daumen entsprechend auf diejenige vom linken Stabende, und bewegt sie aufeinander zu, bis sich beide Daumen beinahe berühren. Sie schaut sich den Stab noch einmal von allen Seiten an und legt ihre Finger nochmals nebeneinander an den Stab. Dann legt sie den Stab vor sich auf den Tisch.
00:28:08 (TS4)	Friederike wühlt in der kleineren Kiste. Sie greift mit beiden Händen jeweils einen Einer-LiMa heraus und legt diese Stäbe auf den vor ihr liegenden blauen Zehner. Während sie diesen mit Daumen und ZF der linken Hand festhält, greift die rechte Hand wieder in die Kiste. Sie legt verschiedene lange Stäbe zur Seite und holt dann zweimal hintereinander Einer-LiMas heraus, die sie jeweils auf dem blauen Zehner platziert, so dass hierauf nunmehr vier Einer liegen. Dann tippt sie mit dem rechten ZF viermal auf die Einer, nimmt sie mit der linken Hand gleichzeitig auf und wirft sie in die kleine Kiste zurück. Sie hält ihren rechten ZF auf die Stelle, bis zu der die vier Einer gereicht hatten, und übernimmt diese Stelle mit der linken Hand. Mit rechts holt sie die vier gerade zurückgelegten Einer wieder und legt sie von der Fünfermarkierung ausgehend auf den Zehner. Hierbei bleibt am rechten Stabende eine Einer-Stelle frei. Jetzt führt sie ihre Hand nochmals in Richtung der Kiste, lässt dann aber von dieser Bewegung ab. ML: „Kommst du klar?“ – Friederike: „ Ja.“ Jetzt steckt sie den Stab in den Krabbelsack, legt diesen vor Michelle auf den Tisch, legt ihre Arme verschränkt auf den Tisch und lässt ihren Kopf auf die Arme sinken.
00:28:53 (TS5)	Michelle nimmt den Krabbelsack in die Hand. Sie führt erst ihren rechten Arm in den Beutel hinein, greift erst in den linken, dann in den rechten Teil des Beutels, bekommt den Stab zu fassen und sagt, während sie dann auch die linke Hand hineinführt: „Ist ein...“. Fast regungslos verharrt sie in dieser Position. Der Beutel bewegt sich leicht, offensichtlich durch Bewegungen beider Hände im Innern des Beutels. Etwa 22 Sekunden später wendet sie sich mit ihrem Körper zu Friederike und sagt: „Das ist ein ... Zehner!“ – Friederike: „Ja.“ Dann holt Michelle den Stab mit ihrer rechten Hand heraus, Friederike nimmt ihn ihr aus der Hand, hält ihn mit Daumen und ZF hoch und legt ihn zurück in die Kiste.
00:29:27 (TS6)	Michelle sagt: „Ich bin dran.“ Sie legt den Krabbelsack etwas zur Seite und beugt sich über den Tisch zur großen gelben Kiste. Sie hält dabei den Kopf dicht über die Kiste. Sie nimmt mit beiden Händen relativ lange Stäbe auf, lässt einen davon wieder in die Kiste fallen, dreht einen Neuner-LiMa in der linken Hand und setzt sich damit wieder hin. Sie hält in dabei auf Höhe der Fünfermarkierung mit Daumen und ZF der rechten Hand fest und beginnt dann, den Stab in den Beutel zu legen, den sie anschließend mit dem Ausruf „Fertig!“ an Friederike übergibt. Diese hielt sich bis dahin die Augen zu.
00:29:54 (TS7)	Friederike greift mit der linken Hand in den Beutel und fragt: „Wo ist er denn?“ – Michelle ermahnt sie: „Aber nicht gucken.“ – Friederike sucht zunächst im Beutel den LiMa und nutzt dabei lediglich die linke Hand. Sie fühlt ungefähr zehn Sekunden, bis sie schließlich sagt: „Zehner!“ – Michelle: „Richtig.“ – Friederike holt den Stab hervor, indem sie ihn mit Daumen und ZF an der Fünfermarkierung festhält, und sagt dann: „Oh, das war ja ein Neuner.“ - Michelle hält den Stab vor ihre Augen, während Friederike nach einer Aufforderung von ML bereits nach vorne geht. Michelle legt den Neuner vor der Kiste ab und wühlt dann mit beiden Händen wieder in der gelben Kiste.

