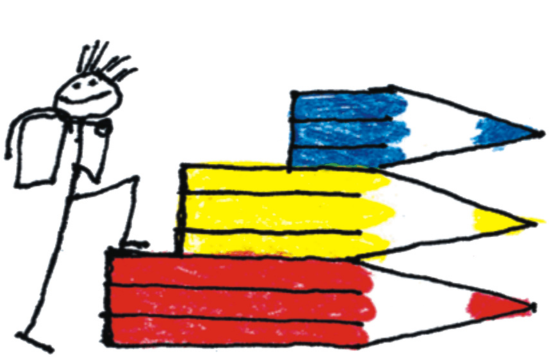
Modulbeschreibungen des Programms SINUS-Transfer Grundschule

Lernschwierigkeiten erkennen – verständnisvolles Lernen fördern

Wilhelm Schipper



SINUS-Transfer Grundschule

Steigerung der Effizienz des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts

G4

Mathematik

Inhaltsverzeichnis

Impressum

Wilhelm Schipper
Lernschwierigkeiten erkennen – verständnisvolles Lernen fördern

Publikation des Programms SINUS-Transfer Grundschule
Programmträger: Leibniz-Institut für die
Pädagogik der Naturwissenschaften und
Mathematik (IPN) an der Universität Kiel
Olshausenstraße 62
24098 Kiel
www.sinus-an-grundschulen.de
© IPN, August 2005

Projektleitung: Prof. Dr. Manfred Prenzel
Projektkoordination: Dr. Claudia Fischer
Redaktion u. Realisation dieser Publikation:
Dr. Kirstin Lobemeier
Kontaktadresse: info@sinus-grundschule.de

ISBN: 978-3-89088-183-6

Nutzungsbedingungen

Wilhelm Schipper

Rechenstörungen als schulische Herausforderung

Basispapier zum Modul G 4:

Lernschwierigkeiten erkennen – verständnisvolles Lernen fördern

Schule hat u. a. die Aufgabe, Kindern beim Lernen von Mathematik zu helfen, auch – und wohl gerade dann in besonderer Weise – wenn den Kindern das Mathematiklernen schwer fällt. Dennoch werden in Deutschland immer mehr Kinder wegen „Dyskalkulie" in außerschulischen Einrichtungen „therapiert". Auf diese Weise wird eine zentrale Aufgabe von Schule zunehmend außerschulischen „Dyskalkulie-Instituten" und ihren „Therapeuten" überlassen. Für diesen Berufsstand gibt es keine staatlich kontrollierten Ausbildungsstandards, so dass sich jeder – unabhängig von seiner Qualifikation – selbst dazu ernennen kann. Das, was ausgebildeten Lehrerinnen und Lehrern nicht gelungen ist, nämlich Kindern erfolgreich beim Mathematiklernen zu helfen, wird außerschulischen „Experten" überlassen, deren Qualifikation unbekannt ist. Diese Entwicklung ist für das Ansehen von Schule schädlich, für manche Kinder eher kontraproduktiv und in gesamtgesellschaftlicher Sicht ein großes Problemfeld (vgl. z.B. Schipper 2002).

Die Alternative besteht darin, die schulische Kompetenz im Umgang mit Rechenstörungen zu stärken. Das Projekt „Sinus-Grundschule" bietet dafür eine gute Gelegenheit. Mit diesem Basispapier zum Modul G4 „Lernschwierigkeiten erkennen – verständnisvolles Lernen fördern" werden Anregungen für Prävention von und Intervention bei Rechenstörungen gegeben, die „vor Ort" umgesetzt und weiter entwickelt werden können. Hintergrund der Ausführungen sind einerseits langjährige Erfahrungen im Mathematikunterricht der Grundschule, andererseits – und vor allem – eine mehr als zehnjährige Erfahrung in der Leitung der nicht-kommerziellen Bielefelder Beratungsstelle für Kinder mit Rechenstörungen. Die uns vorgestellten Kinder, die in der Regel unter ihrem Mathematikunterricht leiden, haben uns geholfen, auf die Hauptsymptome für Rechenstörungen aufmerksam zu werden und Konzepte für Fördermaßnahmen zu entwickeln und zu erproben.

Ausgehend vom konkreten Fall Meike (Kapitel 1) wird in Kapitel 2 versucht, begriffliche Klarheit in dem manchmal babylonisch anmutendem Sprachgewirr (Rechenschwäche, Rechenstörung, Dyskalkulie, Arithmasthenie, Akalkulie, ...) zu schaffen, auf Unterschiede zwischen Ursachen und Risikofaktoren für Rechenstörungen aufmerksam zu machen und zu klären, welche Vor- und Nachteile verschiedene diagnostische Verfahren haben. Im Hauptkapitel 3 geht es um das häufigste Symptom für Rechenstörungen, nämlich um das verfestigte zählende Rechnen weit über das erste Schuljahr hinaus. Es wird aufgezeigt, wie solches zählendes Rechnen auch dann erkannt werden kann, wenn die Kinder sich bemühen, ihr Zählen zu verbergen. Außerdem wird erklärt, welche Begleit- und Folgesymptomatik häufig mit dem verfestigten zählenden Rechnen einhergeht. Das Kapitel schließt mit ausführlichen Anregungen für die Förderung betroffener Kinder, mit Anregungen, die zugleich auch für einen präventiven Unterricht genutzt werden können. Drei weitere Symptome für Rechenstörungen werden im Kapitel 4 behandelt.

Alle in diesem Bericht angeführten konkreten Beispiele sind authentisch. Die Namen der Kinder wurden selbstverständlich geändert.

1 Meike

1.1 Ein langer Leidensweg

Im Februar 1999 schreibt Meikes Mutter an die Bielefelder Beratungsstelle für Kinder mit Rechenstörungen den folgenden Brief.

> Sehr geehrter Herr Schipper,
>
> es geht um meine Tochter Meike, 9 Jahre, 3. Klasse der [redacted]-Schule in [redacted]. Seit dem 1. Schuljahr hat sie große Probleme im Rechnen. Obwohl wir jeden Tag mit ihr übten, wurden bei Meike die Verwirrung und das Nicht-Verstehen immer größer. Im Sommer 1998 habe ich mich an das Amt für Bildungs- und Schulberatung gewandt. Der Schulpsychologe testete Meike in einem Gespräch und anhand von Rechenaufgaben. Er stellte gravierende Mängel fest, z.B. es war ihr die Bedeutung von Zehner und Einer unklar, große Unsicherheit beim Rechnen im Hunderterbereich, Zahlenverständnis bzw. -vorstellung nicht vorhanden. Er empfahl

uns die Mentor Lernhilfen ab 1. Schuljahr, die wir seit dem zum Lernen benutzen. Auch gab er mir den Tip, Meike Plus- und Minusaufgaben untereinander rechnen zu lassen, wobei sie keine Schwierigkeiten hat.

Nun möchte die Lehrerin dies nicht mehr, da sie es für unlogisch hält. Die Situation sieht nun wie folgt aus: Laut Lehrerin muss und soll ich Meike mathematische Logik beibringen, womit ich überfordert bin, da ich nicht weiß wie und von der Schule keine Unterstützung bekomme. Meike übt jeden Tag mit der Mentor Lernhilfe. Sie ist langsam, benötigt Anschauungsmaterial, rechnet mit den Fingern, erkennt keine Zusammenhänge, hat kein Mengen- und Zahlenverständnis, kann Aufgaben, wenn sie nebeneinander stehen nur sehr schwer lösen, schreibt sie die selbe Aufgabe dann untereinander, fällt ihr das Ausrechnen wesentlich leichter.

Ihre Anschrift habe ich vom Schulpsychologen, da wir ergründen möchten, woher kommt diese Rechenschwäche und wie können wir Meike gezielt helfen. Deshalb hätte ich gerne einen Termin bei Ihnen für Meike. Zusätzlich habe ich ihnen noch Rechenarbeiten von diesem Schuljahr wie auch das Zwischenzeugnis als Fotokopie mitgeschickt.

Mit freundlichen Grüßen

Fragen und Anregungen

- Wie beurteilen Sie die Diagnostik des Schulpsychologen („...testete Meike in einem Gespräch und anhand von Rechenaufgaben“)?
- Was würden Sie von dem Schulpsychologen erwarten, wenn Meike Ihre Schülerin wäre?
- Wie bewerten Sie die Empfehlungen des Schulpsychologen?
- Was erfahren Sie über das Verhalten der Lehrerin? Welche Motive könnte die Lehrerin haben?

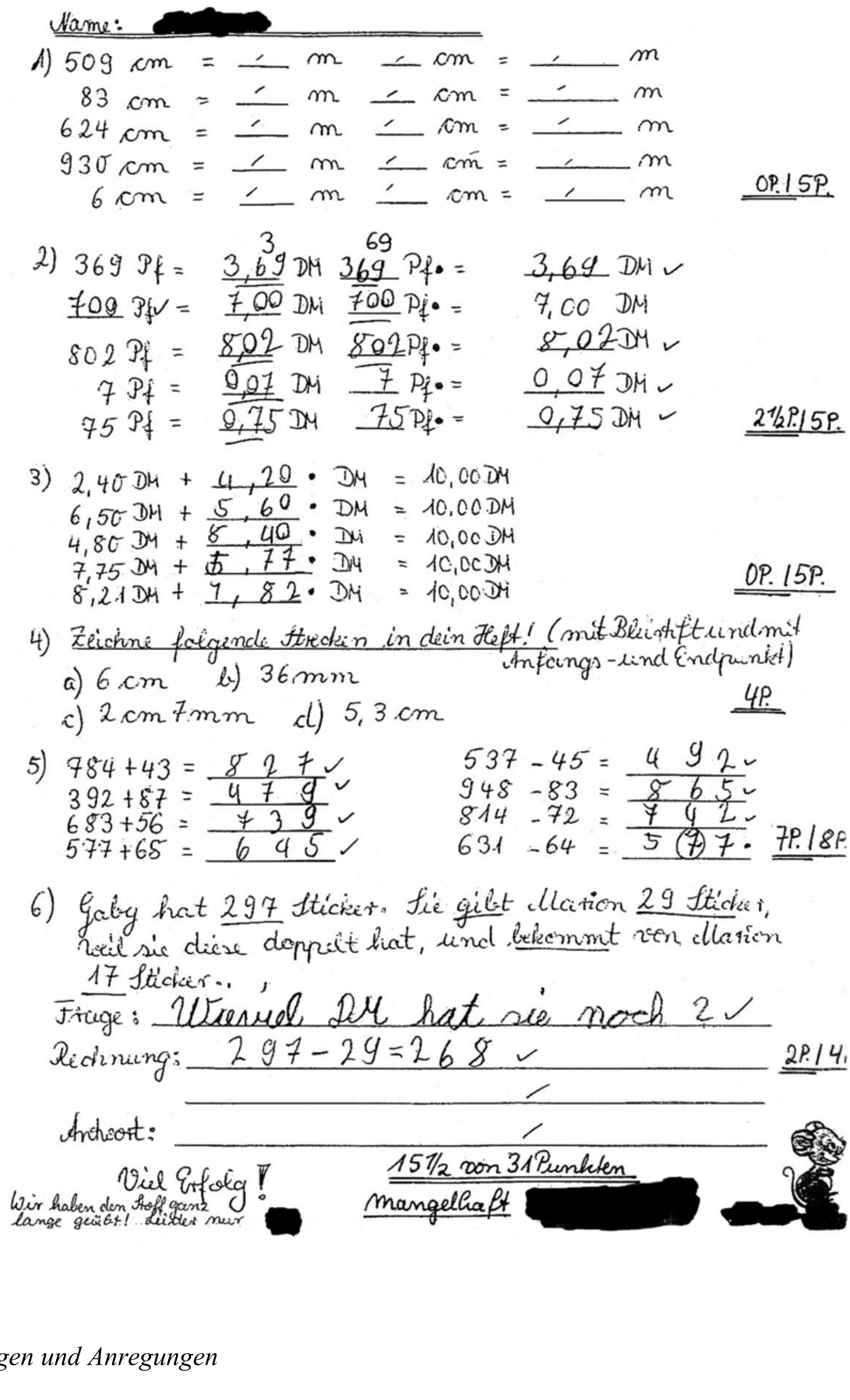
Dem Brief der Mutter ist eine Kopie des Halbjahreszeugnisses (3. Schuljahr) beigelegt. Zu den mathematischen Leistungen Meikes wird dort folgendes ausgeführt.

> … Du hast im Laufe des Schuljahres im Fach Mathematik große Fortschritte gemacht und kannst geübte Aufgaben lösen. Der Zahlenraum bis 1 000 ist für dich jedoch noch sehr abstrakt, so dass du einen schriftlichen Lösungsweg suchst. Eine Orientierung am Zahlenstrahl ist mit Hilfen möglich. Dir gelingt die Reproduktion von geübten Sachaufgaben. Die Bearbeitung von veränderten Textaufgaben bereitet dir noch Probleme. Es fällt dir noch schwer, Zusammenhänge zu erkennen und Gelerntes zu übertragen.

Fragen und Anregungen

- Welche Informationen bezogen auf die mathematischen Kompetenzen von Meike entnehmen Sie dem Zeugnis?
- Welcher Förderbedarf in Mathematik ist dem Zeugnis zu entnehmen?

Ihrem Schreiben hat die Mutter eine Kopie der letzten Klassenarbeit von Meike beigefügt.



Name: [redacted]

1) 509 cm = ___ m ___ cm = ___ m
83 cm = ___ m ___ cm = ___ m
624 cm = ___ m ___ cm = ___ m
930 cm = ___ m ___ cm = ___ m
6 cm = ___ m ___ cm = ___ m
0P. / 5P.

2) 369 Pf = 3,69 DM 369 Pf = 3,69 DM ✓
700 Pf = 7,00 DM 700 Pf = 7,00 DM
802 Pf = 8,02 DM 802 Pf = 8,02 DM ✓
7 Pf = 0,07 DM 7 Pf = 0,07 DM ✓
75 Pf = 0,75 DM 75 Pf = 0,75 DM ✓
2½P. / 5P.

3) 2,40 DM + 4,20 DM = 10,00 DM
6,50 DM + 5,60 DM = 10,00 DM
4,80 DM + 8,40 DM = 10,00 DM
7,75 DM + 5,77 DM = 10,00 DM
8,21 DM + 1,82 DM = 10,00 DM
0P. / 5P.

4) Zeichne folgende Strecken in dein Heft! (mit Bleistift und mit Anfangs- und Endpunkt)
a) 6 cm b) 36 mm
c) 2 cm 7 mm d) 5,3 cm
4P.

5) 784 + 43 = 827 ✓ 537 − 45 = 492 ✓
392 + 87 = 479 ✓ 948 − 83 = 865 ✓
683 + 56 = 739 ✓ 814 − 72 = 742 ✓
577 + 65 = 645 ✓ 631 − 64 = 577
7P. / 8P.

6) Gaby hat 297 Sticker. Sie gibt Marion 29 Sticker, weil sie diese doppelt hat, und bekommt von Marion 17 Sticker.

Frage: Wieviel DM hat sie noch? ✓

Rechnung: 297 − 29 = 268 ✓
2P. / 4P.

Antwort:

Viel Erfolg!

Wir haben den Stoff ganz lange geübt! Leider nur [redacted]

15½ von 31 Punkten

Mangelhaft [redacted]

Fragen und Anregungen

- Wie beurteilen Sie die Konzeption der Klassenarbeit? Welche Kompetenzen werden mit ihr überprüft?

- In welchem Maße verfügt Meike über diese Kompetenzen?
- Warum bearbeitet Meike die Aufgabe 1 nicht, während sie bei der strukturgleichen Aufgabe 2 immerhin eine Lösung versucht?
- In Aufgabe 3 macht Meike bei den ersten drei Aufgaben einen systematischen Fehler. Haben Sie Vermutungen, wie dieser Fehler entstanden sein könnte? Bei der vierten Aufgabe ändert sie ihr Lösungsverfahren. Warum nimmt sie wohl diese Veränderung vor?
- Vergleichen Sie Meikes Bearbeitung der Aufgabe 5 mit der Empfehlung des Schulpsychologen, Additions- und Subtraktionsaufgaben untereinander zu schreiben. Wie hat Meike diese Aufgaben möglicherweise gelöst?
- Die Textaufgabe steht auch in dieser Klassenarbeit am Ende. Beachten Sie die Bewertung der von Meike formulierten Frage. Welche Gründe mag es für die fehlende Bearbeitung des zweiten Teils der Textaufgabe geben?
- Die Lehrerin schreibt unter die Arbeit folgenden Text: „Wir haben den Stoff ganz lange geübt! Leider nur mangelhaft.“ Was will die Lehrerin mit diesem Text ausdrücken? Welche Vorstellung von gutem Üben spiegelt sich in diesem Text wider?
- Sind Sie mit der Benotung der Arbeit einverstanden?
- Gibt es in Ihrem Kollegium Absprachen über die Notenvergabe bei Mathematikarbeiten?

Im September 1999 führen wir mit Meike eine Erstüberprüfung wegen Verdachts auf Rechenstörungen durch. Meikes drittes Schuljahr ist zu diesem Zeitpunkt bereits beendet. Nach Aussagen der Mutter hält die Klassenlehrerin die Probleme Meikes in Mathematik für nicht besonders gravierend. Dennoch hatte sie den Eltern geraten, Meike die dritte Klasse wiederholen zu lassen. Da die Eltern diesem Vorschlag nicht gefolgt sind, ist Meike in die vierte Klasse versetzt worden. In dieser Erstüberprüfung in unserer Beratungsstelle wird u. a. folgendes festgestellt:

- Das Vorwärtszählen im Zahlenraum bis 1 000 gelingt Meike schnell und sicher; das Rückwärtszählen im Zahlenraum bis 100 verläuft sehr viel langsamer.

- Die Begriffe Vorgänger und Nachfolger kennt Meike nicht. Nach Erklärung der Begriffe kann sie entsprechende Aufgaben lösen.
- Meike vertauscht links und rechts an sich selbst und am Gegenüber.
- Die Zerlegungen der Zahl 10 kennt sie nicht auswendig.
- Zahlen ab 21 werden von Meike invers geschrieben, d.h. sie notiert erst die Einer, dann die Zehner.
- Bei der Addition und Subtraktion im Zahlenraum bis 20 macht Meike sehr häufig Fehler um plus eins oder minus 1 (8+8=15; 6+6=11; 10-3=6; 11–4=6).
- Besonders große Probleme hat Meike bei der Addition und Subtraktion im Zahlenraum bis 100; Beispiele: 76+6=28; 47-5=71; 80-36=54. Auffällig ist auch, dass sie gerade bei Aufgaben dieser Art für ihre Rechnung sehr lange Zeit braucht und häufig nachfragt, wie denn „die zweite Zahl" hieß.
- Handlungen am Material zur Lösung von Additions- und Subtraktionsaufgaben helfen ihr nicht. Zur Lösung der Aufgabe 58+37 stellt sie am Rechenrahmen zunächst die 58 ein, dann darunter (also beginnend mit einer neuen Reihe) die Zahl 37; auf diese Weise kommt sie zur Lösung 97. Bei weiteren Versuchen, Zahlen am Rechenrahmen darzustellen, unterlaufen ihr sehr häufig Fehler um minus 10 (z.B. stellt sie 37 statt 47 ein, 84 statt 94.).
- Die Aufgabe 80–36 versucht Meike schriftlich zu lösen. Das Ergebnis 40 erhält sie auf folgende Weise: „Von sechs bis Null sind Null. Von drei bis acht sind 4."
- Einfache Rechengeschichten („Karin hat 7 Kuscheltiere, Klaus hat nur 3 Kuscheltiere. Wie viele Kuscheltiere hat Karin mehr als Klaus?") löst sie problemlos.
- Kapitänsaufgaben („Auf einem Schiff sind 4 Schafe und 5 Ziegen. Wie alt ist der Kapitän?") löst sie, ohne an ihrer rechnerischen Lösung (im Beispiel: „Der Kapitän ist 9 Jahre alt.") zu zweifeln: „4 Schafe und 5 Ziegen sind doch neun!"
- Längen (ihre eigene Körpergröße, die Höhe der Tür) kann sie gut schätzen.
- Die Hunderter-Tafel hat sie verinnerlicht. Sie ist in der Lage, Wege auf der Hunderter-Tafel im Kopf zu gehen. Beispielaufgabe: Stelle dir vor, du stehst auf Feld 34, gehst 3 Felder nach rechts und 2 Felder nach unten. Wo bist du dann?

