



## **Integration von Schülerinnen und Schülern mit einer Sehschädigung an Regelschulen**

### **Didaktikpool**

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

- 8 Analyse der Ergebnisse -

Melanie Linscheidt

2002

**Universität Dortmund**

**Fakultät Rehabilitationswissenschaften**

**Rehabilitation und Pädagogik bei Blindheit und Sehbehinderung**

**Projekt ISaR**

**44221 Dortmund**

**Tel.: 0231 / 755 5874**

**Fax: 0231 / 755 4558**

**E-mail: [isar@uni-dortmund.de](mailto:isar@uni-dortmund.de)**

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





## 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, dass 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“<sup>1</sup> 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

---

<sup>1</sup> 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.



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 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  $90^\circ$ , 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  $90^\circ$  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 Auf-



setzen 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 Oberflächenbeschaffenheit 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 be-



ginnt 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 Mi-



chelle 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 Beliebigen 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 Markie-



nung 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 irr-



tümlich 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 unterstützen 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.

### **Invarianz**

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 „Treppeinstufen“ 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 Klopffzeichen (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 herableitet 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 Fünfeinheiten 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 ungerne 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 erkennen-des 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 Sta-  
bes zunächst anhand des Gewichts.