Aufgabe 2e) Unterrichtsgespräch über verwendete Taststrategien

Zeit	Wortprotokoll und Beschreibung der Schüler
Ausgangs-situation	Im Gesprächskreis wird die gerade durchgeführte taktile Diskriminierung der LiMa-Stäbe besprochen.
00:30:25 (TS1)	ML: „War das gerade schwer oder war das leicht?“ Klasse: „Leicht!“ *[einige zeigen dabei schon auf]* ML: „Aufzeigen... Ja?“ Friederike: „Leicht.“ ML: „Leicht?“ Friederike: *[nickt]* ML: „Mit welchen hattest du denn? Mit den kleinen oder mit den großen?“ Friederike: „Mit den, mit den dicken da, mit den großen.“ ML: „Ja, woran hast du denn immer erkannt, welcher das ist?“ Friederike: „ ... an dem Strich, da hab ich immer so bis zum Daumen, das war ein Vierer ... eher gesagt ein Fünfer, also so lang, und ... dann hab ich mich immer bis zum Strich, dann den Rest, den hab ich immer geguckt und Michelle hat meistens immer Zehner genommen.“ ML: *[lacht]* „Mhm, super, dann war’s ja einfach, wenn sie immer einen Zehner genommen hat. Ja, Michelle, fandest du’s, schwer oder leicht?“
00:31:11 (TS2)	Michelle: „Leicht.“ ML: „Und warum? Wie hast du’s gemacht?“ Michelle: „Ich hab... Ich hab... ich hab da eigentlich keinen besonderen Trick benutzt.“ ML: „Hast du einfach immer nur so gefühlt; hat geklappt, ja?“ Michelle: „Ja, nur den ersten Neuner von Rike, den hab ich nicht geschafft, da hab ich gesagt Siebener.“ ML: „Ja, aber war schon haarscharf. Ja?“
00:31:33 (TS3)	Theresa „Ich fande das auch nicht schwer.“ ML: „Du hast mit den Kleinen was gemacht, ne? Wie hast denn du das gemacht?“ Theresa „Da hab ich immer in dem Sack so, und dann hier ist ja bei den Weißen immer so ne Kuhle, dann muss ich eins, zwei, drei, vier.“ ML: „Ach, immer mit den Fingernägeln drüber. Ja, das geht auch, einfach gezählt. Marcel.“
00:31:57 (TS4)	Marcel: „Ich hab das eigentlich...nur so gemacht. Mit der Haut.“ ML: „Und dann hast du’s auch geschafft?“ Marcel: „Ja.“ ML: „Dann kannst du aber ganz schön gut mit der Haut fühlen. Ja, Kim?“
00:32:08 (TS5)	Kim: „Ich hab immer so...“ *[setzt sich in die Mitte des Kreises und nimmt sich einen Stab]* ML: „Jetzt setz dich mal wieder hin, dass alle anderen das auch sehen können. Mit dem Stäbchen; kannst du auch mitnehmen.“ Kim *[setzt sich hin]*: „Ich hab immer bis ... ich hab immer so gefühlt. Da sind die meisten Kästchen, da hab ich bis da, bis zum Dicken gezählt und dann, und dann noch mal die oberste.“ ML: „Dann wusstest du sofort, dass da unten drunter fünf waren, wenn du denn Strich hattest, den dicken, ne? Oh, das ist raffiniert. Das geht bestimmt sehr schnell!“ *[kurze Unruhe]*