- Bei Aufgaben des kleinen Einmaleins versucht Meike mit operativen Strategien zu lösen, scheitert aber den Additionsaufgaben. Beispiel: Sie versucht, die Aufgabe $7\cdot 8$ über $5\cdot 7+7+7+7$ zu lösen, weiß $5\cdot 7$ auswendig, kommt aber bei 35+7 zur Lösung 43 und – nachdem mit Hilfe für $5\cdot 7+7+7$ die Lösung 49 ermittelt wurde – bei 49+7 zur Lösung 57.

Fragen und Anregungen

- Welche Kompetenzen Meikes hätten Sie noch zusätzlich überprüft, welche Aufgabenstellungen hätten Sie weggelassen?
- Welche der beschriebenen Auffälligkeiten halten Sie für gravierend, welche sind eher „normal"?
- Entwickeln Sie für Meike einen Förderplan, aus dem auch die Prioritäten erkennbar sind.
- Die Lehrerin hatte zur Wiederholung der dritten Klasse geraten. Für wie hilfreich halten Sie diese Empfehlung?

1.2 Ein Interpretationsversuch

Meike ist kein Einzelfall. Etwa vier bis sechs Prozent unserer Schülerinnen und Schüler verlieren im Laufe der Grundschulzeit in Mathematik den Anschluss an das Klassenniveau, ohne dass schulische Fördermaßnahmen daran etwas ändern. Anders als beim Lesen und Rechtschreiben sind in Mathematik mehrheitlich Mädchen betroffen; in unserer Beratungsstelle ist das Verhältnis von Jungen und Mädchen etwa ein Drittel zu zwei Drittel. Auffällig werden diese Kinder häufig erst in der ersten Hälfte des zweiten Schuljahres. 63 Prozent aller bei uns angemeldeten Kinder befanden sich zum Zeitpunkt der Anmeldung im zweiten oder im dritten Schuljahr. Dies lässt sich gut erklären, denn vom Zeitpunkt der Auffälligkeit bis zum Versuch, externe Hilfe zu bekommen, vergeht einige Zeit, u.a. auch mit Gesprächen mit der Schule, die nicht selten – so auch im Fall Meike – zu Konflikten zwischen Elternhaus und Schule führen.

Rechenstörungen sind ein Problem der Grundschule; sie entstehen nicht erst in weiterführenden Schulen. Die dort zu beobachtenden gravierenden Probleme sind in der Regel verschleppte Probleme aus der Grundschulzeit. Manche Eltern berichten, dass Lehrkräfte ihnen in Beratungsgesprächen gesagt hätten, das Problem gäbe sich schon mit der Zeit. Tatsächlich lösen sich besondere Probleme beim Mathematiklernen nicht von selbst; die Schwierigkeiten werden vielmehr immer größer.

Diese Zunahme der Probleme ist auch darauf zurückzuführen, dass Lehrerinnen und Lehrer nur selten für einen professionellen Umgang mit dieser Problematik ausgebildet sind. Rechenstörungen gehören noch immer nicht zum Standardrepertoire der Grundschullehrerausbildung; Fort- und Weiterbildungen in diesem Bereich sind eher selten. Die Hilflosigkeit im Umgang mit Kindern mit besonderen Schwierigkeiten beim Mathematiklernen zeigt sich auch im Fall Meike. Die in 1.1 formulierten Fragen und Anregungen können hier aus Platzgründen nicht vollständig diskutiert werden. Aber an einigen ausgewählten Beispielen soll aufgezeigt werden, wie problematisch der Umgang mit Kindern mit Rechenstörungen im Alltag manchmal ist.

1.2.1 Zum Brief der Mutter

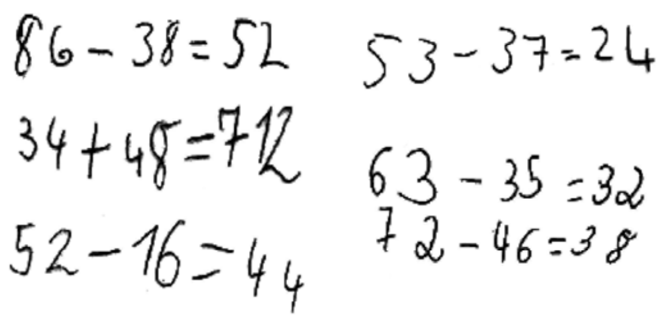
Der Schulpsychologe hat keinen standardisierten Test zur Feststellung einer Rechenstörung eingesetzt. Das konnte er auch nicht, weil es 1998 noch kein solches Verfahren gab[1]. Die Qualität des von ihm gewählten informellen Verfahrens sowie die Möglichkeit der weiteren Nutzung dieser Diagnostik hängen entscheidend vom Ziel der Untersuchung ab. Geht es in erster Linie darum festzustellen, welche Aufgaben das Kind lösen bzw. nicht lösen kann oder soll mit diesem Verfahren geprüft werden, auf welche Weise das Kind bestimmte Aufgaben löst? Die Schilderung der Mutter, welche Mängel der Schulpsychologe festgestellt hat, spricht dafür, dass dieser eher den erstgenannten Weg der Orientierung an den richtig bzw. falsch gelösten Aufgaben gewählt hat, weniger an den Prozessen der Lösung interessiert war. Dazu passen auch pauschale Aussagen wie „Zahlenverständnis bzw. -vorstellung nicht vorhanden“, die beeindruckend klingen, wegen der fehlenden Präzision letztlich aber nichts sagend sind. Wenn es in der Diagnostik dagegen darum geht, nicht nur Etiketten („Dyskalkulie“) zu verteilen, sondern Informationen zu gewinnen, mit deren Hilfe für das Kind ein Förderplan erstellt werden kann, dann muss sich die Diagnostik an den Prozessen der kindlichen Bearbeitung von Aufgaben orientieren.

[1] Zu dem inzwischen publizierten und häufig eingesetzten Test Zareki vgl. S. 28f.

Die Empfehlungen des Schulpsychologen sind in mehrfacher Hinsicht problematisch. Eltern sollten sich nach Möglichkeit nicht als Nachhilfelehrer für ihre eigenen Kinder betätigen. Weil sie dafür nicht ausgebildet sind, erfinden nicht wenige Eltern didaktische Tricks. Recht beliebt ist der hier beschriebene. Problematisch an der elterlichen Nachhilfe ist außerdem, dass durch sie die familiäre Situation in aller Regel stark belastet wird. Kinder, die zunächst „bloß“ Probleme mit der Mathematik haben, bekommen auf diese Weise zusätzlich massive Probleme im Elternhaus.

Ein Beispiel für einen didaktischen Trick

Manche Kinder lernen von ihren Eltern, bei der Addition bzw. Subtraktion zweistelliger Zahlen (z.B. 24+52) zunächst die beiden Ziffern „hinten“ (also an der Einerstelle) zu verdecken, die Zahlen „vorne“ (also die Ziffern an der Zehnerstelle) zu verrechnen (2+5=7; schreibe 7), dann die Zahlen „vorne“ zuzuhalten und „hinten“ zu rechnen (4+2=6; schreibe 6). Eltern und Kinder freuen sich über die richtige Lösung: 24+52=76 – und wundern sich später über Fehler der hier abgebildeten Art bei scheinbar „gleichen“ Aufgaben (vgl. auch S. 35).



Außerdem haben wir in unserer Beratungsstelle die Erfahrung machen müssen, dass intensive Hausaufgabenbetreuung durch die Eltern in nicht wenigen Fällen einer systematischen Erziehung zur Unselbstständigkeit gleichkommt. Für den schulischen Alltag bedeutet dies, dass die Frage, wie eine gute Hausaufgabenbetreuung durch die Eltern aussehen kann, auf jeden Fall auf Elternabenden (am besten mehrfach) thematisiert werden sollte.

Als sehr problematisch ist auch die Empfehlung zu bewerten, regelmäßig mit den Mentor-Lernhilfen zu arbeiten, weil dieses für den Nachmittagsmarkt geschaffene Werk weitgehend auf den Versuch der Vermittlung von Verständnis verzichtet. Fehlendes Verständnis kann aber auch bei Kindern mit großen Schwierigkeiten in Mathematik nicht durch Drill ersetzt werden.

Mit der Empfehlung, die Zahlen untereinander schreiben zu lassen, hat der Schulpsychologe der Mutter geraten, Meike die Additions- und Subtraktionsaufgaben bereits im 2. Schuljahr schriftlich rechnen zu lassen. Wenn es nur um richtige Rechenergebnisse ginge, dann könnte dies eine hilfreiche Empfehlung sein. Denn das schriftliche Rechnen als ziffernweises und regelgebundenes Rechnen kommt Kindern mit Rechenstörungen sehr entgegen. Die Einführung der schriftlichen Addition und Subtraktion in Klasse 3 ist für solche Kinder eine große Erleichterung, weil sie das für sie schwierige Rechnen mit Zahlen durch ein Rechnen mit Ziffern ersetzen können. Andererseits müssen wir uns bewusst sein, dass die Empfehlung, schon beim Rechnen im Zahlenraum bis 100 auf schriftliche Verfahren zurückzugreifen, zugleich bedeutet, wichtige Ziele des Arithmetikunterrichts aufzugeben, nämlich die weitere Förderung von Zahlverständnis und die Entwicklung eines flexiblen Kopfrechnens und halbschriftlichen Rechnens.

1.2.2 Zur Klassenarbeit

In Aufgabe 2 wird von Meike erwartet, einen vorgegebenen Pfennig-Betrag (369 Pf) zunächst in die gemischte Schreibweise (3 DM 69 Pf), dann in die Kommaschreibweise (3,69 DM) zu übersetzen. Ihr Hauptproblem scheint zu sein, dass sie das Aufgabenformat nicht verstanden hat. Deshalb übersetzt sie den vorgegebenen Pfennig-Betrag in die Kommaschreibweise, schreibt den Pfennig-Betrag erneut auf und schreibt noch einmal die Kommaschreibweise dazu. Die Tatsache, dass Meike selbst die beiden letzten, etwas schwierigeren Aufgaben dieses Päckchens (7 Pf bzw. 75 Pf) richtig in die Kommaschreibweise übersetzt, spricht wohl dafür, dass sie auch in der Lage gewesen wäre, die Pfennig-Beträge in die gemischte Schreibweise zu übersetzen, wenn sie denn gewusst hätte, dass dieses von ihr erwartet wurde. Nach Aussagen der Mutter ist es den Kindern nicht erlaubt, während einer Klassenarbeit Fragen zu stellen.

Die ersten drei Aufgaben der Nummer 3 löst Meike nach einer strengen Regel: „Tausche die erste und zweite Ziffer“. Ein solches regelhaftes Vorgehen ist typisch für Kinder mit Rechenstörungen; für sie wird die Mathematik über weite Strecken zu einem „Regelspiel“ (vgl. Radatz/Schipper 1983, S. 211). Die Entstehung dieser individuellen Regeln kann meistens nur vermutet werden. Im vorliegenden Fall hat die Lehrerin bei der Einführung des Aufgabentyps „Ergänzen bis 10 DM“ möglicherweise an das Ergänzen bis 10 im ersten Schuljahr erinnert: Von 6 bis 10 sind es 4, von 4 bis 10 sind es 6;

ebenso 8+2 und 2+8. Vielleicht hat sich Meike an eine Regel wie „immer das Gleiche, nur umgekehrt“ erinnert. Auch die vierte Aufgabe dieses Päckchens versucht Meike zunächst nach dieser Regel zu lösen, merkt aber, dass bei der vorgegebenen Aufgabe (7,75 DM) dann keine andere Zahl entsteht. Das kann doch wohl nicht richtig sein! Also – auch das ist sehr typisch für diese Kinder – muss die Regel geändert werden. „Tausche die erste und die letzte Ziffer“, ist ihre neue Regel, mit der sie dann konsequent auch die letzte Aufgabe löst.

Bei den Aufgaben der Nummer 5 ist das von der Lehrerin kritisierte schriftliche Rechnen nicht erkennbar. Das bedeutet aber nicht, dass Meike tatsächlich auf das schriftliche Rechnen verzichtet hat. Nicht wenige Kinder mit Problemen bei der Addition und Subtraktion im Zahlenraum bis 100 lernen (z.B. von ihren Eltern), auch nebeneinander notierte Aufgaben auf schriftlichem Wege zu lösen. So hat Meike die Aufgabe 577+65 möglicherweise „schriftlich im Kopf“ gelöst: 5+7=12, schreibe 2, merke 1; 6+1+7=14, schreibe 4, merke 1; 1+5=6.

Textaufgaben stehen wohl in der überwiegenden Mehrheit der in deutschen Grundschulen geschriebenen Mathematikarbeiten am Schluss. Vielleicht ist der Zeitdruck am Ende eines Tests auch ein Grund dafür, dass manche Schülerinnen und Schüler bei Textaufgaben schlechter abschneiden als bei kontextfreien Aufgaben. Mindestens im Fall Meike liegt die Vermutung nahe, dass sie keine Zeit mehr hatte, den zweiten Teil der Textaufgabe zu lösen. Dass die Lehrerin Meikes Frage als richtig bewertet, zeigt einerseits, dass auch Lehrerinnen und Lehrer Fehler machen können, zeugt andererseits von einer gewissen Lebenserfahrung bzw. Schläue von Meike, denn für einen hohen Prozentsatz von Textaufgaben mit einem Subtraktionskontext in Tests in dritten Klassen ist das genau die richtige Frage.

Auf die Klassenarbeit schreibt die Lehrerin „Viel Erfolg!“ und klebt noch die weit verbreitete „Grundschul-Motivations-Maus“ dazu. Das soll den Kindern Mut machen. Auf die an Meike zurückgegebene Arbeit schreibt sie: „Wir haben den Stoff ganz lange geübt. Leider nur mangelhaft.“ Diese Anmerkung lässt viele Interpretationen zu. Will die Lehrerin ihre Enttäuschung über Meikes Leistung ausdrücken? Ist diese Anmerkung möglicherweise eher an die Adresse der Eltern von Meike gerichtet? Will die Lehrerin damit deutlich machen, dass *sie* sich alle Mühe gegeben hat? Ist die Formulierung „ganz lange geübt“ auch nur als Ausdruck ihrer Bemühungen gedacht? Oder zeigt sich in dieser Formulierung die Überzeugung, dass der Erfolg beim Lernen ihrer Ansicht nach vor allem von der Dauer des Übens abhängt? Das ist sicher eine falsche Vorstellung, die aber wohl immer noch mehrheitlich die Praxis des Förderunterrichts prägt: Statt die Probleme des Kindes zu diagnostizieren und Aufgaben so zu auszuwählen, dass Kinder an ihre Kompetenzen anknüpfen und Fortschritte machen können, werden im Förderunterricht immer noch viel zu oft einfach *mehr* Aufgaben vom gleichen Typ gestellt. Dass die Kinder auf diese Weise eher ihre Fehlerstrategien stabilisieren als echte Lernfortschritte zu machen, darf dann nicht verwundern.

1.2.3 Zur Erstüberprüfung

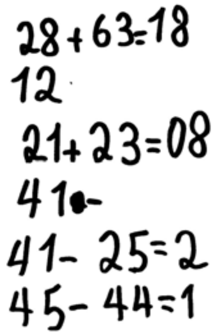
In unserer Bielefelder Beratungsstelle verzichten wir auf den Einsatz standardisierter Tests. Dafür gibt es gute Gründe. In der Regel ist es nicht unsere Aufgabe festzustellen, ob bei einem Kind eine Rechenstörung oder gar eine „Dyskalkulie“ vorliegt; solche Feststellungen sind notwendig für Entscheidungen über die Gewährung öffentlicher Mittel für die Förderung von Kindern nach § 35a SGB VIII (Sozialgesetzbuch VIII; zu dieser Problematik vgl. auch Schipper 2002). Mit solchen formellen Verfahren haben wir nur selten zu tun. Unser vorrangiges Interesse gilt der Aufdeckung der von den Kindern verwendeten Strategien zur Lösung von Aufgaben. Auf der Basis dieses Wissens kann dann ein Förderplan für dieses Kind aufgestellt werden. Deshalb haben wir uns für eine prozessorientierte Diagnostik in Form eines halbstandardisierten Interviews entschieden. Das bedeutet, dass wir einen Katalog von Aufgabenstellungen im Sinne eines Maximalplanes erarbeitet haben, die konkrete Auswahl der Aufgaben aber von der Reaktion des Kindes in der Überprüfung abhängt. Die Mehrheit der Aufgaben entstammt dem üblichen Repertoire von Aufgabenstellungen des Arithmetikunterrichts in der Grundschule, schwerpunktmäßig aus dem ersten und zweiten Schuljahr. Wichtig ist uns vor allem, die individuellen Lösungswege der Kinder und ihre Schwierigkeiten möglichst präzise zu erfassen. Dafür stehen grundsätzlich drei Verfahren zu Verfügung.

(1) Beobachtung

Eine Möglichkeit, die auch im alltäglichen Unterricht genutzt werden kann, ist die der Beobachtung des Kindes bei der Lösung einer Aufgabe: Verwendet es Material? Wie sehen die Materialhandlungen aus? Hat das Kind während des Rechnens die Hände unter dem Tisch versteckt? Sitzt es auf den Händen? Sind rhythmische Kopfbewegungen während des Rechnens zu beobachten?

(2) Fehleranalyse
Zu vorliegenden schriftlichen Bearbeitungen von Aufgaben (z.B. Klassenarbeiten) kann eine Fehleranalyse durchgeführt werden. Zur Entstehung der Fehler kann man bei diesem Verfahren aber nur Hypothesen generieren, weil gleiche Fehler auf unterschiedliche Weise, also auf der Basis verschiedener Denkwege entstehen können. Außerdem können – wie das nebenstehende Beispiel 45–44=1 zeigt – rechnerisch richtige Lösungen entstehen, auch wenn der Lösungsweg sehr unkonventionell ist.

Mit falschen Strategien zu rechnerisch richtigen Lösungen



Julia (3. Schuljahr) schreibt die mündlich diktierte Aufgabe 28+36 als 28+63 auf und rechnet (a) 8+3=10, (b) 2+6=8 und (c) 10+8=18. Die zweite Aufgabe löst sie auf die gleiche Weise, zweifelt jedoch an der Richtigkeit ihrer Lösung 8, hält 80 für plausibler, notiert ihre Lösung 80 jedoch als 08. Die Aufgabe 41-25=2 löst sie ebenfalls auf vergleichbare Weise: (a) 5-1=4, (b) 4-2=2 und (c) 4-2=2. Mit diesem Verfahren gelangt sie bei der Aufgabe 45-44 zu einer rechnerisch richtigen Lösung: (a) 5-4=1, (b) 4-4=0 und (c) 1-0=1.

(3) Denkanalyse
Dieser von Gaidoschik (2004) geprägte Begriff charakterisiert recht deutlich das wohl ergiebigste Verfahren, den Denk- und Lösungswegen von Kindern auf die Schliche zu kommen. Dem Kind werden gezielt Fragen zur Vorgehensweise bei der Lösung der Aufgabe gestellt. Wichtig dabei ist, dem Kind mit der Frage nicht schon eine Antwortmöglichkeit anzubieten. Fragen im Sinne von „Hast du das so gemacht?“ sollten daher vermieden werden zugunsten von Fragen der Art „Wie hast du das gerechnet?“ bzw. Aufforderungen wie „Rechne das noch einmal laut vor.“. Dieses „laute Denken“ erlaubt zudem Denkanalysen, denen man eher vertrauen kann als der Antwort auf die im Nachhinein gestellte Frage „Wie hast du das gerechnet?“. Denn erstens fällt es manchen Kindern sehr schwer, ihren Lösungsweg zu rekonstruieren, zweitens bieten manche Kinder auf diese Frage lieber ein Verfahren an, von dem sie wissen, dass Erwachsene es schätzen, statt ihren eigenen Lösungsweg zu beschreiben. Ergänzende Be-

obachtungen erlauben in solchen Fällen manchmal eine Plausibilitätsprüfung des vom Kind angeblich genutzten Verfahrens. Wenn es für die Aufgabe 28+6=33 mehr als fünf Sekunden benötigt und dann das schrittweise Rechnen als gewähltes Lösungsverfahren beschreibt, dann erlauben der Rechenfehler und die Bearbeitungszeit Zweifel, ob das Kind tatsächlich so gerechnet hat. In solchen Fällen sollte dem Kind eine weitere, strukturgleiche Aufgabe gestellt werden, die es möglichst von Anfang an „laut rechnet“.

Da unsere Erstüberprüfungen als Einzeluntersuchungen durchgeführt werden, können wir gerade von diesem Verfahren regen Gebrauch machen. Es ist aber auch im Schulalltag gut nutzbar, denn in nahezu jeder Mathematikstunde gibt es Phasen der Stillarbeit, die für solche kurzen Denkanalysen genutzt werden können.

Die Interpretation der Beobachtungen nehmen wir symptombezogen vor: Zeigen sich in den Lösungswegen der Kinder typische Symptome für Rechenstörungen? So waren in der Erstüberprüfung von Meike für uns vor allem vier Bereiche auffällig.

(1) Meike kann links und rechts nicht sicher unterscheiden. Dies ist die zweithäufigste Auffälligkeit bei Kindern, die uns vorgestellt werden. Wir haben beobachtet, dass Kinder mit dieser Symptomatik (aber nicht ausschließlich diese Kinder) auffällig häufig Zahlendreher (28 statt 82) schreiben. Dieser Fehlertyp scheint nicht nur Folge unserer inversen Zahlsprechweise (28 wird „achtundzwanzig“ und nicht „zwanzig acht“ gesprochen.) zu sein, sondern auch mit der Fähigkeit zur Links-/Rechts-Unterscheidung zusammen zu hängen. So ist es nahe liegend, Meikes Rechnung 76+6=28 im Zusammenhang mit ihrer Unsicherheit bei der Links-/Rechts-Unterscheidung zu sehen; vermutlich hat sie richtig 76+6=82 gerechnet, bei der Notation der Lösung dann aber einen Zahlendreher gemacht. Erhärtet werden müsste diese Annahme jedoch noch durch das Verfahren des lauten Denkens. Damit zeigt dieses Beispiel auch, wie die oben beschriebenen diagnostischen Verfahren interagieren: Fehleranalysen erlauben Hypothesen, die mit der Denkanalyse überprüft werden können.

(2) Meike kennt die Zerlegungen der Zahl 10 nicht auswendig.

(3) Sie zeigt große Probleme bei der Addition und Subtraktion im Zahlenraum bis 100. Sie benötigt für solche Aufgaben viel Zeit, produziert Zählfehler, Zahlendreher und so genannte Kippfehler (vgl. Gaidoschik 2003, S. 45). 47-5=71 entsteht vermutlich zu-

nächst über einen Zahlendreher, so dass sie 74-5 rechnet, dabei aber einen Kippfehler macht: 74-5=74-4+1=71.

(4) Meike war nicht in der Lage, mit Hilfe von Handlungen am Rechenrahmen die rechnerisch richtige Lösung von Additions- und Subtraktionsaufgaben zu erzielen, weil schon ihre Materialhandlungen unangemessen waren. Dieser Befund ist umso auffälliger, als die Mutter versicherte, dass Meike zu Hause einen solchen Rechenrahmen hat und damit regelmäßig arbeitet. Die letzten drei genannten Auffälligkeiten deuten alle in die gleiche Richtung: Meike ist selbst zu Beginn des vierten Schuljahres noch eine zählende Rechnerin. Weil sie die Zahlzerlegungen nicht auswendig kennt, kann sie das Verfahren des schrittweisen Rechnens („Bis 10 und dann weiter“) nicht bzw. nicht optimal nutzen. Eine der Folgen ist, dass sie auf ziffernweises Rechnen zurückgreift und dabei auch noch Zählfehler macht. Die Schwerpunkte der Förderung Meikes haben daher in der Ablösung vom zählenden Rechnen und in der Entwicklung operativer Rechenstrategien sowie in der Aneignung einer sicheren Unterscheidung von links und rechts zu liegen.

2 Rechenstörungen: Begrifflichkeit, angebliche Ursachen und diagnostische Möglichkeiten

2.1 Zur Begrifflichkeit

Worüber reden wir eigentlich, wenn wir Begriffe verwenden wie Rechenstörung, Rechenschwäche, Dyskalkulie, Arithmasthenie? Gibt es tatsächlich eine „hereditäre Dsykalkulie“, also eine erbliche Dyskalkulie, wie sie Nissen (1977) annimmt? Und wie unterscheiden sich Zahlendyslexie und Zahlendyssymbolismus?

Etwa 40 Begriffe dieser Art listen Lorenz und Radatz (1993, S. 17; vgl. Abb.)

> Akalkulie, Alexie für Zahlen, Anarithmasthenie, Anarithmetrie, Anarithmie, asemantische Aphasie, Dyskalkulie, dysgraphische Dyskalkulie, dyslektische Dyskalkulie, Dysmathematica, Entwicklungsdyskalkulie, Fingeragnosie, Gerstmann-Syndrom, graphische Dyskalkulie, ideognostische Dyskalkulie, Kalkulasthenie, Lernstörung im arithmetischen Verstehen, lexikalische Dyskalkulie, motorisch-verbale Dyskalkulie, operationale Dyskalkulie, Parakalkulie, parietale Dyskalkulie, postläsionale Dyskalkulie, praktognostische Dyskalkulie, Pseudo-Akalkulie, Pseudo-Dyskalkulie, Pseudo-Oligokalkulie, räumliche Akalkulie, sekundäre Akalkulie, sekundäre Dyskalkulie, sekundäre Oligokalkulie, sekundäre Parakalkulie, sensorisch-verbale Dyskalkulie, verbale Dyskalkulie, visuelle Agnosie, Zahlen-Aphasie, Zahlenblindheit, Zahlendysgraphie, Zahlendyslexie, Zahlendyssymbolismus. (Weitere Vorschläge nehmen die Autoren jederzeit gerne entgegen.)

auf und betonen zugleich, dass ihre Sammlung bei weitem nicht abgeschlossen ist. Diese Begriffe entstammen verschiedenen Wissenschaftsdisziplinen, die sich mit den Erscheinungsformen, dem Variantenreichtum und den Ursachen der besonderen Schwierigkeiten einiger Kinder beim Erlernen des Rechnens befassen – von der Medizin, der Psychodiagnostik und Neuropsychologie über die Denkpsychologie und Pädagogische Psychologie sowie die Sonderpädagogik bis hin zur Mathematikdidaktik. Die Vielfalt der Begriffe zeigt nicht nur, dass sich zahlreiche unterschiedliche Disziplinen mit ihrem je fachspezifischem Vokabular mit dieser Problematik auseinander setzen, sie belegt vielmehr auch, dass es bisher nicht gelungen ist, einen gemeinsamen interdisziplinären Forschungsansatz zu diesem Problemfeld zu entwickeln.

Daraus resultiert u. a. das Problem, dass es bisher keine einheitliche, über die Grenzen der einzelnen Disziplinen hinaus anerkannte Definition solcher Begriffe wir Rechenschwäche, Rechenstörung, Dyskalkulie gibt. Vielfach werden diese Begriffe synonym verwendet. Jedoch sind durchaus Tendenzen erkennbar, dass verschiedene Disziplinen unterschiedliche Begriffe bevorzugt verwenden. „Dyskalkulie" und (seltener) „Arithmasthenie" werden vor allem im Kontext kommerzieller „Therapieangebote", sonderpädagogisch und psychologisch orientierter Ausführungen sowie in den Medien benutzt, „Rechenschwäche" und „Rechenstörung" sind eher im Kontext Schule und Mathematikdidaktik gebräuchlich. In dieser unterschiedlichen Verwendung wird zugleich ausgedrückt, worauf es den einzelnen Gruppen besonders ankommt: Mit den Begriffen Rechenschwäche und Rechenstörung soll ausgedrückt werden, dass es hier um besondere Schwierigkeiten im schulischen Inhaltsbereich Rechnen geht, die „Zuständigkeit" für dieses Problemfeld damit bei der Schule, bei der Lehrerausbildung und bei der Mathematikdidaktik liegt. Die Begriffe Dyskalkulie und Arithmasthenie suggerieren dagegen das Vorhandensein einer Krankheit und dokumentieren zugleich, dass die „Zuständigkeit" bei Medizinern, Psychologen und außerschulischen Lerntherapeuten angesiedelt sein soll.

Die vorliegenden Versuche, Begriffe wie Dyskalkulie oder Rechenstörung zu definieren, lassen sich im Wesentlichen zwei Typen zuordnen (vgl. Kaufmann 2003, 13ff.).

2.1.1 Diskrepanzdefinitionen

Bei dieser Art von Definition wird versucht, die Auffälligkeit in einem schulischen Inhaltsbereich in Abgrenzung zu nicht vorhandenen Auffälligkeiten in anderen Inhaltsbereichen, also als eine *einseitige* Auffälligkeit im Gegensatz zu allgemeinen Lernproblemen zu definieren. So wurde „Legasthenie" lange Zeit als „erwartungswidrig" schlechte Leistung beim Erlernen des Lesens und Rechtschreibens „definiert", bis Schlee (1976) eindrucksvoll gezeigt hat, dass die so genannten „erwartunsgwidrig" schlechten Leistungen beim Lesen und Rechtschreiben allein aus statistischen Gründen durchaus erwartungskonform sind (vgl. auch Mann/Oberländer/Scheid 2001). Denn der Anteil von Kindern mit einer so genannten „erwartungswidrig" schlechten Leistung beim Lesen und Rechtschreiben (und entsprechend in der Mathematik) im Vergleich zur Intelligenzleistung hängt davon ab, wie hoch die Korrelation zwischen dem verwendeten Mathematiktest und dem Intelligenztest ist. Je geringer die Korrelation, desto höher der Anteil der Kinder mit Leistungen in Mathematik, die als „erwartungswidrig schlecht" charakterisiert werden. Korrelieren dagegen beide Tests sehr hoch miteinander (etwa 0,8 bis 0,9), dann kann es allein aus statistischen Gründen kaum noch „erwartungswidrig" schlechte Leistungen in Mathematik mehr geben.

Diese berechtigte Kritik Schlees an der Legasthenieforschung hat nicht verhindert, dass auch im Bereich der besonderen Schwierigkeiten beim Erlernen des Rechnens versucht wurde, „Dyskalkulie" als „erwartungswidrig" schlechte Leistung beim Rechnen, also in Diskrepanz zu Leistungen beim Lesen und Rechtschreiben, zu allgemeinen schulischen Leistungen oder in Diskrepanz zu „normalen" Intelligenzleistungen zu definieren. Die wohl bekannteste Diskrepanzdefinition der „dyscalculia" bzw. (in der deutschen Übersetzung) „Rechenstörung"[2] ist von der Weltgesundheitsorganisation vorgenommen worden (vgl. DIMDI 1994, S. 387):

Rechenstörung
Diese Störung besteht in einer umschriebenen Beeinträchtigung von Rechenfertigkeiten, die nicht allein durch eine allgemeine Intelligenzminderung oder eine unangemessene Beschulung erklärbar ist. Das Defizit betrifft vor allem die Beherrschung grundlegender Rechenfertigkeiten, wie Addition, Subtraktion, Multiplikation und Division, weniger

[2] In dieser Modulbeschreibung wird der Begriff „Rechenstörung" nicht in dem Sinne verwendet, wie er hier von der WHO definiert wird. Vgl. dazu den Abschnitt 2.1.3, S. 20ff.

die höheren mathematischen Fertigkeiten, die für Algebra, Trigonometrie, Geometrie oder Differential- und Integralrechnungen benötigt werden.

Dieser Definitionsversuch ist sowohl für wissenschaftliche Zwecke (z.B. im Sinne eindeutiger, Grenzen ziehender Diagnostik), als auch für die praktische Arbeit mit betroffenen Kindern (Diagnose, Förderung) unbrauchbar. Die tatsächlichen Probleme werden nicht beschrieben, nur Problembereiche benannt. Die Beschränkung auf Rechenfertigkeiten ist aus mathematikdidaktischer Perspektive falsch, denn die Schwierigkeiten liegen auch im Bereich der Rechenfähigkeiten und beim Verständnis. Beide genannten Ausschlusskriterien (Intelligenzminderung, unangemessene Beschulung) sind höchst problematisch, denn sie führen dazu, dass Kindern öffentlich finanzierte Förderung verweigert wird, wenn festgestellt wird, dass ihre rechnerischen Probleme Folge einer „Intelligenzminderung“ oder einer „unangemessenen Beschulung“ sind.

Vor allem suggeriert die Aufnahme dieser Beschreibung in die „Internationale statistische Klassifikation der Krankheiten und verwandter Gesundheitsprobleme“, dass es sich bei Rechenstörungen (dyscalculia) um eine Krankheit handele, so dass Ärzte, Psychologen und Therapeuten für dieses Problem zuständig seien, nicht jedoch Lehrerinnen und Lehrer. Dazu muss festgestellt werden, dass dauerhafte Misserfolgserlebnisse in Mathematik durchaus zu psychischen Beeinträchtigungen (Angst vor Mathematik und Schule insgesamt, Beeinträchtigung des Selbstbildes u.ä.) führen können. Die Rechenstörung selbst ist aber (noch) keine Krankheit. Erst wenn es der Schule nicht gelingt, Kindern erfolgreich beim Mathematiklernen zu helfen, kann sich aus den rechnerischen Problemen des Kindes wegen der dauerhaften Misserfolgserlebnisse eine psychische Erkrankung entwickeln. Diesem Teufelskreis vorzubeugen, ist Aufgabe der Schule. Der WHO-Definitionsversuch darf daher nicht als Freibrief verstanden werden, sich eines Problems dadurch zu entledigen, dass man sich als Lehrerin bzw. Lehrer für „nicht zuständig“ erklärt.

2.1.2 Phänomenologische Definitionen

Bei solchen Definitionen wird versucht, Art, Häufigkeit und Dauerhaftigkeit von Fehlleistungen bei der Bewältigung von mathematischen Aufgabenstellungen als Kriterien für die Definition heranzuziehen. Solche Definitionsversuche sind für die schulische Arbeit sicher brauchbarer, weil sie sich auf den Inhaltsbereich beziehen, in dem das

Kind auffällig wird, die Probleme also auch im Unterricht beobachtet werden können. Sie sind jedoch auch nicht unproblematisch, denn sie setzen voraus, dass es möglich sei, zwischen „normalen“, zu jedem Lernprozess dazu gehörenden Fehlern und besonders auffälligen, gleichsam „pathologischen“ Fehlern eine Grenze zu ziehen. Eine solche exakte Grenzziehung ist nicht möglich. Die Fehler der in Mathematik besonders leistungsschwachen Kinder unterscheiden sich *in ihrer Art* nicht von denjenigen, die auch mathematisch leistungsstärkere Kinder machen, wenn sie sich einen neuen Inhaltsbereich aneignen. Der Unterschied besteht jedoch darin, dass die leistungsstärkeren Kinder weniger Fehler machen und – vor allem – aus ihnen lernen, sie schließlich überwinden können, während diejenigen Kinder, die in Mathematik besonders auffällig sind, besonders häufig Fehler machen, über ein „großes Repertoire“ unterschiedlicher Fehlerstrategien verfügen und ihre Fehlerstrategien über Jahre verfestigen.

2.1.3 Ein eigener Versuch der begrifflichen Klärung

An dieser Stelle setzt auch der eigene Versuch der begrifflichen Klärung an. Auf der Grundlage langjähriger Beobachtungen und zahlreicher Diagnosen von Kindern, deren Leistungen im Mathematikunterricht von ihren Lehrerinnen und Lehrern als besonders schlecht bezeichnet wurden, haben wir versucht, typische Muster in der Art der Interaktion dieser Kinder mit mathematischen Aufgabenstellungen und auffällige Kombinationen solcher Muster zu identifizieren. Die beobachteten Auffälligkeiten nennen wir „Symptome für Rechenstörungen“. Dabei haben wir uns bemüht, eine möglichst geringe Anzahl von Symptomen zu beschreiben; jedes einzelne Symptom soll dafür aber eine möglichst große Anzahl von Einzelproblemen erklären können.

Die folgenden Symptome haben wir bei der Mehrzahl der als mathematisch besonders leistungsschwach eingestuften Kinder beobachten können.

(1) Verfestigtes zählendes Rechnen

Nahezu jedes Kind, das bei uns in die Förderung aufgenommen wird, ist ein zählender Rechner. Das bedeutet nicht, dass diese Kinder über keinerlei andere Rechenstrategien (latent) verfügen. Sie nutzen sie aber meistens nicht, sondern weichen auf das vermeintlich sichere Zählen aus, wenn ihnen die Aufgabe subjektiv schwer erscheint. Mit dieser Art des sequentiellen Vorgehens beim zählenden Rechnen ist häufig die Unfähigkeit der Kinder verbunden, bei Zahlen und Zahlrepräsentanten (Arbeitsmitteln wie z.B. Hunderter-Tafel) Strukturen zu erkennen und zu nutzen. Dieses kann auch dazu führen, dass Kinder keine Stellenwertvorstellung entwickeln.