00:32:41 (TS6)	ML: „Ja ... Simone?“ Simone: „Ich fand das auch einfach. ...das sehr einfach.“ ML: „Wie hast du’s denn gemacht? Mit den Dicken hattest du, ne?“ Simone: „Ich hab gefühlt, mit dem Daumen da, und da hab ich mit, so, mit beiden Fingern gemacht, weil das ist ja so groß wie beide Finger ein Kästchen so groß, mit beiden Fingern, da hab ich so gefühlt.“ ML: „Ach so, das ist auch raffiniert. Nicht schlecht! Ja, Manu, wie hast du’s gemacht?“
00:33:14 (TS7)	Manuel: „Ich hab immer zuerst bis zum Strich gefühlt. So. Und dann hab ich geguckt, ob das eine so lang und die andere genauso lang. Wenn sie dann so ein Stückchen kleiner war, hab ich mir das angefühlt, wie viele das dann, wie viele da weniger sind.“ ML: „So, ach so, wie viel es weniger sind. Das heißt, du hast dann immer gesagt, o.k., das sind zehn und dann...“ Manuel: „Ja. Fünf. Und wenn dann hier so drei waren.“ ML: „Ja, das ist ja auch raffiniert.“ Manuel: „...dann eins, zwei.“ ML: „Super. Das ist auch nicht schlecht, das hatten wir auch noch nicht. Ja, wie hast du’s gemacht?“
00:33:51 (TS8)	Friederike: „Das ist Matthias.“ *[kurze Unruhe]* ML: „Hey, ruhig!“
00:34:00 (TS9)	Matthias: "Immer bis zum Kästchen, dann wusste ich immer, dass das ein Kästchen sind und immer so weiter.“ ML: „immer so weiter, also auch gezählt, mhm. Ja?“
O0:34:09 (TS10)	Felicitas: „Felicitas.“ *[krabbelt zu den Stäben]* ML: „Hattest du nicht schon mal? Nee, du hast noch nicht erzählt. Du hattest die kleinen, ne?“ Felicitas: „Ich hatte das immer so gemacht. Ich ziehe mir jetzt mal einen da raus.“ *[setzt sich wieder auf ihren Platz]* ML: „Ja.“ Felicitas: „... und erfühl ihn jetzt mal.“ ML: „Beschreib mal, was du da machst. Weil das ist so klein, das sieht man gar nicht.“ Felicitas: „Also, ich, ich hab das immer so bis zum Strich. Ich hab dann immer den Kleinen, dann eins, zwei, drei, vier, fünf *[hält kurz inne]*, sechs, sieben, Achter ist das jetzt.“ *[fährt beim Zählen mit dem Finger an den Strichen entlang]* ML: „Also hast du gezählt mit den einzelnen Strichen.“ Felicitas: „Ja, ja, und wenn, und wenn ich sie mal nicht gefunden hab, dann hab ich einfach so darüber gefühlt.“ *[hält Stab in der rechten Hand und fühlt mit Daumen und ZF der linken Hand zwei gegenüberliegende Seiten]* ML: „Ja, dann fühlt man sie dann. Mhm.“

00:34:52 (TS11)	Klassenlehrerin: „Was kann man denn auf jeden Fall am Anfang? Wenn wir jetzt so nen Stab kriegen. Hast du dann noch das Gefühl, dass das ein Zweier sein könnte?“ Felicitas: „Ja, nein, das mache ich dann so.“ *[zählt mit den Fingern die Striche des Stabes in ihrer Hand]* Kim: „Ich mach es so, dass ... dass ich dann so und so gucke, und wenn er bis hierhin geht, dann kann das kein Zweier sein, weil ich hier an der Spitze anlege und der, und der Zweier geht ja, glaub ich, nur bis hier.“ Klassenlehrerin: „So grundsätzlich. Gib mir mal nen Zweier. Also, wenn da jetzt so ein längerer Stab, oder so einer, würdest du den denn für einen Zweier halten?“ Kinder: *[lachen]* „Nein.“ Klassenlehrerin: „Warum nicht, Elli?“ Elli: „Wie?“ Felicitas: „Kim, das ist doch Kim!“ Klassenlehrerin: „Elli frag ich aber gerade.“ Elli: „ ... kann man einfach durchschneiden!“ Klassenlehrerin: „Ja? Jan.“ Jan: „Der ist viel zu groß.“ Klassenlehrerin: „Genau, einmal, wenn man so nen großen Stab nimmt, weiß man ja schon, das ist auf jeden Fall so nahe bei der zehn ne, so Siebener, Achter, Neuner. Und wenn ich so was kleines krieg, dann weiß ich ja, ach, vielleicht so (unverständlich).“ Julian: „Drei, zwei eins.“ Klassenlehrerin: „Ich denke, das habt ihr alle so gemerkt, ne?“