(2) Probleme bei der Links-/Rechts-Unterscheidung

Etwa jedes zweite bei uns aufgenommene Kind zeigt Unsicherheiten bei der Raumlagewahrnehmung, vor allem bei der Links-/Rechts-Unterscheidung an sich selbst und – erst recht – am Gegenüber. Da alle Arbeitsmittel und Veranschaulichungen in der Arithmetik mit Richtung operieren, ist es verständlich, dass diese Kinder Schwierigkeiten haben, Grundvorstellungen für Operationen wie Addition bzw. Subtraktion oder ein sicheres Verständnis für Stellenwerte zu entwickeln. Häufige Begleitphänomene sind Zahlendreher und Rechenrichtungsfehler (Vertauschen von Addition und Subtraktion). Eine ausführlichere Darstellung dieser Problematik sowie einige Anregungen zu Fördermaßnahmen erfolgen auf den Seiten 47ff.

(3) Intermodalitätsprobleme

Damit ist die Schwierigkeit bzw. die Unfähigkeit gemeint, zwischen den verschiedenen Modi von Wissen (enaktiv, d.h. handelnd; ikonisch – auf der bildlichen Ebene; symbolisch, also mit Sprache und Symbolen) flexibel zu wechseln. Eine Folge ist z.B., dass konkrete Handlungen solchen Kindern nicht schon automatisch bei der Lösung von Aufgaben helfen, erst recht nicht bei der Entwicklung tragfähiger Rechenstrategien aus Handlungen an Materialien (vgl. Rottmann/Schipper 2002).

(4) Einseitige Zahl- und Operationsvorstellungen

Für manche Kinder ist Mathematik bloß ein Regelspiel, bei dem es darauf ankommt, die richtigen Regeln für die Verknüpfung der geheimnisvollen Zeichen und Symbole zu finden und anzuwenden, um zu einer richtigen Lösung zu kommen. Eine falsche Lösung ist in diesem Verständnis von Mathematik Zeichen dafür, dass die falsche Regel benutzt wurde. Damit wird Mathematik für diese Kinder bedeutungs-los im wahrsten Sinne des Wortes.

Genauere Ausführungen zum verfestigten zählenden Rechnen einschließlich der Begleit- und Folgeschwierigkeiten sowie zu konkreten Möglichkeiten der Diagnose, Prävention und Intervention erfolgen im Kapitel 3. Über Probleme bei der Links-/Rechts-Unterscheidung, Intermodalitätsprobleme sowie einseitige Zahl- und Operationsvorstellungen informiert das Kapitel 4.

Auch mit diesem phänomenologisch ausgerichteten Klärungsversuch sind die o.g. Abgrenzungsprobleme nicht gelöst. Eine trennscharfe Grenzziehung zwischen „Rechenstörung“ und „keine Rechenstörung“ ist auch in unserem Ansatz nicht möglich[3]. Wir halten eine solche Grenzziehung für schulische Zwecke aber auch nicht für notwendig, denn Aufgabe von Schule sollte es nicht sein, Kinder zu etikettieren, um sie anschließend unterschiedlichen Sonderbehandlungen zuzuführen. Aufgabe von Schule ist vielmehr die Förderung und (Heraus-)Forderung *aller* Kinder. In diesem Sinne ist unser Versuch der begrifflichen Klärung auch nicht besser als eine Diskrepanzdefinition geeignet, Kinder für „Sonderbehandlungen“ zu selektieren. Unser Versuch, die Symptomatik zu beschreiben, erscheint uns aber gut brauchbar, um einerseits auf solche Kinder aufmerksam machen zu können, die einer besonderen Förderung bedürfen, um andererseits solche Problemfelder im Mathematikunterricht identifizieren zu können, die bei nicht hinreichender Beachtung bei einigen Kindern schwerwiegende und dauerhafte Beeinträchtigungen ihrer mathematischen Kompetenzen nach sich ziehen können. Mit diesem Versuch einer begrifflichen Klärung können wir Lehrerinnen und Lehrer auf zentrale Klippen im mathematischen Lernprozess aufmerksam machen sowie ihre Diagnose- und Förderkompetenz stärken und erweitern.

Im Sinne einer Präzisierung schlagen wir daher vor, die Begriffe Rechenschwäche, Rechenstörung[4] und Dyskalkulie wie folgt zu unterscheiden.

Rechenschwäche

Lorenz und Radatz (1993, S. 16) schreiben solchen Kindern eine Rechenschwäche zu, „die einer Förderung jenseits des Standardunterrichts bedürfen“. Dadurch werden alle diejenigen Kinder als „rechenschwach“ gekennzeichnet, die unabhängig von der Dauer und der Schwere ihrer Beeinträchtigung über den Normalunterricht hinaus weitere (schulische) Fördermaßnahmen benötigen. Im Sinne dieser Definition ist etwa 20% aller Kinder eines Jahrgangs eine Rechenschwäche zuzuschreiben. Es ist wohl selbstverständlich, dass es bei diesen Kindern keinen Grund gibt, außerschulische Einrichtungen mit einer Therapie im Sinne des § 35a zu beauftragen; für die Förderung leistungsschwacher Kinder in Mathematik ist die Schule zuständig.

---

[3] In den seltenen Fällen, in denen wir nicht „nur“ einen Förderplan für ein Kind entwickeln wollen, sondern auch für Entscheidungen im Sinne des § 35a SGB VIII feststellen müssen, ob eine Rechenstörung vorliegt oder nicht, attestieren wir einem Kind eine Rechenstörung, wenn mindestens zwei der vier Symptome zu beobachten sind.

[4] In dieser Modulbeschreibung wird der Begriff “Rechenstörung“ in dem hier beschriebenen Sinne verwendet. Er darf nicht mit dem Begriff „Rechenstörung“ verwechselt werden, wie er von der WHO (vgl. S. 18f.) gebraucht wird.

Rechenstörung

Innerhalb der Gruppe der Kinder mit Rechenschwäche kann es Kinder mit einer Rechenstörung geben, nämlich solche, die dauerhaft und schwerwiegend beim Erlernen des Rechnens beeinträchtigt sind. Eine Rechenstörung in diesem Sinne kann anhand der o. g. Symptome diagnostiziert werden. Eine exakte Grenzziehung zwischen Rechenschwäche und Rechenstörung ist aber kaum möglich. Dennoch werden diese beiden Begriffe in diesem Beitrag unterschieden, um deutlich zu machen, dass die Kinder, um die es in diesem Beitrag geht, nicht nur einen Förderbedarf haben, weil sie in dem einen oder anderen arithmetischen Bereich noch nicht den Anschluss an das Klassenniveau erreicht haben. Kinder mit Rechenstörungen sind vielmehr schon ganz tief in den Brunnen gefallen; sie haben schwerwiegende und dauerhafte Probleme in Mathematik, denen mit dem üblichen schulischen Förderunterricht kaum noch begegnet werden kann.

Betroffen von Rechenstörungen sind unserer Schätzung nach etwa 4% bis 5% aller Schüler ab Klasse 2. Eine Feststellung von Rechenstörungen bei jüngeren Kindern ist im Sinne dieses Definitionsversuches kaum möglich, weil das Hauptsymptom für Rechenstörungen, das *verfestigte* zählende Rechnen, zu einem früheren Zeitpunkt nicht auftreten kann. Denn zählendes Rechnen im ersten Schuljahr ist (etwa ein Dreivierteljahr lang) als „normal“ anzusehen. Für die Förderung von Kindern mit Rechenstörungen in dem hier beschriebenen Sinne ist grundsätzlich ebenfalls die Schule zuständig. Es ist aber zu konzedieren, dass die gegenwärtigen schulischen Rahmenbedingungen (z.B. fehlende Ausbildung bzw. Weiterbildung zu diesem Thema; nur eingeschränkte zeitliche Möglichkeiten der Einzeldiagnostik und -förderung) die Arbeit mit solchen Kindern nicht leicht macht. In dieser Modulbeschreibung werden deshalb in den Folgekapiteln schwerpunktmäßig solche Möglichkeiten aufgezeigt, die auch im Unterrichtsalltag (einschließlich Förderunterricht) praktiziert werden können.

Eine Rechenstörung in diesem Sinne ist eine notwendige, jedoch nicht hinreichende Voraussetzung für die Gewährung öffentlicher Mittel nach § 35a SGB VIII.

Dyskalkulie

Der Begriff Dyskalkulie sollte nur dann verwendet werden, wenn eine Rechenstörung vorliegt und zugleich festgestellt worden ist, dass das betroffene Kind im Sinne des § 35a SGB VIII seelisch behindert bzw. von einer solchen Behinderung bedroht ist. Denn

Kinder kommen nur dann in den Genuss öffentlich finanzierter außerschulischer „Therapie", wenn im Sinne dieses Paragrafen[5] eine seelische Behinderung bzw. Bedrohung von seelischer Behinderung festgestellt worden ist. Die Rechenstörung allein rechtfertigt keine Maßnahme im Sinne des § 35a.

2.2 Angebliche Ursachen und tatsächliche Risikofaktoren

Sucht man im Internet auf einschlägigen Seiten nach Ursachen für Rechenstörungen oder gar für Dyskalkulie, dann drängt sich ein Vergleich mit einem orientalischen Basar auf. Das Angebot an vermeintlichen Ursachen ist nahezu unüberschaubar. Der eine Anbieter versucht den anderen zu übertrumpfen in der Anzahl der „Ursachen" und der scheinbaren wissenschaftlichen Seriosität. Je unverständlicher der Begriff, desto wissenschaftlicher soll der Sachverhalt (und selbstverständlich sein Beschreiber) erscheinen. Neben visuellen Teilleistungsstörungen und Störungen der akustischen oder der taktilen Wahrnehmung werden cerebrale Funktionsstörungen, einseitige Hirnhemisphärendominanz, linkshirniges Denken, kortikale Assoziationsdefizite u.v.a.m. angeboten.

Bei seriöser Betrachtungsweise muss jedoch festgestellt werden, dass die Ursachen für Rechenstörungen unbekannt sind, wenn man den Begriff „Ursache" im Sinne von Kausalität verwendet. Denn wenn z.B. „visuelle Teilleistungsstörungen" im kausalen Sinne Ursachen für Rechenstörungen wären, dann dürfte es kein beim Rechnen unauffälliges Kind geben, das eine Störung im visuellen Bereich hat.

Damit ist nicht behauptet, dass Beeinträchtigungen in z.B. der visuellen Wahrnehmung sich nicht negativ auf das Mathematiklernen auswirken können. Tatsächlich stellt eine solche Beeinträchtigung einen großen Risikofaktor dar, weil Mathematiklernen über weite Strecken gerade über den visuellen Lernkanal stattfindet. So haben etwa Kinder, deren Figur-Grund-Unterscheidung beeinträchtigt ist, erhebliche Probleme, aus den manchmal graphisch überfrachteten Schulbuchseiten die relevanten Informationen herauszufiltern. Aus dem Risikofaktor „visuelle Teilleistungsstörung" wird für das individuelle Kind aber erst dann eine Ursache für Rechenstörungen, wenn die schulische

[5] Der erste Satz des § 35a ist hier entscheidend: „Kinder und Jugendliche, die seelisch behindert oder von einer solchen Behinderung bedroht sind, haben Anspruch auf Eingliederungshilfe."

Kompensation dieser Beeinträchtigung (z.B. durch Lernen auch über andere Kanäle) nicht gelingt.

Risikofaktoren in diesem Sinne dürfen nicht nur beim Kind gesucht werden. Systematische Erziehung zur Unselbstständigkeit durch überbehütende Eltern oder soziale Vernachlässigung der Kinder können dazu führen, dass Kinder erhebliche Schwierigkeiten beim Mathematiklernen bekommen. So ist es für das Mathematiklernen z.B. von großer Bedeutung, dass die Kinder in der vorschulischen Zeit ausreichend Gelegenheit hatten, sich auf spielerische Weise arithmetische und räumliche Erfahrungen anzueignen. Möglicherweise müssten heute sehr viel weniger Kindern ergotherapeutische Maßnahmen verordnet werden, wenn sie in ihrer vorschulischen Zeit mehr Gelegenheit gehabt bzw. genutzt hätten, mit anderen Kindern herumzutollen, auf Bäume zu klettern, Sandburgen zu bauen u.v.a.m.

Kinder nichtdeutscher Muttersprache sind grundsätzlich nicht gefährdeter als solche mit deutscher Muttersprache. Zu beachten ist dabei jedoch, dass die Fähigkeit, an einem in deutscher Sprache durchgeführten Mathematikunterricht teilzunehmen, ein Mindestmaß an Beherrschung dieser Sprache voraussetzt. Wenn dieses gegeben ist, dann können auch Kinder nichtdeutscher Herkunftssprache grundsätzlich in gleicher Weise vom Mathematikunterricht profitieren. Zu Interferenzen kann es allerdings kommen, wenn die Kinder Rechenaufgaben in die eigene Muttersprache übersetzen, dort lösen und das Ergebnis wieder in die deutsche Sprache übersetzen, weil in vielen nichtdeutschen Sprachen (z.B. in der türkischen Sprache) die zwei- und mehrstelligen Zahlwörter (wie im Englischen) beginnend mit dem größten Stellenwert gesprochen werden. Dadurch kann es zu gehäuften Zahlendrehern kommen. In einem guten Unterricht können diese Fehler aber schnell behoben werden (vgl. dazu S. 47f.).

Ursachen im Sinne von Risikofaktoren können auch im Curriculum liegen, im Lehrbuch und nicht zuletzt auch im schlechten Mathematikunterricht, der möglicherweise Folge schlechter Lehrerausbildung ist. Wenn wir nicht von „Ursachen“ im kausalen Sinne sondern von „Ursachenfeldern“ im Sinne von Risikofaktoren sprechen, solchen Faktoren also, die das Aufkommen von besonderen Schwierigkeiten beim Erlernen des Rechnens begünstigen können, sie aber nicht zwangsläufig ausbilden, dann müssen immer drei Ursachenfelder berücksichtigt werden, nämlich das Individuum, das schulische

Umfeld sowie das familiäre und soziale Umfeld. Wir können davon ausgehen, dass bei der Ausbildung einer Rechenstörung in nahezu jedem einzelnen Fall alle drei Ursachenfelder mitwirken.

Ursachenfelder (Risikofaktoren) für Rechenstörungen

Das Individuum

- Fähigkeiten, Interessen
- (Vor-)Wissen
- Anstrengungsbereitschaft
- Sensorische Beeinträchtigungen (visuell, auditiv, ...)
- Aufmerksamkeit, Konzentration, Gedächtnis
- Angst ...

Schulisches Umfeld

- Die Lehrkraft
- Unterrichtsmethode
- Umgang mit Material
- Lehrbuch
- Mitschüler
- Sprache und Gespräche auf der Meta-Ebene
- Förderunterricht ...

Familiäres und soziales Umfeld

- familiäre Situation (Überbehütung; Vernachlässigung; Scheidung; Konkurrenz zwischen Geschwistern; Beherrschung der deutschen Sprache; Freizeitangebote; ...)
- Art der Hausaufgabenbetreuung; Möglichkeiten der Nachhilfe (z.B. auch die finanzielle Situation der Familie), der psychologischen Beratung, der Fähigkeit der Eltern, die Probleme wahrzunehmen ...

Die Aufmerksamkeit von Lehrerinnen und Lehrern muss sich vor allem auf das schulische Umfeld als Risikobereich konzentrieren, denn hier können sie am einfachsten Veränderungen vornehmen. So zeichnen sich z.B. einige Kinder mit Rechenstörungen dadurch aus, dass sie nicht in angemessener Weise mit den Materialien umgehen können, die ihnen beim Rechnenlernen helfen sollen (vgl. z.B. Meike), während die mathematisch leistungsstarken Kinder diese Materialien nicht (mehr) benötigen (vgl. Rottmann/Schipper 2002). Dass die leistungsschwachen Kinder solche Probleme bei ihren Materialhandlungen haben, liegt möglicherweise auch daran, dass manche Lehrerinnen und Lehrer nicht in genügender Weise ihre Aufmerksamkeit auf die Materialhandlungen der Kinder konzentrieren. Mit einem Satz wie „Wer die Aufgaben noch nicht so lösen kann, darf das Material benutzen.“ ist es eben nicht getan (vgl. das Beispiel Cora in der Modulbeschreibung G 3). Im Gegenteil: Auf diese Weise werden Handlungen an Materialien als Tätigkeiten leistungsschwacher Kinder diskriminiert.

Für Lehrerinnen und Lehrer sollten also die im schulischen Umfeld liegenden Risikofaktoren eine herausragende, nämlich eine vorrangig zu berücksichtigende Rolle spielen, denn in diesem Bereich können sie am ehesten Veränderungen vornehmen. Zu empfehlen ist daher, die Ursachen für die besonderen Schwierigkeiten eines Kindes beim Mathematiklernen zunächst im eignen Unterricht zu vermuten und Handlungskonsequenzen zunächst ebenfalls hier, im eigenen Unterricht, zu realisieren. Es mag banal klingen, ist aber trotzdem richtig: Die beste Prävention von Rechenstörungen ist ein guter Mathematikunterricht.

2.3 Diagnostische Möglichkeiten

Für besondere Auffälligkeiten beim Erlernen des Rechnens gibt es gegenwärtig drei prinzipiell unterschiedliche Typen von Diagnoseverfahren, die sich hinsichtlich ihrer Zielsetzungen und bezüglich der aus den Ergebnissen ableitbaren Konsequenzen stark unterscheiden.

2.3.1 Etikettierungstests

Den ersten Typ von Diagnoseverfahren kann man als Etikettierungstest bezeichnen. Mit Hilfe solcher Tests soll festgestellt werden, ob bei einem Kind eine Dyskalkulie vorliegt oder nicht. Diese Entscheidung ist nur wichtig für Verwaltungshandeln, nicht für schulische Förderung, denn von dieser Entscheidung kann es abhängen, ob ein Kind in den Genuss öffentlich finanzierter Hilfe nach § 35a SGB VIII kommt oder nicht. Förderpläne für betroffene Kinder können aus solchen Tests nicht abgeleitet werden. Ein typisches Beispiel für diese Art von Tests ist der Zareki, der gegenwärtig besonders in kommerziellen Einrichtungen en vogue ist. Aus verschiedenen Gründen stehe ich diesem Test sehr kritisch gegenüber, nicht nur hinsichtlich seines schulischen Einsatzes, sondern auch bezogen auf seine ureigene Funktion der Vergabe des Stempels Dyskalkulie. Meine kritische Einschätzung gründet u.a. darauf, dass dieser Test so geeicht ist, dass allein aus statistischen Gründen 15 Prozent der Gesamtpopulation eine Dyskalkulie attestiert bekommt – gut für außerschulische Einrichtungen, die auf diese Weise immer genügend viele Klienten bekommen, schlecht für die Haushalte der Kommunen und schlecht vor allem für das Ansehen von Schule, die das Problem anscheinend nicht selbst in den Griff bekommt. Für Schule ist dieser Test auf jeden Fall nicht geeignet, denn es ist nicht Aufgabe der Schule, Kinder in aussondernde Schubladen zu stecken; Aufgabe ist es vielmehr, den Kindern beim Mathematiklernen zu helfen. Ausführlichere kritische Stellungnahmen zum Zareki findet man bei Brühl et.al. (2003, S. 120-129) und bei Rottmann (2005).

2.3.2 Auffinden von Risikokindern

Ein zweiter Typ von Diagnoseverfahren kann helfen, frühzeitig auf Risikokinder aufmerksam zu werden. Ein guter Repräsentant dieses Typs ist der OTZ – Osnabrücker Test zur Zahlbegriffsentwicklung von van Luit, van den Rijt und Hasemann (2001). Auch dieser Test ist produktorientiert, d.h. entscheidend ist auch hier die Anzahl der richtig bzw. falsch gelösten Aufgaben. Jedoch verzichtet der OTZ auf die Vergabe eines Stempels „Dyskalkulie". Stattdessen werden die Ergebnisse des einzelnen Kindes unter Berücksichtigung seines Alters fünf verschiedenen Niveaus der Zahlbegriffsentwicklung – von A bis E – zugeordnet. D- und E-Kinder im Sinne dieser Kategorisierung gelten als Risikokinder, A-Kinder stehen am anderen Ende der Leistungsskala und bedürfen in gleicher Weise der Förderung, selbstverständlich aber anderer Förderung im Sinne von Herausforderung. Vor allem zu Schulbeginn kann der OTZ mit Gewinn eingesetzt werden, weil er den Lehrkräften wichtige Informationen über die noch nicht so bekannten Kinder geben kann. Der Nachteil des Tests ist, dass er nicht als Gruppentest durchgeführt werden kann; für die Überprüfung eines Kindes braucht man etwa 30 Minuten. Geeignet ist der Test nur für Kinder im Alter von 5 bis 7 1/2 Jahren. Etwas ausführlicher hat Huth (2005) diesen Test besprochen.

2.3.3 Prozessorientierte Diagnostik

Den dritten Typ von Diagnoseverfahren bezeichne ich als prozessorientierte Diagnostik. Das ist das, was wir in unserer Bielefelder Beratungsstelle praktizieren (vgl. die Ergebnisse der Erstüberprüfung Meikes auf den Seiten 6f.). Wir stellen den Kindern – bezogen auf die Hauptsymptome für Rechenstörungen – Aufgaben und beobachten ihren Lösungsprozess. Bei Materialhandlungen ist meistens eine direkte Beobachtung möglich, bei Kopfrechenaufgaben versuchen wir es mit der Denkanalyse: Wie hast du die

Aufgabe gerechnet? Rechne mir das noch einmal laut vor. Rechne die nächste Aufgabe von Anfang an laut vor. Mit diesem Verfahren wollen wir keinen Dyskalkulie-Stempel vergeben, wir wollen und können aber aus dieser Art von Diagnose direkt einen Förderplan für das Kind ableiten.

Dieses prozessorientierte Verfahren kann und soll auch in Schule praktiziert werden. Denn wenn wir Kindern tatsächlich beim Mathematiklernen helfen wollen, dann ist es in erster Linie wichtig, dass wir, die Lehrerinnen und Lehrer, sie, die Kinder, und ihre Mathematik verstehen; anknüpfend an deren Verständnis können wir ihnen dann auch weiter helfen. Hans Wielpütz (1998), hat das einmal in einem Aufsatztitel so zusammengefasst: Erst verstehen, dann verstanden werden. Diese Aussage kehrt das traditionelle Rollenverständnis von Lehrern und Schülern um. Das Verstehen ist nicht mehr vorrangig oder gar ausschließlich Aufgabe der Schüler. Vielmehr muss zunächst die Lehrkraft die Mathematik ihrer Kinder verstehen; dann hat sie auch eine Chance, dass ihre Hilfestellungen von den Schülern verstanden werden. Die folgenden praxisorientierten Kapitel 3 und 4 verfolgen genau dieses Ziel, nämlich Lehrerinnen und Lehrern zu helfen, die Mathematik der leistungsschwachen Kinder zu verstehen, um sie in die Lage zu versetzen, diesen Kindern zu helfen.

3 Das Hauptsymptom für Rechenstörungen: Verfestigtes zählendes Rechnen

Erstes Rechnen ist immer ein zählendes Rechnen, unabhängig von Kulturen und meistens vor einer institutionellen Beschulung (vgl. z.B. Carpenter/Moser/Romberg 1982). So löst die ganz überwiegende Mehrheit der Kinder schon vor Schulbeginn einfache Rechengeschichten wie „Stelle dir vor, du hast drei Bonbons und bekommst von mir noch vier dazu. Wie viele Bonbons hast du dann?“. Eine typische Lösung besteht darin, dass das Kind zunächst drei Plättchen abzählend legt, dann vier weitere Plättchen und schließlich den Wert der Summe durch Abzählen von vorn bestimmt. Mit einem solchen Vorgehen zeigen Vorschulkinder und Schulanfänger, dass sie bereits über eine Grundvorstellung von Addition verfügen. In den ersten Wochen des ersten Schuljahres sollte aber überprüft werden, ob tatsächlich alle Schulanfänger diese Fähigkeit zeigen. Fehlt diese Kompetenz bei einem Kind, dann kann dies als erster Hinweis auf mögliche Risiken beim Mathematiklernen gedeutet werden.

Zählendes Rechnen zu Schulbeginn ist also ganz „normal“. Wenn dagegen ein Kind im dritten Schuljahr zur Lösung der Aufgabe 368+473 beginnen würde, zunächst 368 Plättchen einzeln abzählend zu legen, um auch diese Aufgabe mit dem Verfahren des Alles-Zählens am Material zu lösen, würde wohl keine Grundschullehrerin, kein Grundschullehrer dieses Vorgehen als „normal“ ansehen. Tatsächlich ist verfestigtes zählendes Rechnen *das* zentrale Merkmal für Leistungsschwäche in Mathematik (vgl. z.B. Gray 1991). Wo aber liegt die Grenze? Wann kann zählendes Rechnen noch als „normal“ angesehen werden, wann sollten unterrichtliche Bemühungen zur Ablösung vom zählenden Rechnen einsetzen, wann ist zählendes Rechnen ein Alarmsignal?

Zeitpunkt der Auffälligkeit

In der Regel werden zählende Rechner erst in der ersten Hälfte des zweiten Schuljahres beim Addieren und Subtrahieren im erweiterten Zahlenraum bis 100 auffällig. Denn nun sind die gleichen Kinder, die beim Rechnen im ersten Schuljahr als „etwas langsam“ galten, plötzlich deutlich langsamer als ihre Mitschüler. Beim Rechnen im Zahlenraum bis 20 ist es häufig ein diagnostisches Problem zu erkennen, ob ein Kind eine Aufgabe wie 7+5 noch etwas langsam, aber mit einem guten Verfahren (z.B. 7+3+2 oder 5+5+2) oder aber mit Hilfe eines schnellen weitererzählenden Rechnens ([7], 8,9,10,11,**12**) gelöst hat. Manchmal sind zählende Rechner bei solchen Aufgaben schneller als solche Kinder, die den Zehnerübergang z.B. mit Hilfe des schrittweisen Rechnens („bis 10 und dann weiter“) noch etwas mühsam bewältigen, weil sie z.B. die Zerlegungen der Zahlen bis 10 noch nicht alle auswendig wissen. Im größeren Zahlenraum bis 100 sind die zählenden Rechner aber deutlich langsamer und werden nun auffällig.

Beobachtungsmöglichkeiten

Den meisten zählenden Rechnern ist bewusst, dass ihr zählendes Rechnen Ausdruck einer Leistungsschwäche in Mathematik ist. Sie versuchen daher, offensichtliches zählendes Rechnen zu vermeiden. Insbesondere wollen sie häufig auch nicht das ihnen angebotene Material benutzen. Stattdessen versuchen sie, ihr zählendes Rechnen zu verbergen. Folgende Verhaltensweisen von Kindern können als Indikatoren für zählendes Rechnen interpretiert werden:

- Die Kinder verstecken ihre Hände unter den Oberschenkeln, hinter dem Rücken, unter dem Tisch, ...
- Alle möglichen Materialien – die Fenster im Klassenraum, die Blumentöpfe auf den Fensterbänken, die Stifte in der Federtasche ... – werden als Zählmaterialien benutzt. Häufig wird das zählende Rechnen an solchen Gegenständen mit rhythmischen Kopfbewegungen begleitet.
- Zählendes Rechnen an den Fingern gelingt manchen Kindern mit nur minimalen Fingerbewegungen. Man sollte ihnen daher sehr genau „auf die Finger schauen", auch wenn die Hände scheinbar unbeweglich auf dem Tisch liegen oder den Kopf stützen – und das zählende Rechnen verdeckt im dichten Haar stattfindet.
- Aufgaben mit Zehnerüberschreitung (z.B. 8+7; 12-5; 46+8; 63-7) sind besonders aufschlussreich in dem Sinne, dass sie gerade für zählende Rechner kritische Prüfaufgaben sind. Wer solche Aufgaben schnell und sicher mit einer guten Strategie (z.B. bis zum vollen Zehner, dann weiter) rechnet, ist wahrscheinlich kein zählender Rechner.
- Bei schriftlich vorliegenden Aufgabenlösungen deuten gehäufte ±1-Fehler beim Rechnen im Zahlenraum bis 20 und ±10-Fehler beim Rechnen bis 100 auf zählendes Rechnen hin.

Bei diesen und allen weiteren Beobachtungen muss aber beachtet werden, dass nicht schon ein einzelner Hinweis genügt, verfestigtes zählendes Rechnen anzunehmen. Erst dann, wenn die Symptome über einen längeren Zeitraum und bei verschiedenen Aufgaben beobachtet werden, dann kann zunehmend sicherer angenommen werden, dass tatsächlich ein verfestigtes zählendes Rechnen vorliegt.

Begleiterscheinungen

Kennzeichnend für verfestigte zählende Rechner sind Auffälligkeiten in sechs Bereichen, die eng mit dem zählenden Rechnen zusammenhängen.

(1) Die Zerlegungen der Zahlen bis 10 sind nicht memorisiert.
    Am Ende des ersten Schuljahres sollen möglichst alle Kinder alle Zerlegungen aller Zahlen bis einschließlich 10 auswendig wissen, weil dieses Wissen eine wichtige

Voraussetzung für die Entwicklung der operativen Strategie des schrittweisen Rechnens („bis 10, dann weiter“) ist. Die meisten zählenden Rechner kennen aber nur ganz wenige Zahlzerlegungen auswendig; sie erschließen sich diese meistens durch Zählen.

Ein Tipp zur Prüfung, wie Kinder Aufgaben zur Zahlzerlegung lösen:

Erarbeiten Sie mit dem Kind das Aufgabenformat, dass Sie die erste Zahl nennen, das Kind die Ergänzung bis 10, also etwa „Sechs“ – „Vier“ usw. Wenn das Kind mit dem Aufgabenformat vertraut ist, fordern Sie es auf, die Ergänzung zur Zahl 8 zu sagen, kurz darauf die Ergänzung zur Zahl 2 und vergleichen Sie die Zeit, die das Kind für die Bearbeitung dieser beiden Aufgaben benötigt. Eine deutlich längere Bearbeitungszeit bei der zweiten Aufgabe kann als Indiz für zählendes Vorgehen angesehen werden.

Ein ergänzender Hinweis:

Bei einigen Kindern haben wir festgestellt, dass sie falsche Zahlzerlegungen auswendig gelernt haben, also z.B. zur Zahl 6 immer 3 als Ergänzung nennen. Auch dieses sollte überprüft werden. Das ist natürlich nur dann möglich, wenn die Überprüfung mehrfach durchgeführt und die Beobachtungen protokolliert werden.

(2) Verfestigte zählende Rechner zeigen insgesamt ein nur geringes aktives Repertoire an auswendig gewussten Aufgaben.
Am Ende des ersten Schuljahres sollten möglichst alle Kinder alle Additions- und Subtraktionsaufgaben im Zahlenraum bis 10 und möglichst alle Verdoppelungs- und Halbierungsaufgaben im Zahlenraum bis 20 auswendig wissen. Dieses Wissen ist eine hervorragende Basis für die Entwicklung operativer Strategien des Rechnens. Kinder, die das zählende Rechnen verfestigt haben, verfügen in der Regel nur über ganz wenige auswendig gewusste Aufgaben. Dies ist ein Teufelskreis. Weil die Kinder so wenige Aufgaben auswendig wissen, müssen sie immer wieder auf zählendes Rechnen zurückgreifen. Und weil diese Kinder immer wieder zählend rechnen, lernen sie nur so wenige Aufgaben auswendig. Denn zählendes Rechnen stellt einerseits eine so hohe mentale Belastung dar, dass die Kinder nach der Ermittlung der Lösung häufig die Aufgabe selbst vergessen haben, so dass es nicht zu einem Einprägen der Verbindung von Aufgabe und Lösung kommen kann. Andererseits ist

zählendes Rechnen besonders fehleranfällig, so dass die Kinder zur gleichen Aufgabe unterschiedliche Lösungen erhalten, was wiederum das Einprägen einer stabilen Aufgabe-Lösung-Verbindung verhindert.

Ein Tipp:

Manche Kinder verfügen latent über ein größeres Repertoire an auswendig gewussten Aufgaben, als sie im Unterrichtsalltag zeigen, weil sie lieber auf das ihnen subjektiv sicher erscheinende Zählen zurückgreifen, statt sich auf ihr Gedächtnis zu verlassen. In Form von Tempo-Übungen (Form 1: Alle 2 Sekunden eine Aufgabe stellen. Form 2: Nach der Lösung einer Aufgabe wird sofort die nächste gestellt; wie viele Aufgaben kann das Kind in zwei Minuten lösen?) zum kleinen 1+1 und 1-1 im Zahlenraum bis 10 kann man herausfinden, ob Kinder nicht tatsächlich mehr auswendig wissen, als sie normalerweise zeigen.

(3) Operative bzw. heuristische Strategien des Rechnens sind auch bei zählenden Rechnern manchmal (latent) vorhanden, werden aber nur selten genutzt.
Die folgende Tabelle gibt einen Überblick über Strategien ersten und weiterführenden Rechnens.

Strategien ersten und weiterführenden Rechnens

1. Schuljahr *2. Schuljahr*

1. Das Verdoppeln bzw. Halbieren nutzen

6+8=14 aus „doppel-sechs plus zwei“	14-6=8 aus 14-7=7 7+1=8	25+28=53 aus „doppel-fünfundzwanzig plus drei“	50-26=24 aus 50-25-1

2. Gegen- bzw. gleichsinniges Verändern

6+8=14 aus (6+1)+(8-1) = „doppel-sieben“	12-7=5 aus (12-2)-(7-2) = 10-5	34+58=92 aus (34-2)+(58+2) = 32+60	76-28=48 aus (76+2)-(28+2) = 78-30

3. Analogien nutzen

13+4=17 weil 3+4=7	19-6=13 weil 9-6=3	30+40=70 weil 3+ 4= 7	80-50=30 weil 8-5=3

4. Hilfsaufgaben nutzen

6+8=14 aus 6+10-2	16-9=7 aus 16-10+1	34+58=92 aus 34+60-2	76-28=48 aus 76-30+2

5. Schrittweises Rechnen (Zerlegen des zweiten Summanden bzw. des Subtrahenden)

6+8=14 aus 6+4+4	14-6=8 aus 14-4-2	34+58=92 aus 34+50+8	76-28=48 aus 76-20-8

6. Stellenwerte extra

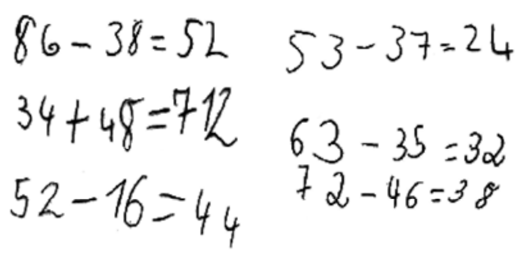
		34+58=92 aus 30+50=80 4+ 8=12 80+12=92	76-28=48 aus 70-20=50 6- 8= -2 50+(-2)=48

In diese Tabelle sind nur „Reinformen“ des Zahlenrechnens (Kopfrechnen und halbschriftliches Rechnen) aufgenommen worden. Daneben gibt es Mischformen und individuelle Varianten. Eine relativ häufig zu findende Mischform besteht darin, dass die Lösung einer Aufgabe wie 34+58 mit dem Verfahren Stellenwerte extra (30+50=80) beginnt, dann aber schrittweise fortgesetzt wird (80+4=84; 84+8=92). In manchen Schulen wird diese Mischform ausdrücklich unterrichtet, um das Problem bei Subtraktionsaufgaben mit Stellenüberschreitung (z.B. 76-28) zu umgehen. Gerechnet wird zunächst 70-20=50, fortgesetzt wird mit 50+6=56 und 56-8=48. Aber auch dazu gibt es individuelle Varianten, indem einige Kinder nach der Aufgabe 70-20=50 die Einerstellen von Subtrahend *und* Minuend subtrahieren: 50-6=44; 44–8=36. Schließlich ist dies doch eine Minusaufgabe! Eine nicht seltene Variante des schrittweisen Rechnens besteht darin, dass der zweite Summand immer halbiert wird, sofern dies möglich ist: 8+6 wird über 8+3+3 gerechnet.

Ziel des Mathematikunterrichts in der Grundschule ist es, die Kinder zu befähigen, aus dem in der Tabelle dargestellten Repertoire an Verfahren flexibel das jeweils optimale – abhängig von den zu verrechnenden Zahlen – auszuwählen. Zählende Rechner sind von diesem Ziel weit entfernt. Dennoch verfügen auch sie manchmal über einige dieser Strategien, nutzen sie jedoch nur selten, weil sie ihrer zählenden Vorgehensweise mehr vertrauen.

(4) Das Zahlenrechnen wird durch ein Ziffernrechnen ersetzt.
Zählendes Rechnen ist – abgesehen von typischen ±1-Fehlern – recht erfolgreich, so lange es um die Verarbeitung kleiner Zahlen geht. Beim Rechnen mit zwei- und mehrstelligen Zahlen kommt es jedoch zu erheblichen Problemen, weil die Bearbeitungszeit deutlich ansteigt, Zählfehler sich häufen und den Kindern selbst bewusst ist, dass sie sich mit langen Bearbeitungszeiten als leistungsschwach zu erkennen geben.