Aufgabe 2f) Zahlen auf dem Hunderterbrettchen legen

Zeit	Beschreibung Michelle und Friederike
Ausgangs-situation	Michelle ist im Begriff, das Hunderterbrettchen (HB) mit LiMas auffüllen, um eine beliebige Zahl darzustellen. Auf dem Feld liegen bereits vier rote Reihen; in der letzten Reihe fehlt noch ein Einer, damit sie voll ist. Michelle hat sich einen Neuner-LiMa unter das Kinn geklemmt und sucht nun nach noch fehlenden Stäben.
00:35:55 (TS1)	Michelle wühlt mit beiden Händen in der Kiste und nimmt mit der linken Hand einen roten Einer heraus. Diesen dreht sie mit beiden Händen auf die Magnetseite und drückt ihn mit der rechten Hand an den rechten Rand des HB unterhalb der bereits platzierten Stäbe. Sie redet mit ML, die darauf hinweist, dass eine Reihe erst mit zehn Einheiten aufgefüllt werden muss, bevor die nächste angefangen werden darf. Daraufhin legt Michelle den roten Einer neben das HB. Nun sucht sie mit der rechten Hand in der Kiste, holt einen roten Einer heraus, dreht ihn in der Hand, tippt ihn zweimal leicht auf das HB und legt den Stab links an den Rand in die aufzufüllende Reihe. Daraufhin drückt sie ein bisschen nach. Sie nimmt den beiseite gelegten Einer und legt ihn an die ursprüngliche Stelle rechts an den Rand, so dass dieser nun den rechten Eckpunkt der neuen Reihe markiert. Mit der rechten Hand holt sie den roten Neuner unter ihrem Kinn hervor, macht eine kurze Bewegung, als wenn sie den Stab auf das HB legen wollte, und nimmt den Stab in die linke Hand.
00:36:37 (TS2)	Dann sucht Michelle mit der rechten Hand in der Kiste; legt den roten Neuner unterhalb des HB ab und wühlt mit beiden Händen in der Kiste. Sie nimmt einige Stäbe innerhalb der Kiste in beide Hände; nimmt einen roten Vierer heraus und ertastet ihn mit beiden Händen. Danach führt sie ihn kurz an ihre Augen und legt den Stab mit beiden Händen links neben den Einer. Während sie mit dem linken ZF das Ende dieses Stabes markiert und mit dem Daumen die Fünfermarkierung des HB betastet, greift sie mit der rechten Hand in die Kiste und wühlt darin. Sie nimmt einen blauen Einer-LiMa heraus, ertastet ihn mit einer Hand und führt ihn an die Augen; dabei verlässt die linke Hand ihre Position.

00:37:02 (TS3)	Jetzt zeigt sie Friederike den Stab und sagt: „Ich brauche Einer!“ Friederike hat derweil lange blaue LiMas gekreuzt und auf den beiden Enden wie auf einem Flugzeugträger Einer platziert; hiermit beschäftigt sie sich, während Michelle mit der linken Hand in die Kiste greift. Michelle wühlt nun mit beiden Händen darin und ertastet einige Stäbe. Sie nimmt mit der linken Hand einen Einer und einen Dreier sowie mit der rechten Hand zwei Einer aus der Kiste. Anschließend legt sie einen der Einer auf das HB, hebt ihn an, dreht ihn, tippt ganz leicht auf das HB, hebt ihn wieder an, dreht ihn erneut. Sie wiederholt diesen Vorgang mehrere Male und legt den Stab schließlich neben die bereits gelegten Stäbe. Dann legt sie die beiden anderen Einer ebenso in die Reihe und schiebt sie mit beiden Händen neben die anderen Stäbe; sie nimmt den in der linken Hand verbliebenen Dreier und legt ihn zurück in die Kiste.
00:37:37 (TS4)	Michelle wühlt mit beiden Händen in der Kiste und unterhält sich dabei mit Friederike. Friederike: „Ich brauch nen blauen Zehner.“ – Michelle: „Ich brauch nen roten Zweier.“ Sie hält kurz inne und sagt dann: „Nein, ich brauch auch nen roten Fün(fer), ich brauch nen roten Zehner!“ Dann ertastet sie mit der linken Hand die unterste Reihe der Stäbe auf dem HB. Sie nimmt die rechte Hand hinzu und nimmt aus der letzten Reihe alle Stäbe heraus, die sie dann unterhalb des HB ablegt. Im Tischgespräch hört man „Wir haben die roten Zehner!“. Daraufhin nimmt Michelle den roten Neuner, den sie vorhin unter dem Kinn stecken hatte, und legt ihn unter die letzte Reihe auf das HB. Mit dem rechten ZF fühlt sie die bestehende Lücke links am Rand, ergreift dann einen roten Einer und legt ihn links an, während sie mit Friederike spricht. Sie hält einen Moment inne, bevor sie das HB an Friederike übergibt und sagt: „Fertig. Bitte schön!“
00:38:21 (TS5)	Friederike nimmt das HB in beide Hände und schaut es sich an. Sofort sagt sie: „Oh, ist das leicht, das ist 50!“ – Dann rafft sie die LiMas zusammen, greift alle bis auf zwei Einer mit ihrer rechten Hand und wirft sie in die Kiste. Im Anschluss daran wirft sie ebenso die beiden noch nicht erfassten LiMas hinein. Nun nimmt sie für eine neue Aufgabe vier blaue LiMas auf (zwei Zehner, zwei Neuner), mit denen sie zuvor hantiert hat; und legt mit der linken Hand einen blauen Neuner auf das HB an den oberen Rand, während sie die drei anderen LiMas in der rechten Hand hält. Sie nimmt den Neuner wieder weg und legt ihn zu den anderen Stäben neben das HB. Sie nimmt mit jeder Hand einen Zehner-Stab und legt sie auf das HB. Daraufhin schiebt sie die Stäbe an den oberen Rand, nimmt den unteren der beiden Stäbe auf und dreht ihn um, wobei sie das HB verschiebt und festhält. Sie nimmt den zuvor zur Seite gelegten Neuner-LiMa auf, setzt ihn an die anderen an, entfernt ihn kurz, setzt ihn dann aber sofort wieder ein, nachdem sie kurz zum verbliebenen Neuner geblickt hat, und übergibt das HB an Michelle. Den übrig gebliebenen Neuner legt Friederike noch einmal mit auf das Brettchen, legt ihn dann aber zurück in die Kiste.

Aufgabe 2g) Zerlegung mit Aufgabenkärtchen

Zeit	Beschreibung Michelle, aber auch Beschreibung Friederike und Manuel
Ausgangssituation	Michelle bekommt das HB mit fünf blauen Zehner-Stäben, die in der oberen Hälfte platziert sind. Mit Hilfe der Stäbe soll sie nun eine Additionsaufgabe lösen.
00:38:56 (TS1)	Michelle legt ihr Aufgabenkärtchen auf den unteren Teil des Brettchens und tastet mit beiden Händen über die Karte. Die linke Hand tastet mit den Fingerspitzen des ZF und MF von oben nach unten über die einzelnen LiMas, wobei sich der linke Daumen erst an der Kante bzw. der LiMa-Seite des unteren LiMas abstützt. Sie gleitet mit der Hand weiter abwärts und setzt für einen Augenblick mit der linken Hand auf der unbebauten Fläche auf.