Ziffernweises Rechnen

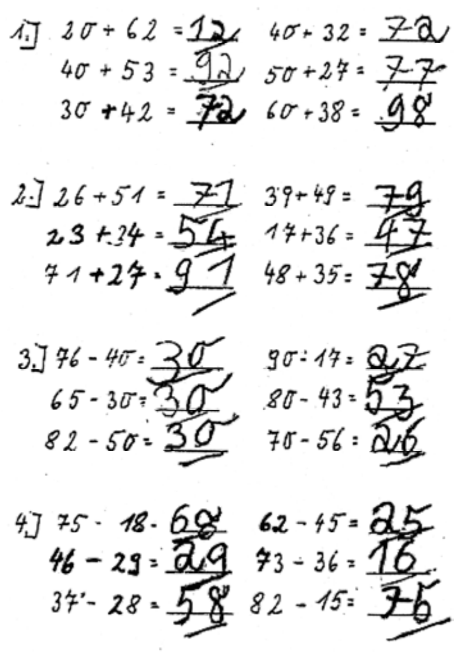


Viele zählende Rechner entwickeln deshalb – nicht selten mit „Unterstützung“ durch ihre Eltern – Techniken, das Rechnen mit zwei- und mehrstelligen Zahlen auf ein Rechnen mit Ziffern zu reduzieren (vgl. auch S. 10). Aus dem Verfahren „Stellenwerte extra“ (s.o.) wird dabei nicht selten die Technik „Ziffernweise extra“. Wie bei der schriftlichen Addition und Subtraktion werden die Ziffern an den einzelnen Stellen verarbeitet. Bei 34+48 wird zunächst 3+4=7 gerechnet und das Ergebnis notiert. In gleicher Weise wird 4+8 gerechnet und das Ergebnis 12 aufgeschrieben. Eine überschlagsmäßige Prüfung des Gesamtergebnisses 712 findet nicht statt, weil nicht mit den Zahlen 34 und 48 und ihren Bedeutungen (Größenbereich) gerechnet wurde, sondern nur mit den einzelnen Ziffern. Bei der Subtraktion bleibt häufig unberücksichtigt, ob die Einerstelle des Minuenden oder des Subtrahenden größer ist; es wird die absolute Differenz der beiden Ziffern gebildet (86-38=52); schließlich darf man ja auch bei der Addition die Reihenfolge der beiden Summanden vertauschen. Alternativ dazu werden auch die beiden Einerstellen addiert, wenn die Subtraktion nicht möglich ist (72-46=38).

(5) Fehlendes Verständnis wird durch regelhaftes Vorgehen ersetzt.

Bereits das Beispiel Meike (Aufgabe 3) hat gezeigt, wie leistungsschwache Kinder versuchen, fehlendes Verständnis durch regelhaftes Bearbeiten von Aufgaben zu ersetzen („Mathematik als Regelspiel“).

Aus Davids Klassenarbeit



Diese Vorgehensweise zeigt auch David. Ab Nummer 2 löst er fast alle Aufgaben nach der gleichen Regel: Verrechne erst die Zahlen „vorne“, schreibe dann dahinter eine der hinteren Ziffern. Bei der Aufgabe 26+51 rechnet er 2+5=7, notiert dieses Ergebnis und schreibt dahinter die Ziffer 1 von 51. Meistens verrechnet er dabei die zueinander passenden Ziffern. Die Aufgabe 73-36=16 zeigt aber, dass er manchmal auch die Stellenwerte vermischt: 7-6=1 „und dann noch die 6 von 36“. Wenn dann noch – wie bei 37-28=58 – zusätzlich Rechenrichtungsfehler (3-2=5) gemacht werden, also mehrere Fehlerstrategien miteinander kombiniert werden, dann wird es schwer, sie bei einer Fehleranalyse zu identifizieren. Hier hilft dann nur noch eine Denkanalyse.

Davids Probleme resultieren möglicherweise aus einer Übergeneralisierung einer eingeübten Regel. Denn mit der gleichen Technik – erst die vorderen Ziffern verrechnen, dann eine der hinteren Ziffern dahinter schreiben – löst er in Nummer 1 vier Aufgaben richtig. Bei 40+32 und drei weiteren Aufgaben ist er damit (rechnerisch) erfolgreich. Es ist nicht ausgeschlossen, dass Davids Eltern diesen Aufgabentyp mit ihm besonders intensiv „geübt“ haben.

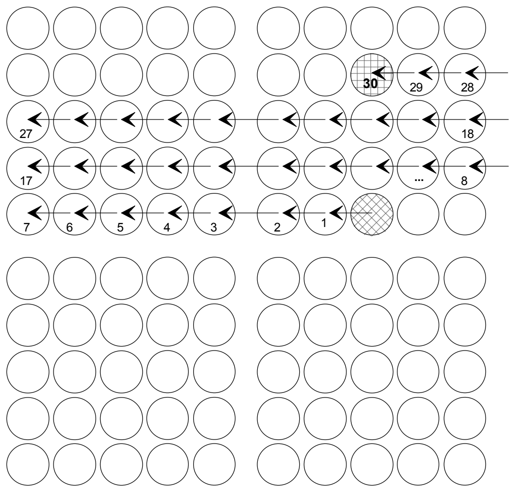
(6) Bei zählenden Rechnern ist die Einsicht in Strukturen bzw. die Fähigkeit, diese zu nutzen, häufig nur gering ausgeprägt.

Strukturierte Arbeitsmittel (z.B. der Rechenrahmen oder das Hunderter-Feld) sollen Kindern helfen, ein Verständnis für den Zahlenraum und für Operationen in ihm zu entwickeln. Dazu ist es notwendig, dass die Kinder die Struktur des Arbeitsmittels verstanden haben. Bei nicht wenigen zählenden Rechnern ist dieses Verständnis jedoch nicht zu beobachten. Sie nutzen das Material nahezu ausschließlich als Zählhilfe, d.h. sie nutzen es – wie das Beispiel Corinna zeigt – um in Einerschritten daran abzuzählen (vgl. auch Rottmann/Schipper 2002).

Ein Tipp:

Lassen Sie sich von dem Kind z.B. die Zahl 37 auf dem Hunderter-Feld oder der Hunderter-Tafel zeigen. Kinder, die dieses Arbeitsmittel verstanden haben, zeigen ohne zu zögern sofort das entsprechende Feld. Kinder ohne Strukturverständnis dieses Materials suchen längere Zeit, bis sie mehr oder weniger zufällig das Feld 37 bzw. das Schriftbild der Zahl 37 entdecken.

Corinna löst die Aufgabe 85-30 mit Hilfe des Abzählens in Einerschritten auf dem Hunderter-Feld ...



... und macht dabei zusätzlich Zahlendreher und Zeilenfehler.

Förderkonzepte

Zwei Grundsätze bestimmen die Förderarbeit in der Bielefelder Beratungsstelle für Kinder mit Rechenstörungen.

<u>1. Grundsatz: An die Vorkenntnisse anknüpfen</u>

Dies ist ein allgemeiner pädagogisch-didaktischer Grundsatz („Die Kinder dort abholen, wo sie stehen.“), der selbstverständlich für alle Kinder gilt, aber in ganz besonderer Weise bei solchen Kindern zu beachten ist, denen das (Mathematik-)Lernen schwer fällt. Für die zählenden Rechner bedeutet dieser Grundsatz u.a., dass ihnen ihre zählende Vorgehensweise nicht schlicht verboten, sondern bewusst an ihr zählendes Rechnen angeknüpft wird. Jedoch müssen den Kindern geeignete Angebote (s.u.) gemacht werden, die es ihnen ermöglichen, sich vom zählenden Rechnen zu lösen.

<u>2. Grundsatz: Den Aufbau mentaler Vorstellungen unterstützen</u>

Es ist immer wieder überraschend, mit welchem geringen didaktischen Aufwand bei einigen Kindern erfolgreich Lernprozesse in Gang gesetzt werden können. Manchmal reicht schon die einmalige Demonstration eines Rechenverfahrens am Material, verbunden mit einer kurzen sprachlichen Erläuterung durch die Lehrerin, um einen Teil der Kinder zu befähigen, Aufgaben des gerade besprochenen Typs im Kopf und ohne weitere Hilfsmittel fehlerfrei zu lösen. Kinder mit Rechenstörungen gehören nicht zu dieser Art schnell lernender Schüler. Im Gegenteil: Bei ihnen hat man häufig den Eindruck, dass alle Erklärungen, aller Materialeinsatz und alle weiteren Hilfen ergebnislos bleiben. Sobald die Kinder allein auf sich gestellt sind, verfallen sie in ihre alten fehlerhaften und zählenden Routinen.

Kinder mit Rechenstörungen profitieren offensichtlich nicht in gleicher Weise von Handlungen an Materialien, wie die leichter lernenden Kinder. Das liegt einerseits an den Materialhandlungen selbst, die häufig unstrukturiert, manchmal abenteuerlich erscheinende Eigenproduktionen sind, sehr regelhaft, aber falsch, so dass die Materialhandlung nicht einmal zur richtigen Lösung der Aufgabe führt, geschweige denn dem Kind helfen kann, aus den Handlungen eine Kopfrechenstrategie zu entwickeln. Das liegt andererseits aber auch daran, dass diesen Kindern der Prozess der Verinnerlichung von Handlungen zu (mentalen) Vorstellungen ohne zusätzliche Hilfe nicht gelingt. Für manche von ihnen hat die Welt der materialgebundenen Lösung von Aufgaben nichts zu tun mit der Welt der materialunabhängig zu lösenden Rechenaufgaben (Intermodalitätsproblem; vgl. S. 49ff.). Die Übersetzung von Handlungen in Bilder bzw. in Sprache und Symbole (z.B. in Gleichungen) gelingt ihnen nicht.

An dieser Stelle setzt der zweite Fördergrundsatz an. Der Prozess der Entwicklung mentaler Vorstellungsbilder aus Handlungen am Material muss unterstützt werden. Durch geeignete Maßnahmen soll erreicht werden, dass die Kinder auch bei der materialunabhängigen Lösung von Rechenaufgaben noch die Vorstellung des Materials haben, das ihnen bei der materialgebundenen Lösung solcher Aufgaben geholfen hat, mit einer guten Strategie zu einer richtigen Lösung zu kommen. Das bedeutet zweierlei. Erstens müssen die Materialhandlungen strukturell mit den angestrebten Kopfrechenstrategien übereinstimmen. Es muss also ein Material ausgewählt werden, das solche Handlungen nahe legt, die zu dem Kopfrechenverfahren passen. Zweitens muss die Loslösung vom Material auf eine solche Weise geschehen, dass die Vorstellung der Materialhandlungen bestehen bleibt. Das uns dafür geeignet erscheinende Verfahren besteht darin, dass wir den Kindern nach und nach die Sicht auf das Material und die Möglichkeit der konkreten Handlungen nehmen (z.B. durch das Verbinden der Augen oder dadurch, dass das Material hinter einem Sichtschirm verborgen wird), wir zugleich aber die Kinder auffordern zu sagen, mit welchen Materialhandlungen diese Aufgabe gelöst werden könnte. Unsere Erfahrungen zeigen, dass nach solchen Übungen beim späteren materialunabhängigen Rechnen häufig der Hinweis „Denke an das Material!“ ausreicht, um Kinder wieder zu einem guten Rechenverfahren zu führen, wenn sie in der Gefahr sind, wieder auf ihr zählendes Rechnen zurückzufallen.

Förderschwerpunkte

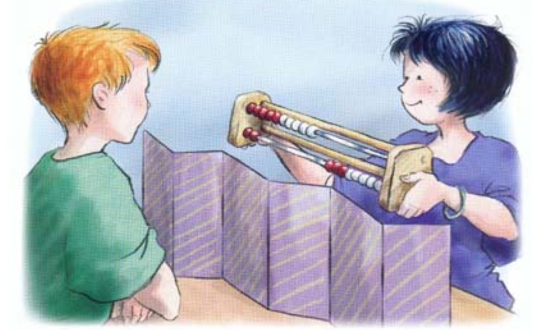
Zentrales Ziel der Förderarbeit ist es, die Kinder zu guten und erfolgreichen Strategien des Kopfrechnens bei Additions- und Subtraktionsaufgaben zu führen. Zu diesem Zweck konzentriert sich die Förderung auf drei Schwerpunkte, von denen die beiden ersten als flankierende, aber unverzichtbare Maßnahmen für den dritten Förderschwerpunkt zu verstehen sind.

(1) Schnelles Sehen

Wesentliche Intention dieser Übung ist es, die Kinder schon bei der Zahlauffassung (und nicht erst beim Rechnen) von zählenden Verfahren wegzuführen. Deshalb werden den Kindern Zahldarstellungen für nur so kurze Zeit präsentiert, dass ein Abzählen der einzelnen Elemente nicht möglich ist.

Bei unstrukturiert dargebotenen Mengen ist eine solche simultane Zahlauffassung nur bis zu etwa fünf Elementen möglich. Größere Anzahlen können quasi-simultan aufgefasst werden, wenn die Zahldarstellung in strukturierter Form („Kraft der 5, Kraft der 10“) erfolgt.

Aufgabenformat 1.1: Schnelles Sehen am Rechenrahmen



Schipper 2005, Karte 3

Am strukturierten (Zwanziger- oder Hunderter-) Rechenrahmen werden – nach Klärung der Konvention, dass alle Kugeln nach rechts verschoben Null bedeutet – Zahlen hinter einem Sichtschirm für das Kind verdeckt eingestellt. Diese Zahldarstellung wird dem Kind für nur sehr kurze Zeit (etwa eine Sekunde) präsentiert.

Die Aufgabe des Kindes besteht darin, aus dem wahrgenommenen Bild die Anzahl mental zu rekonstruieren: eine volle Stangen, also 10; auf der nächsten Stange noch zwei Kugeln, also 12. Eine Festigung des Stellenwertverständnisses, insbesondere bei Übungen mit dem Hunderter-Rechenrahmen, ist bei dieser Übungsform ein erwünschtes Nebenergebnis.

Aufgabenformat 1.2: Schnelles Sehen am Computer

Die gleiche Übungsform ist auch als Computer-Programm unter dem Namen „Schnelles Sehen" als Teil des Pakets Fehleranalysen erhältlich (D. & J. Wohlrab - SoWoSoft - Große Oker 24, 38707 Altenau; http://www.sowosoft.de). Gegenüber dem Aufgabenformat 1 bietet dieses Programm einige Vorteile. So kann das Kind diese Übungen durchführen, ohne dass ein menschlicher Aufgabensteller notwendig ist. Durch Voreinstellungen im Programm können die Übungen den aktuellen Kompetenzen der Kinder angepasst werden (Beschränkung auf den Zahlenraum bis 10, 20, 30, ...100; Verhinderung von Darstellungen „schwerer" Einer wie z.B. 7 oder 8 u.Ä.). Die Zeiten für die Zahldarstellung werden vom Computer exakt kontrolliert und – der entscheidende Vorteil – die gesamte Übung wird protokolliert, so dass die Lehrerin bzw. der Lehrer zu einem späteren Zeitpunkt kontrollieren kann, wie viele Übungen das Kind durchgeführt hat, wie viele Aufgaben falsch bzw. richtig gelöst wurden und – vor allem – welche Art von Fehlern das Kind gemacht hat. Das sei an einem Ausschnitt eines Protokolls erläutert.

FRANZISK 20.11.2002 Arbeitszeit: 11 min 29 sec bearbeitete Aufgaben: 22

Zahl	0,2 Sek Zahl/Zeit	0,5 Sek Zahl/Zeit	1 Sek Zahl/Zeit	2,5 Sek Zahl/Zeit	5 Sek Zahl/Zeit	ok? Zeit
ˇ88	89 34,8	88 11,8				46,6
ˇ33	33 10,0					10,0
ˇ36	53 11,0	63 8,6	36 9,7			29,3
ˇ55	52 5,9	55 7,5				13,4
ˇ24	42 6,8	24 18,7				25,5
ˇ77	86 10,3	87 19,3	77 9,4			39,0
ˇ 7	6 6,5	7 6,4				12,9
ˇ87	93 9,0	87 9,4				18,4
ˇ69	54 37,4	57 35,3	68 15,3	67 15,9	69 84,0	187,9
ˇ41	43 9,1	41 13,3				22,4
ˇ 9	10 5,0	7 34,0	9 6,2			45,2
ˇ99	90 25,5	99 8,4				33,9
ˇ10	10 4,6					4,6
ˇ90	90 6,4					6,4
ˇ71	61 7,2	71 7,4				14,6
ˇ28	62 8,7	26 9,6	27 9,4	28 11,9		39,6

Am 20.11.2002 hat Franziska 11 Minuten und 29 Sekunden am Programm „Schnelles Sehen“ gearbeitet und in dieser Zeit insgesamt 22 Aufgaben bearbeitet. Als erste Aufgabe wurde ihr die Darstellung der Zahl 88 für zunächst 0,2 Sekunden präsentiert. Nach 34,8 Sekunden gibt sie „89“ als Lösung ein, macht also einen +1-Fehler. Ihr zweiter Lösungsversuch ist richtig. Für die Bearbeitung der ersten Aufgabe hat sie insgesamt 46,6 Sekunden gebraucht. Als dritte Aufgabe wird ihr die Darstellung der Zahl 36 gezeigt. Sie gibt zunächst 53 als Lösung an. Nach der zweiten, nunmehr 0,5 Sekunden währenden Präsentation der gleichen Zahl gibt sie 63 als Lösung an; erst im dritten Versuch (1 Sekunde Präsentationszeit) gelingt ihr die richtige Lösung. Vermutlich hat sie die dargestellte Zahl 36 im ersten Versuch als 35 gelesen, jedoch den Zahlendreher 53 eingetippt; dafür spricht, dass sie im zweiten Versuch 63 als Zahlendreher von 36 eingibt. Der weitere Protokollausschnitt zeigt, dass Franziska noch weitere solche Zahlendreher schreibt.

(2) Verinnerlichung der Zahlzerlegungen

Mit diesem Förderschwerpunkt soll erreicht werden, dass die Kinder alle Zerlegungen aller Zahlen bis 10 auswendig wissen. Die Übung knüpft im Sinne des ersten Fördergrundsatzes an die bei den Kindern hervorragend entwickelte Fähigkeit im Umgang mit ihren Fingern an. Im Sinne des zweiten Fördergrundsatzes wird (im Aufgabenformat 2.3) versucht, die Ablösung von dieser Hilfe durch die Ausbildung mentaler Vorstellungsbilder zu erreichen.

Aufgabenformat 2.1: Zerlegung der Zahl 10 an den Händen mit Hilfe eines Stiftes

Das Kind legt beide Hände mit ausgestreckten Fingern, Daumen an Daumen, auf den Tisch. Als Leserichtung wird die übliche von links nach rechts verabredet, d.h. der kleine Finger der linken Hand ist der erste Finger, der Daumen der rechten Hand der sechste Finger usw. Mit einem Stift werden nun die Zerlegungen der Zahl 10 dargestellt.

Schipper 2005, Karte 5

Das Kind antwortet möglichst schnell (um Zählen zu reduzieren) nur mit der Nennung der beiden Summanden in Leserichtung von links nach rechts. Im dargestellten Beispiel wird von dem Kind also nur „sieben, drei“ erwartet. Die Lösung „drei, sieben“ wird zu diesem Zeitpunkt nicht akzeptiert, weil sie gegen die Leserichtung verstößt.

Aufgabenformat 2.2: Zerlegung der Zahl 10 an den Händen ohne Hilfe eines Stiftes

Wenn die Kinder mit dieser Art der Aufgabenstellung (z.B. auch mit Hilfe von Partnerübungen) vertraut sind, kann mit der allmählichen Ablösung von konkreten Handlungen an den Händen begonnen werden. Im Aufgabenformat 2.2 lässt das Kind beide Hände auf dem Tisch liegen. Die Zahlzerlegung wird aber nicht mehr mit einem Stift angezeigt, sondern die Förderin sagt die erste Zahl, das Kind die Ergänzung bis 10. Auch solche Übungen bieten sich für Partnerübungen an.