00:39:21 (TS2)	Michelle greift mit den ausgestreckten Fingern der linken Hand zum rechts von ihr liegenden Stab-Haufen, berührt einen roten langen Stab erst kurz mit dem ZF, um erst mit dem MF und Daumen, dann mit dem ZF den Stab leicht zu drehen und aufzunehmen. Den ZF legt sie beim Greifen kurz ausgestreckt auf die obere Seite des Stabes. Sie nimmt den Stab hinüber zum HB, setzt ihre Hand auf die unbebaute Fläche, legt jetzt erst die Karte aus der rechten Hand ab und setzt mit beiden Händen den nochmals in der Hand gedrehten Stab an den unteren Rand der blauen Stäbe. Dabei drückt sie den Stab mit beiden Daumen an. Nun wendet sie ihren Kopf nach links und hebt den Stab wieder hoch. Sie sagt: „Ich brauch die roten Zehner!“ Antwort: „Tut mir leid, tut mir leid.“ Michelle: „Wieso, die brauchen wir jetzt.“ – „Kriegt ihr aber nicht.“ – „Ihr seid aber ganz schön gemein.“ – „Aber wir brauchen die selber.“ Dabei löst sie die linke Hand und behält den Stab in der rechten, geschlossenen Hand. Sie setzt die linke leere Hand links neben dem HB kurz ab, fühlt dann kurz noch mal mit der linken Hand über den linken Rand der blauen Stäbe und lässt den Stab in der rechten Hand los.
00:39:34 (TS3)	Michelle sucht erneut nach Stäben und fühlt mit ihrer rechten Hand über den Stab-Haufen. Sie greift hinein und zieht zwei über Kreuz liegende Stäbe gleichzeitig heraus. Sie nimmt ihre linke Hand zur Hilfe und legt einen der Stäbe auf das HB. Der andere Stab bleibt dabei in der rechten Hand. Nach dem Anlegen des einen Stabes krümmt MF, RF und KF. Sie dreht den Stab mit beiden Händen innerhalb der zur lockeren Faust geschlossenen Hand und legt ihn mit der linken Hand wieder zum Haufen zurück, während die rechte erneut zwei Stäbe aufnimmt. Einen davon lässt sie fast fallen und fängt ihn mit der linken Hand auf. Sie fühlt mit dem ZF über den Magnet auf der Oberseite, dreht den LiMa in der Hand, legt ihn auf das HB und drückt ihn mit den ZF an. Der andere Stab bleibt währenddessen in der rechten Hand. Auch ihn versucht sie anzulegen, nimmt ihn sofort aber wieder hoch, greift einen anderen Stab, führt beide Hände zusammen, legt beide Stäbe in der Hand zusammen und stellt sie hochkant, so dass sie nun aufrecht stehen und ein Längenunterschied erkennbar ist. Anschließend legt sie die Stäbe wieder weg.
00:40:00 (TS4)	Michelle sucht mit beiden Händen den LiMa-Haufen ab, nimmt einen Stab mit der linken Hand auf (alle Finger sind beteiligt) und nimmt die rechte Hand hinzu. Sie führt den Stab, an den Außenenden gefasst, näher zum Gesicht, dreht ihn um 180° und legt ihn direkt mit dem Magnet nach unten auf das HB. Anschließend nimmt sie ihn wieder weg. Sie fühlt mit beiden Händen im Stab-Haufen, nimmt verschiedene LiMas kurz auf, um sie sofort wieder abzulegen, und dreht dabei viele Stäbe. Sie fragt: „Hallo, könnt ihr mir mal rote Zehner spendieren da drüben?“ Dabei sucht sie weiter, lehnt sich über den Tisch und nimmt anstelle des gesuchten roten einen blauen Zehner auf. Sie fühlt mit dem linken ZF über dessen Fünfermarkierung, führt ihn in die Nähe der Augen und legt ihn schließlich wieder weg.
00:40:25 (TS5)	Manuel hält ihr fünf rote Zehner-Stäbe entgegen. Michelle streckt kurz die linke Hand aus, Manuel zieht zurück und sagt: „Einen brauchen wir.“ Er hält ihr vier Stäbe entgegen, sie streckt ihre rechte Hand in die Richtung, findet die Stäbe nicht und lässt die Hand auf den Tisch sinken. Manuel hält ihr die Stäbe noch weiter entgegen, Michelle hebt wieder ihre Hand und umfasst auf Anhieb drei der Stäbe. Einer fällt fast herunter, die linke Hand kommt hinzu. Sie setzt sich wieder hin und legt einen Stab nach dem anderen auf das HB. Sie fühlt anschließend mit der ganzen rechten Handfläche über das nun fast vollständig gefüllte HB. Beim Wegziehen der Hand fühlt sie mit den Fingerkuppen über die Grenze von blauen und roten Stäben, während die linke Hand die weiteren Zehner festhält. Sobald das HB mit zehn Zehnern voll ist, legt sie die rechte Handfläche auf die untere Hälfte des HB (rote Stäbe), hält inne und behält einen überschüssigen Zehner weiter in der linken Hand. Sie nimmt die rechte Hand dazu und fasst den Stab an den Enden an. Sie klopft mit diesem Stab kurz auf die roten LiMas auf dem HB und sagt dabei: „Stimmt, 50 plus 50.“ Sie nimmt den roten Stab in die rechte Hand und hält ihn dem Jungen entgegen, der gleichzeitig alle fünf blauen Zehner zugleich aus dem Feld zu nehmen versucht, dies dann aber doch bleiben lässt. Sie legt ihre Hand einen Moment auf die Hand von Manuel und lässt dabei den Zehner los. Sie sagt: „Hier, den kannste haben.“

00:41:08 (TS6)	Michelle legt ihre linke Handfläche auf den oberen Teil des HB und verhindert damit, dass Manuel die blauen Zehner von ihrem Brettchen nimmt. Stattdessen sucht er sich einen blauen Zehner aus dem Stab-Haufen. Sie nimmt die obersten drei Zehner vom Feld, indem sie die rechten Staben-den mit allen Fingern der linken Hand anhebt und dann ganz herausnimmt. Sie legt diese oberhalb des HB ab. Währenddessen nimmt sie mit der linken Hand die restlichen beiden blauen Zehner von der Mitte her auf und legt sie ab. Sie fühlt nochmals mit den ausgespreizten Fingern der linken Hand über die verbliebenen fünf roten Zehner in der unteren Hälfte, die rechte Hand befindet sich in der nunmehr leeren oberen Hälfte. Michelle legt die rechte Hand dann aber auch auf die untere Hälfte. Sie greift mit der linken Hand zu einem links von ich liegenden Stück Papier und schiebt das HB nach rechts zur Seite, wobei sie zwei Anläufe benötigt. Dabei schiebt sie auch den Stabhaufen mit zur Seite. ML fragt: „Habt ihr die Aufgaben schon fertig?“ Michelle: „Ja, deshalb haben wir auch die blauen weggegeben.“
00:41:30 (TS7)	Michelle nimmt das Stück Papier auf, spannt es in ihre Punktschriftmaschine und tippt die Aufgabe ein. Sie spielt mit den Stäben und bekommt von ihrer Nachbarin eine neue Aufgaben-Karte.
00:42:30 (TS8)	Michelle liest die Aufgabe vor: „30 plus wieviel gleich 100. Ich weiß es zwar aus dem Kopf, aber ich lege es trotzdem. Kann ich mal blaue Zehner von euch? Kann ich mal drei blaue Zehner haben?“ Sie seht auf, lehnt sich über den Tisch und fängt mit der linken Hand an zu suchen; die rechte Hand hält noch das Kärtchen fest.
00:42:51 (TS9)	Michelle klemmt sich das Aufgabenkärtchen unter das Kinn. Dann greift sie mit der rechten Hand relativ zielgerichtet nach drei blauen Zehnern. Sie legt die drei blauen Zehner aus der rechten Hand zum Zehner in der linken; den überschüssigen, obersten Zehner legt sie mit der rechten Hand weg. Mit der rechten fühlt sie über das noch mit fünf roten Zehnern gefüllte HB und rafft diese zusammen. Sie setzt sich hin und legt dann mit der rechten Hand die roten Zehner vor sich ab, so dass Manuel diese aufnehmen kann. Dabei sagt sie: „Fünf Stück, ich habe hier gerade fünf Stück. Ich brauche gleich sieben rote.“ Jetzt zieht sie das nunmehr leere HB mit der rechten Hand zu sich heran und rückt es gerade.
00:43:11 (TS10)	Sie legt mit beiden Händen einen blauen Zehner in das HB. Den zweiten Zehner-Stab hält sie mit beiden zur Mitte zusammengeführten Händen fest und legt ihn auf das HB, wobei sie Daumen und ZF von der Fünfermarkierung aus nach außen gleiten lässt. Hierbei kippt der schon platzierte Zehner fast über den oberen Rand hinaus und muss von Michelle wieder zurück gerollt werden. Den dritten blauen Zehner setzt sie auf die gleiche Weise wie den zweiten ein und klatscht dann mit beiden Handflächen zugleich einmal auf die drei Stäbe im oberen Teil des Brettchens. Jetzt nimmt sie die Kar-te unter dem Kinn hervor und sagt „So, 30. Ich brauche jetzt sieben Rote. Kann ich mal sieben Rote haben?“ Bei diesen Worten steht sie auf und legt die Karte beidhändig ab. Sie schiebt die Karte nach links neben das HB.
00:43:35 (TS11)	Jetzt sucht sie im Stabhaufen nach roten Zehnern. Zwei findet sie, legt sie genau nebeneinander und schiebt sie mit den Fingerkuppen beider Hände, v.a. von MF und RF, auf gleiche Höhe. Sie sucht kurz weiter und ertastet noch mal kurz ihr Aufgaben-Kärtchen. Manuel hält ihr sieben rote überein-andergestapelte Zehner entgegen; sie hält ihre linke Handfläche unter und die rechte über diese Zehner.
00:43:54 (TS12)	Sie setzt sich mitsamt Stäben in der Hand hin, verliert zwei von ihnen beinahe und drückt sie dabei gegen ihren Oberkörper. Sie setzt die Stäbe links von dem HB ab und behält einen roten Stab in den Händen, dreht diesen, fasst mit dem ZF der linken Hand auf die oben liegende Magnetseite, kippt den Stab noch in der Hand um 180°, so dass sich die Magnetseite unten befindet, und setzt ihn an den unteren blauen Zehner auf dem HB an. Sie nimmt den nächsten Stab mit beiden Händen auf, dreht ihn in der Hand und setzt ihn an. So verfährt sie bis zum vierten roten Stab, legt ihre Hand-flächen dann auf das HB und fühlt mit den Fingerspitzen von oben nach unten über die einzelnen Zehner hinweg. Die letzten drei roten Zehner setzt sie wie zuvor ein, wendet beim Einsetzen des letzten Stabes ihren Kopf nach rechts zu ihrer Nachbarin und sagt: „Och, ich kenn die Aufgabe schon.“
00:44:34 (TS13)	Michelle nimmt mit der rechten Hand das Aufgaben-Kärtchen auf, fühlt kurz drüber, nimmt mit beiden Händen das HB mitsamt Stäben auf, sagt “Erst mal schreiben“ und legt das HB etwas weiter rechts wieder auf den Tisch, wobei sie die Karte mit der rechten Hand wegzieht und Friederike gibt. Hierbei sagt sie: „Erst mal muss ich sie aufschreiben. Hier ist die Karte.“ - Dann stellt sie die Punktschriftmaschine aufrecht hin und fängt an, die Auf-gabe darauf aufzuschreiben. Friederike: „Ich hab sie schon aufgeschrieben.“ Michelle: „Ich noch nicht ganz. Ich brauch die gleich auch noch mal." Michelle schreibt auch dann noch weiter, als die Kinder von ML nach vorne in den Gesprächskreis gerufen werden.