Aufgabenformat 2.3: Zerlegung der Zahl 10 an verdeckten Händen

Eine erhebliche Erschwerung ist es, wenn die Hände mit einem Tuch abgedeckt werden. Denn nun haben die Kinder nicht mehr die Möglichkeit, durch visuell gestütztes Abzählen an den Fingern diese Aufgaben zu lösen. Eine typische Reaktion einiger Kinder ist, dass sie die fehlende visuelle Möglichkeit durch eine taktile ersetzen: Die Finger „tanzen“ unter dem Tuch. Das zeigt, dass diese

Schipper 2005, Karte 6

Kinder noch auf die Stütze der Finger angewiesen sind. Für die Förderung bedeutet dies, dass nun immer zwischen Aufgabenformat 2.2 und 2.3 gewechselt wird, bis die Kinder zunehmend mehr, letztlich alle Zerlegungen der Zahl 10 auswendig wissen.

Aufgabenformat 2.4: Zerlegungen weiterer Zahlen

Beherrschen die Kinder erst einmal alle Zerlegungen der Zahl 10, dann ist die Erarbeitung der weiteren Zahlzerlegungen meistens nicht mehr so mühsam. Einige Beispiele:

- Comic-Figuren haben nur 4 Finger an jeder Hand, insgesamt also 8 Finger. Machen wir's wie die Comic-Figuren: 3,5 - 4,4 - 1,7 - ...
- 2 Kinder legen ihre 4 Hände nebeneinander, 20 Finger: 13,7 - 10,10 - 4,16 - ...
- *Stell dir vor*, 10 Kinder sitzen nebeneinander, 100 Finger liegen auf dem Tisch: 30,70 - 10,90 - 99,1... 75,25 - 51,49 - ...

Eine Randbemerkung: Die Aufforderung *„Stell dir vor“* gehört zu den wichtigsten Anforderungen in einem handlungsorientierten Mathematikunterricht, denn das Ziel jeder Handlung ist der Aufbau von Vorstellungen.

(3) Entwicklung von Rechenstrategien

Die o.a. Übungen zur Verinnerlichung der Zahlzerlegungen und zum schnellen Sehen sind flankierende Maßnahmen für die im Folgenden dargestellte zentrale Übungsform, deren Intention es ist, die Kinder vom zählenden Rechnen wegzuführen hin zur Nutzung leistungsfähiger Strategien des Kopfrechnens. Diese beiden o.g. Übungsformen sind insofern flankierend, als für das Nutzen der operativen Strategie des schrittweisen Rechnens das Auswendigwissen der Zahlzerlegungen äußerst hilfreich ist und die quasi-simultane Zahlauffassung und Zahldarstellung das Zählen im Zusammenhang mit Materialhandlungen verhindern soll.

Das Problem der Auswahl von Rechenstrategien

Die Tabelle auf Seite 33f. gibt einen Überblick über die möglichen Strategien des ersten und des weiterführenden Rechnens. Schön wäre es, wenn alle Kinder alle Strategien jeweils optimal angepasst an die vorgegebene Zahlenkonstellation nutzen könnten (flexibles Rechnen). Für verfestigte zählende Rechner ist das eine völlig unrealistische Vorstellung. Für diese Kinder ist vielmehr ein Verfahren auszuwählen, das einerseits *universell* ist, andererseits *fortsetzbar*. Mit dem Attribut „universell“ werden solche Verfahren gekennzeichnet, deren Anwendung nicht von spezifischen Zahlenkonstellationen abhängig ist. Das Nutzen des Verdoppelns etwa ist in diesem Sinne nicht universell. Dieses Verfahren liegt nur dann nahe, wenn die beiden Summanden nahe beieinander liegen; die Aufgabe 25+28 kann z.B. von Zweit- und Drittklässlern (hoffentlich) über „das Doppelte von 25, plus 3“ gerechnet werden. Bei einer Aufgabe wie 24+68 wird aber kaum jemand auf die Idee kommen, diese über „das Doppelte von 24 plus Differenz aus 68 und 24“ zu lösen. Unter den in der o.g. Tabelle aufgelisteten Verfahren sind einzig das schrittweise Rechnen (in Klasse 1 und 2 sowie darüber hinaus) und das Verfahren „Stellenwerte extra“ (ab Klasse 2) universell. Da das schrittweise Rechnen (anders als „Stellenwerte extra“) auch gut fortsetzbar ist, also auch noch für das Kopfrechnen mit dreistelligen Zahlen gut genutzt werden kann, ist für uns diese Art des Rechnens das Mindestverfahren, das auch die verfestigten zählenden Rechner lernen sollen. Vorteilhaft ist dieses Verfahren auch deshalb, weil es – anders als „Stellenwerte extra“ – bei Subtraktionen mit Zehnerüberschreitung keine besonderen Probleme erzeugt. Im Mittelpunkt der Förderung steht daher die Entwicklung des schrittweisen Rechnens als Kopfrechenverfahren bei Addition und Subtraktion, vom Rechnen im Zahlenraum bis 20 bis hin zum (gestützten) Kopfrechnen im Zahlenraum bis 1 000.

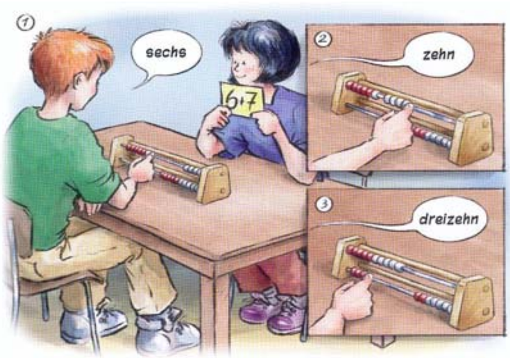
Das Problem der Auswahl eines geeigneten Arbeitsmittels

Kopfrechenstrategien sollen als mentale Verinnerlichung aus Handlungen an Materialien entstehen. Daher müssen die Handlungen strukturell mit der angestrebten Form des Kopfrechnens übereinstimmen. Prüft man auf diesem Hintergrund, welche Handlungen notwendig sind, um etwa mit Steckwürfeln oder Wendeplättchen eine Aufgabe wie 6+8 zu lösen, dann wird deutlich, dass diese Materialien nicht für die Entwicklung des schrittweisen Rechnens geeignet sind. Denn mit ihnen müssen die Kinder zunächst den ersten Summanden 6 durch Abzählen darstellen, dann wiederum durch Abzählen in Einerschritten den zweiten Summanden 8. Da der so geschaffene Repräsentant des Ergebnisses (in der Regel, d.h., wenn die Kinder nicht bestimmte Konventionen eingehalten haben) nicht quasi-simultan erfassbar ist, müssen sie erneut zählen, um den Wert der Summe zu ermitteln. Eine solche Vorgehensweise stabilisiert das Verfahren des Alles-Zählens, dessen Ablösung das erklärte Ziel der Arbeit mit Material ist.

Benötigt wird daher ein Material, das es erstens gestattet, die Zahl 6 simultan („mit einem Fingerstreich“) darzustellen, das zweitens das Auffüllen bis 10 vom Material her fordert (und nicht als mühsam zu erarbeitende Konvention, an die Kinder sich strikt halten müssen) und das es drittens erlaubt, nach der Darstellung der restlichen 4 den so insgesamt dargestellten Wert der Summe quasi-simultan („mit einem Blick“) aufzufassen. Der strukturierte (Zwanziger- bzw. Hunderter-)Rechenrahmen bietet genau diese Möglichkeiten. Er fordert Handlungen geradezu heraus, die strukturell mit dem angestrebten schrittweisen Rechnen „im Kopf“ übereinstimmen. Dies sei am Beispiel der Aufgabe 6+7 verdeutlicht.

Die Kinder stellen zunächst den ersten Summanden dar, füllen danach die erste Stange vollständig bis 10 auf und stellen dann den Rest auf der nächsten Stange dar. Voraussetzung für die Anwendung dieser Strategie ist, dass die Kinder die Zerlegungen des zweiten Summanden möglichst auswendig wissen. Deshalb müssen die Zerlegungen der Zahlen bis einschließlich 10 intensiv geübt werden (vgl. die Übungsformen 2.1 bis 2.4).

Zehnerübergang mit Handlungen am Rechenrahmen



Schipper 2005, Karte 11

Wichtig ist, dass die Kinder ihre Handlungen sprachlich begleiten: „Sechs – zehn – dreizehn“. Weniger wichtig ist die Form der schriftlichen Notation dieser Rechnung. Solche schriftlichen Notationen haben die Funktion eines Protokolls der Handlung, sollten aber nicht zu einem Selbstzweck werden, indem in immer wiederkehrenden Übungen die Kinder gezwungen werden, die „schriftliche Normalform“ zu verwenden, obgleich sie die Rechnung längst im Kopf beherrschen.

Aufgabenformat 3.1: Handlungen am Rechenrahmen

Zunächst müssen die Kinder lernen, die zum schrittweisen Rechnen passenden Handlungen am Rechenrahmen durchzuführen und sie in der o.g. prägnanten Form sprachlich zu beschreiben. Auf einige Punkte muss besonders geachtet werden. Die Zahldarstellungen erfolgen mit einem „Fingerstreich“ bzw. mit so wenigen wie möglich. Jede

Handlung ist sprachlich zu begleiten. Optimal ist die genannte, sehr kurze sprachliche Begleitung. Vor allem die Nennung des Zwischenstandes „zehn“ ist zu fordern, weil sonst die Gefahr besteht, dass die Kinder nach Durchführung der Handlungen doch wieder anfangen zu zählen. Die gleiche Gefahr besteht, wenn die Kinder statt der Zwischenstände nur die Operationen („vier dazu, dann noch drei dazu“) benennen.

Aufgabenformat 3.2: Erste Ablösung von den Handlungen

Wenn das Aufgabenformat 3.1 von dem Kind beherrscht wird, beginnt die behutsame Ablösung vom Material. Sie geschieht jedoch auf eine Weise, dass die Vorstellung der Materialhandlung erhalten bleibt.

Der Rechenrahmen wird für das Kind sichtbar so weit entfernt aufgestellt, dass Handlungen am Material für das Kind nicht mehr möglich sind, der Rechenrahmen nur noch angeschaut werden kann. Zur Lösung einer Aufgabe (z.B. 37+8) soll das Kind beschreiben, wie die zugehörigen Handlungen am Material aussehen: „Erst die 37 einstellen, dann 3 dazu sind 40; dann noch 5 sind 45“ oder kürzer: „37 - 40 - 45“.

Aufgabenformat 3.3: Rechnen mit verbundenen Augen

Im nächsten Schritt wird vom Kind erwartet, die Lösung von Aufgaben mit Zehnerübergang nur noch mit vorgestellten Handlungen am Rechenrahmen zu lösen. Das Material selbst ist für das Kind weder greifbar noch sichtbar. Dazu werden dem Kind die Augen verbunden. Die Förderin bzw. die Partnerin diktiert dem Kind eine Aufgabe vom Typ ZE±E mit Zehnerüberschreitung, das Kind diktiert die Handlungen, die die Partnerin zur Lösung der Aufgabe am Material vollziehen soll.

Verinnerlichung der Handlungen am Rechenrahmen

Schipper 2005, Karte 14

Perspektiven für die weitere Förderung

Das eben beschriebene Aufgabenformat 3.3. ist die entscheidende Hürde bei der Ablösung vom zählenden Rechnen. Gelingt den Kindern die Versprachlichung und damit die

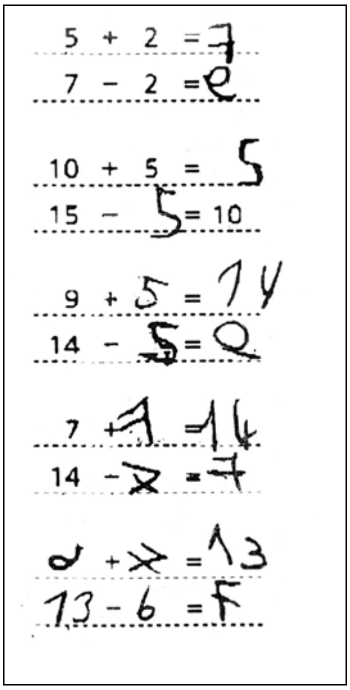
Vorstellung der notwendigen Handlungen, dann gelingt es nicht wenigen von ihnen, in sehr kurzer Zeit Aufgaben vom Typ HZE±HZE mit Zehner- und Hunderterüberschreitung erfolgreich zu lösen – im Kopf bzw. halbschriftlich und in angemessener Zeit. Voraussetzung dafür ist jedoch, dass das Rechnen mit vollen Zehnern (ZE±Z) gelingt. Falls bei diesem Aufgabentyp Probleme bestehen, dann sollte nicht mit dem Rechenrahmen sondern mit der Hunderter-Tafel gearbeitet werden, weil sich an diesem Material die Addition und Subtraktion voller Zehner gut als Wege nach unten bzw. oben darstellen und *vorstellen* lässt. Der komplexeste Aufgabentyp beim Rechnen im Zahlenraum bis 100, nämlich ZE±ZE mit Zehnerüberschreitung, sollte ganz ohne konkrete Materialhandlungen gelöst werden, weil die Addition voller Zehner nicht gut am Rechenrahmen, die Addition von Einern über den Zehner nicht gut an der Hunderter-Tafel darstellbar ist bzw. die Gefahr besteht, dass die Kinder wieder anfangen zu zählen. Stattdessen sollten sie den ersten Teilschritt (ZE±Z) mit der *Vorstellung* der Hunderter-Tafel vollziehen, den zweiten Teilschritt (ZE±E) mit der *Vorstellung* des Rechenrahmens.

4 Weitere Symptome für Rechenstörungen

4.1 Links-/Rechts-Problematik

Ein auffällig hoher Prozentsatz von Kindern mit Verdacht auf Rechenstörungen ist auch noch im zweiten und den Folgeschuljahren nicht sicher bei der Unterscheidung von links und rechts, nicht sicher an sich selbst und erst recht nicht am Gegenüber. Diese Fähigkeit zur sicheren Unterscheidung von links und rechts ist aber eine wichtige Voraussetzung für ein erfolgreiches Mathematiklernen. Denn alle Arbeitsmittel und alle Veranschaulichungen im Mathematikunterricht der Grundschule operieren mit Richtung, nicht nur der Zahlenstrahl. So korrespondiert das Addieren eindeutig mit einer Bewegung nach rechts und ggf. nach unten auf der Hunderter-Tafel, aber mit einem Schieben von Perlen von rechts nach links am Rechenrahmen usw.

Beobachtungsmöglichkeiten und Begleiterscheinungen



Unsicherheiten bei der Unterscheidung von links und rechts sind häufig verbunden mit spiegelbildlicher Schreibweise von Ziffern, mit Rechenrichtungsfehlern (Verwechslung von Addition und Subtraktion) sowie mit Zahlendrehern (32 statt 23) bzw. inverser Zahlenschreibweise (Bei der 32 erst die 2 schreiben, dann die 3 davor setzen). Kinder, die solche Phänomene zeigen, sollten direkt hinsichtlich der Fähigkeit zur Unterscheidung von links und rechts überprüft werden: „Zeige mir deinen rechten Arm, dein linkes Ohr, stelle dich auf dein linkes Bein. Zeige mir *meine* rechte Hand, *meinen* linken Fuß und (damit nicht alles so fürchterlich ernst zugeht) meine linke Nase.“

Wenn spiegelverkehrte Ziffern und inverse Zahlenschreibweisen nur als „Abweichungen“, nicht aber als Probleme interpretiert und wenn Zahlendreher und Rechenrichtungsfehler nicht erkannt werden, dann kann das für betroffene Kinder fatale Folgen haben. Denn diese Kinder verfügen nicht selten über durchaus angemessene Rechenstrategien, rechnen also im Prinzip richtig und machen „bloß“ einen Zahlendreher oder vertauschen „nur“ die Rechenrichtung oder kombinieren beides (52-4=92). Die subjektive Einschätzung des Kindes, richtig gerechnet zu haben, steht dann im fatalen Gegensatz zur Bewertung durch die Lehrerin; die Lösung ist falsch. Wenn diesen Kindern nicht zugleich erklärt wird, warum ihre Lösung falsch ist, beginnen sie, an ihren (durchaus richtigen) Rechenwegen zu zweifeln und können dadurch so verunsichert werden, dass sie andere, nun aber falsche Rechenwege beschreiten. Gerade solche Kinder benötigen daher die Bestätigung, dass ihre Denkwege durchaus richtig waren, dass aber noch ihrer Fähigkeit zur Unterscheidung von links und rechts entwickelt werden muss.

Fördermöglichkeiten

Aufgaben zur Unterscheidung von links und rechts am eigenen Körper und am Gegenüber sind zugleich Diagnose- und Fördermöglichkeiten. Hilfreich ist auch, solche Kinder ein Freundschaftsbändchen oder eine Armbanduhr tragen zu lassen – selbstverständlich immer am gleichen Arm.

Manchmal geben Eltern (und hoffentlich niemals Lehrerinnen bzw. Lehrer) ihren Kindern den Tipp, die Zahlen doch so zu schreiben, „wie man sie spricht“, also in der Reihenfolge Einer, Zehner bzw. Hunderter, Einer, Zehner (inverse Zahlenschreibweise). Auf Elternabenden zu Beginn des zweiten Schuljahres sollte thematisiert werden, dass Eltern ihren Kindern mit einer solchen Empfehlung nur Schaden zufügen. Denn eine solche Schreibweise gefährdet die Entwicklung eines sicheren Stellwertverständnisses und bringt die Kinder im vierten Schuljahr bei sechs- oder mehrstelligen Zahlen in große Probleme. Zahlen werden grundsätzlich von links nach rechts geschrieben. Als eine recht erfolgreiche Maßnahme bei Kindern mit inverser Zahlenschreibweise und solchen mit Zahlendrehern haben sich Taschenrechnerdiktate erwiesen. Viele Kinder, die Zahlendreher in ihr Heft schreiben, ohne sie zu bemerken, stutzen, wenn sie Zahlendreher in den Taschenrechner eingetippt haben. Dies kann zum Anlass für eine Korrektur und für die Empfehlung genommen werden, künftig Zahlen auch auf dem Papier „so zu schreiben, wie sie in den Taschenrechner getippt werden“.

4.2 Intermodalitätsprobleme

Wissen lässt sich bekanntlich in drei verschiedenen Formen (Modi) darstellen, nämlich (1) enaktiv (durch Handlungen), (2) ikonisch (mit Bildern) und (3) symbolisch (durch Zeichen und durch Sprache). Mit dem Begriff „Intermodalitätsprobleme“ beschreiben wir die Schwierigkeiten einiger Kinder, zwischen diesen Modi von Wissen hin und her zu übersetzen. Insbesondere stellen Handlungen an Materialien für betroffene Kinder nicht die erhoffte Hilfe dar (vgl. die Ausführungen im Kap. 3 dieses Beitrags).

Bezogen auf diese Problematik sollten im Mathematikunterricht vor allem präventive Maßnahmen durchgeführt werden. Dazu gehört einerseits zu prüfen, ob die Schulanfänger erste Rechengeschichten in Handlungen mit Materialien übersetzen und auf diese Weise lösen können. Dazu gehört andererseits, den Kindern regelmäßig den Prozess der Übersetzung von Rechengeschichten bzw. Sachaufgaben bewusst zu machen. Das sei am Beispiel des ersten Rechnens erläutert (vgl. Schipper 2003).