Abbildungsverzeichnis

Verzeichnis der Tabellen

Verzeichnis der Abkürzungen

FF	Freies Feld
HB	Hunderterbrettchen
KF	Kleiner Finger
L.	Lehrer/ Lehrerin
MF	Mittelfinger
ML	Melanie Linscheidt
RF	Ringfinger
S.	Schüler/ Schülerin
TS	Teilsequenz
ZF	Zeigefinger

Verzeichnis der Videosequenzen

Phase	Zeit	Zeitdauer
1a) Freies Bauen	00:00:12 - 00:10:05	9 min 53 sec
1b) Nachbauen	00:10:06 - 00:13:59	3 min 53 sec
1h) Diskriminieren von Stäben anhand akustischer Signale	00:14:00 - 00:15:55	1 min 55 sec
1i) Einzelförderung: Förderung des blindenspezfischen Umgangs mit dem Material	00:15:55 - 00:18:41	2 min 46 sec
1m) Zerlegungen der Zahl Neun anhand von Aufgabenkarten	00:18:42 - 00:20:42	2 min
2a) Freies Bauen	00:20:43 - 00:27:08	6 min 25 sec
2d) Taktile Diskriminierung der LiMas bzw. der Rechenstäbe	00:27:09 - 00:30:24	3 min 15 sec

2e) Unterrichtsgespräch über verwendete Taststrategien	00: 30:25-00:35:54	5 min 29 sec
2f) Zahlen auf dem Hunderterbrettchen legen	00:35:55 - 00:38:55	3 min
2g)Zerlegung mit Aufgabenkärtchen	00:38:56 - 00:45:08	6 min 12 sec