Die Übersetzung einer Rechengeschichte („Vier Kinder spielen im Sandkasten, fünf Kinder kommen dazu.“) oder einer kontextfreien Aufgabe (4 + 5) in eine Handlung (Erst 4, dann 5 Plättchen legen, danach abzählen, wie viele es insgesamt sind.) fordert und fördert das Grundverständnis für Zahlen und Rechenoperationen. Die Entwicklung nicht zählender Rechenverfahren ist zu diesem Zeitpunkt noch nicht das Ziel des Unterrichts. Im ersten Halbjahr des ersten Schuljahres sollte daher ein unterrichtlicher Schwerpunkt bei der Übersetzung von Rechengeschichten in Handlungen an Material liegen. Begonnen werden sollte mit solchen Beispielen, bei denen beide Summanden bzw. Minuend und Subtrahend gegeben sind, also jeweils die Summe bzw. Differenz gesucht ist.

Beispiele:

Friederike hat 4 Puppen. Zum Geburtstag bekommt sie noch 2 Puppen dazu. Wie viele hat sie dann?

Friederike hat 4 Puppen. Helene hat 3 Puppen. Wie viele Puppen haben beide zusammen?

Theo hat 8 Puppen. Er gibt Helene 3 Puppen ab. Wie viele hat er dann noch?

Aus Studien (vgl. Stern 1992) wissen wir, dass etwa 9 von 10 Schulanfängern solche Rechengeschichten in Handlungen übersetzen und auf diese Weise lösen können. Unsere besondere Aufmerksamkeit benötigen daher diejenigen Kinder, die dazu noch nicht fähig sind. Ziel solcher Übungen zur Übersetzung von Rechengeschichten (und später auch von kontextfreien Rechenaufgaben wie $6 + 3 = \square$ bzw. $7 - 5 = \square$) in Handlungen ist der Aufbau von mentalen Vorstellungen des Zusammenlegens als Grundvorstellung für die Addition bzw. des Wegnehmens oder Abtrennens als Grundvorstellung für die Subtraktion, so dass die Kinder letztlich nur noch mit den Vorstellungen operieren, auf den konkreten Handlungsvollzug verzichten können. Vier Maßnahmen sind geeignet, diesen Prozess des Aufbaus von Grundvorstellungen zu unterstützen.

(1) Handlungen versprachlichen

Handlungen mit Material werden durch Versprachlichung bewusster. Die Kinder sollen deshalb ihre Vorgehensweisen erklären und begründen. Wichtig ist dabei, dass nicht nur die eigentliche Lösungshandlung beschrieben wird, sondern jeweils die Beziehungen zwischen Teilen der Rechengeschichte und den zugehörigen Handlungen herausgearbeitet werden, z.B.: „Ich lege zuerst 4 Plättchen für die 4 Puppen von Friederike, dann ...“. Dies hilft den Kindern, sich bewusst zu werden, welche Handlungen mit welchem Teil der Rechengeschichte korrespondieren. Solche Versprachlichungen sind dann auch Hilfen für diejenigen Kinder, denen die Lösung von Rechengeschichten mit Handlungen noch nicht so gut gelingt.

In diesen kindlichen Erklärungen ihrer Vorgehensweisen, die durch entsprechende Materialhandlungen begleitet werden, zeigt sich eine weitere wichtige Funktion solcher Arbeitsmittel, nämlich als Argumentationshilfe; die Demonstration am Material unterstützt die verbale Beschreibung.

(2) Die Beziehungen zwischen Kontext, Handlung, Bild und Symbol herausarbeiten

Das o.a. Beispiel für eine Versprachlichung beschreibt eine schon entwickeltere Form von Lösungshandlungen, nämlich mit Vertretern (Plättchen) für die in der Rechengeschichte vorkommenden realen Gegenstände. Für einige Kinder kann dies ein schon zu hoher Anspruch sein. In solchen Fällen sollten die Rechengeschichten um solche Gegenstände kreisen, die auch vorhanden sind, so dass die Kinder mit ihnen die Handlungen durchführen („durchspielen") können. Ziel der weiteren Aktivitäten ist es, zu immer abstrakteren Darstellungen der im Sachkontext gegebenen arithmetischen Beziehungen zu kommen. Es gilt, die Kinder zu befähigen, Kontext, Handlungen mit den Originalgegenständen, Handlungen mit deren Stellvertretern, Bild und symbolische Notation in Gleichungsform aufeinander beziehen zu können. Auch diese strukturellen Übereinstimmungen zwischen

- Sachkontext und Materialhandlung,
- den Spielhandlungen mit den Originalgegenständen und denen mit ihren Vertretern (z.B. Plättchen),
- den Materialhandlungen und deren bildlicher Darstellung,
- der bildlichen Darstellung und ihrer symbolischen Notation in Gleichungsform

müssen durch Versprachlichung immer wieder hervorgehoben werden. Dabei darf dieser intermodale Transfer zwischen den Modi des Wissens – enaktiv, ikonisch, symbolisch – nicht als Einbahnstraße von den Handlungen über die Bilder zu den Symbolen aufgefasst werden. Es müssen bewusst auch umgekehrte Transferleistungen gefordert und gefördert werden: zu einem Bild eine Rechengeschichte erzählen, zu einer Gleichung oder einem Term Handlungen mit Material durchführen, zu Handlungen mit Plättchen Rechengeschichten verschiedenen Inhalts erfinden u.v.a.m.

(3) Mit vielen Sinnen lernen

Im Unterricht dominieren i.d.R. zwei Kanäle des Lernens, nämlich die Sprache und das Visuelle. Hin und wieder sollten diese bewusst ausgeschaltet werden. Unter dem Titel „Mathe mit geschlossenen Augen“ haben Bauersfeld und O’Brien (2002) unterrichtspraktische Vorschläge publiziert, die zeigen, wie andere Lernkanäle, z.B. der Tastsinn, stärker herausgefordert werden können. Ein Beispiel: „Einer hält dem anderen mit geschlossenen Augen beide Hände offen hin. Der legt in jede Hand einige Bohnen. Der Erste soll mit unverändert geschlossenen Augen herausfinden, wie viele Bohnen es zusammen sind.“ (vgl. Bauersfeld/O’Brien 2002, S. 11) Solche Übungen zum Fühlen und Hören von Zahlen (genauer: von Zahlrepräsentanten) und Rechenaufgaben findet man seit einigen Jahren auch in Schulbüchern. Sie sind nicht bloß „Spielchen“ zum Vergnügen der Kinder, sondern sollen das Zahl- und Operationsverständnis durch ein Lernen mit vielen Sinnen stärken. Einige weitere Anregungen dieser Art findet man bei Schipper (2005).

(4) Den Aufbau mentaler Vorstellungsbilder unterstützen

Manche Kinder entwickeln überraschend schnell innere Vorstellungsbilder. Die Lehrerin demonstriert eine bestimmte Vorgehensweise, das Kind macht es selbst einige Male und schon können diese Kinder auf den konkreten Handlungsvollzug verzichten, weil sie eine Vorstellung von der Handlung haben. Unsere weniger leistungsstarken Kinder gehören selten zu dieser Gruppe von Schülern. Sie brauchen weitere Unterstützung, die ihnen hilft, den Prozess der Entwicklung von Vorstellungen aus Handlungen vollziehen zu können. Eine gute Möglichkeit besteht darin, das Taktile und das Visuelle bewusst auszuschließen, zugleich aber die Vorstellung des Handlungsvollzugs am Material hervorzurufen (vgl. dazu auch die Übungen zur Ablösung vom zählenden Rechnen). Ein Beispiel: Alle Kinder schließen die Augen. Die Lehrerin erzählt eine Rechengeschichte der o.g. Art, dann fragt sie die Kinder, was sie, die Lehrerin, zur Lösung der Aufgabe tun soll. Ein Kind antwortet mit geschlossenen Augen: „Lege 4 Plättchen für die 4 Puppen, die Friederike schon hat.“ Die Lehrerin legt die Plättchen und fragt die Kinder, ob sie diese 4 Plättchen „sehen“ – selbstverständlich mit geschlossenen Augen. Das nächste Kind beschreibt, was dann zu tun ist: „Lege nun 2 Plättchen dazu für die beiden Puppen, die sie noch bekommt.“ ... Auf diese Weise können Rechengeschichten gelöst werden, indem nur noch die Vorstellungen der Handlung erzeugt werden, auf den eigentlichen Handlungsvollzug durch die Kinder aber verzichtet wird.

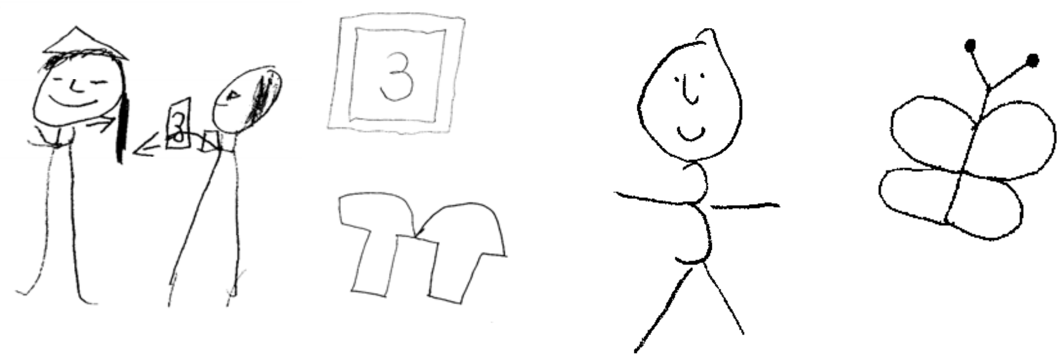
Aufgaben mit Variationen des Platzhalters ($3 + \square = 7$; $\square + 5 = 8$) sind für viele Kinder zunächst besonders schwer, weil sie nicht wissen, wie sie solche Aufgaben in Handlungen übersetzen können. So konnte Stern (1992) zeigen, dass nur 28% der von ihr untersuchten Erstklässler die folgende Aufgabe (ggf. mit Hilfe von Material) lösen konnten: „Maria hat 5 Murmeln. Hans hat 8 Murmeln. Wie viele Murmeln hat Hans mehr als Maria?“ Dagegen konnten 96% der gleichen Kinder die folgende anscheinend strukturgleiche Aufgabe lösen: „Maria hat 5 Murmeln. Hans hat 8 Murmeln. Wie viele Murmeln muß Maria noch bekommen, damit sie genau so viele Murmeln hat wie Hans?“ Diese zweite Aufgabe gibt den Kindern mit der Formulierung „bekommen“ einen Hinweis auf die durchzuführende Materialhandlung; das abstrakte „mehr“ in der ersten Aufgabe gibt diesen Hinweis nicht.

Für den Unterricht bedeutet dies, dass auch die Aufgaben mit Variation des Platzhalters zunächst handelnd gelöst werden müssen. Sehr gut können solche Aufgaben mit Hilfe des „Zauberbeutels“ (vgl. Radatz u.a. 1996, S. 64f.) dargestellt werden. Ein Beispiel zu der Aufgabe $\square + 3 = 8$: Die Lehrerin zeigt den Kindern einen Beutel, in dem bereits einige Würfel liegen. Wie viele es sind, wird nicht verraten. Dann werden 3 weitere Würfel in den Beutel gegeben; alle Kinder schauen dabei zu. Danach wird gezählt; jetzt sind es 8 Würfel. Wie viele waren es zu Anfang? Auch diese Übungen sollten nach einiger Zeit konkreter Durchführungen durch nur noch vorgestellte Handlungen ersetzt werden: „*Stellt euch vor*, im Beutel sind schon einige Würfel. Wenn ich noch drei dazu lege, dann sind es insgesamt acht Würfel. Wie viele waren es zu Anfang?“

4.3 Einseitige Zahl- und Operationsvorstellungen

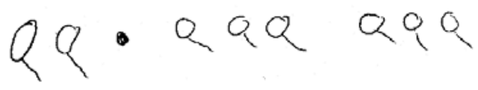
Eng mit dem Intermodalitätsproblem hängen einseitige Zahl- und Operationsvorstellungen zusammen. Für viele Kinder, die in Mathematik besonders leistungsschwach sind, besteht die Mathematik aus einer Welt voller geheimnisvoller Ziffern und Zeichen, die auf noch geheimnisvollere Art und Weise regelhaft miteinander verknüpft werden müssen: Mathematik als Regelspiel. Welche höchst individuellen Rechenstrategien auf diese Weise entstehen können, ist an einigen Beispielen im Kapitel 3 gezeigt worden.

Hilfreich wäre es sicher, möglichst frühzeitig (ab etwa Ende des ersten Schuljahres) zu erfahren, ob die Kinder über ein entwickeltes Zahl- und Operationsverständnis verfügen oder dieses im o.g. Sinne „einseitig“ ist. Zur Überprüfung dieser Vorstellungen schlagen Lorenz und Radatz (1993) das Verfahren der „Indianergeschichte“ vor. Anknüpfend an die Erfahrungen der Kinder, dass es durchaus vorkommt, dass während des Schuljahres ein Kind neu in die Klasse kommt, weil z.B. die Eltern umgezogen sind, wird ihnen erklärt, sie sollten sich vorstellen, ein Indianerkind (bzw. in der von uns praktizierten Variante ein Chinesenkind) käme neu in die Klasse. Dieses Kind spricht die deutsche Sprache nicht, kann sie nicht verstehen und kennt auch weder unsere Schrift noch unsere Zahlen. Das (für die Überprüfung der Zahl- und Rechenoperationsvorstellung vorgesehene) Kind, erhält nun die Aufgabe, diesem neu in die Klasse aufgenommenen Kind zu helfen. Zunächst soll es erklären, was ein Haus ist oder ein Baum. Da Sprache nicht hilft, geht es vielleicht mit Hilfe von Bildern. Das Kind malt ein Haus, zeigt darauf und erklärt: „Dies ist ein Haus.“ Ja, so kann dem Kind geholfen werden, vielleicht auch in Mathematik. Erkläre der kleinen Li, was die Zahl 3 ist, wie viel 3 ist. (Wichtig ist diese Doppelformulierung.) Die folgenden Abbildungen zeigen einige typische Bilder zur Zahl 3 von Kindern mit eingeschränkter Zahlvorstellung (vgl. Radatz u.a. 1999).



Sanja, 2. Schuljahr, gelingt ein wunderschönes Situationsbild (mit Kopffüßlern), das zeigt, wie sie dem Chinesenkind „ein Bild der Zahl 3“ überreicht. Typisch für Kinder mit Rechenstörungen ist die Zifferndarstellung. Mit der Zahl 3 verbinden diese Kinder häufig nur die Ziffer 3, keine quantitative Vorstellung von drei Gegenständen. Auch Nina, die die 2. Klasse besucht, nimmt die Aufforderung wörtlich, ein Bild zur Zahl 3 zu malen, indem sie die Ziffer 3 in einen Bilderrahmen stellt. Lisa und Jens aus dem 3. Schuljahr verstecken die 3 in figuralen Darstellungen; die Ziffer 3 ist der Rumpf des

Männchens bei Lisa, sie bildet den Hut der beiden Pilze in der Zeichnung von Jens. Und Ines ist über ihren Schmetterling ganz stolz: „Da ist die 3 gleich zweimal drin.“



Katrin, 3. Schuljahr, setzt die Aufforderung, ein Bild zu 2 · 6 zu malen, in eine für Kinder mit Rechenstörungen typische Darstellung um. Die beiden an der Aufgabe beteiligten Zahlen werden als Mengen dargestellt, bei Katrin sind es Luftballons, und mit dem in der Schule gelernten Zeichen für die Rechenoperation, hier also mit dem Malpunkt, miteinander verbunden. Grundvorstellungen der wiederholten Addition spiegeln sich in dieser Darstellung nicht wider, ebenso nicht in dem Bild von Sven zu 3 · 4. Auch er stellt die beiden Faktoren quantitativ als Dreieck und Viereck dar. Die Verbindung der beiden Faktoren gelingt ihm durch die Gesamtzeichnung des Hauses.

Fördermaßnahmen für diese Kinder müssen auf der konkret handelnden Ebene, auf der Ebene der Interpretation von Bildaufgaben und der Lösung von Rechengeschichten ansetzen. Die Grundvorstellungen für Rechenoperationen müssen – ebenso wie bei den Intermodalitätsproblemen, deren Folge solche einseitigen Zahl- und Operationsvorstellungen sein können – im Wechselspiel zwischen enaktiver, ikonischer und symbolischer Darstellung des gleichen Sachverhalts neu gefestigt werden (vgl. 4.2). Wichtig sind auch intensive Übungen zur Zahlauffassung (Wie viele Plättchen sind dies?) und zur Zahldarstellung (Lege 6 Plättchen.).

Eine Warnung vor Überinterpretationen sei abschließend noch erlaubt. Nicht jedes Bild dieser Art ist ein sicherer Hinweis auf Rechenstörungen. Erst das Zusammenkommen mehrerer Symptome und deren gehäuftes Auftreten über einen längeren Zeitraum rechtfertigt die Annahme einer Rechenstörung.

5 Schlussbemerkungen

Unsere Erfahrungen mit der Förderung von Kindern aus dritten und vierten Schuljahren zeigen, dass es nicht selten ganz erheblicher Anstrengungen bedarf, um solchen Kindern noch zu einem Auswendigwissen der Zahlzerlegungen und zu einem selbstverständlichem Nutzen dieses Wissens sowie zu guten Rechenstrategien für den Zehnerübergang zu verhelfen. Das zählende Rechnen hat sich bei ihnen so verfestigt, dass der Prozess des Umlernens mit erheblichen Mühen auf Seiten der Kinder und der Förderer verbunden ist. Unter den gegebenen schulischen Rahmenbedingungen wird diese Ablösung vom zählenden Rechnen bei solchen Kindern, die bereits ganz tief in den Brunnen gefallen sind, sicher noch schwieriger zu erreichen sein als in unserer Beratungsstelle, in der Einzelförderung stattfinden kann.

Deshalb ist es umso wichtiger, einen guten, präventiven Mathematikunterricht durchzuführen. Dem arithmetischen Anfangsunterricht kommt dabei eine wahrhaft grundlegende Bedeutung für das gesamte mathematische Weiterlernen zu. Versäumnisse beim Einüben der Zahlzerlegungen und – vor allem – bei der Entwicklung operativer Strategien des Rechnens über den Zehner können für einige Kinder zur Folge haben, dass sie auf Dauer den Anschluss an das mathematische Niveau ihrer Mitschülerinnen und -schüler verlieren. Wir gehen davon aus, dass es in einem mathematischen Anfangsunterricht, der die Grundsätze und praktischen Anregungen berücksichtigt, die vor allem in den Kapiteln 3 und 4 dieser Modulbeschreibung dargestellt worden sind, gelingen wird, wenigstens einen Teil der Kinder vor diesem dauerhaften Verlust des Anschlusses und damit dem Abstieg in die Rechenstörung zu bewahren. Wenn dies im Rahmen des Projekts „Sinus Grundschule“ für einige Kinder erreicht wird, dann kann man sicher schon von einem Erfolg des Projekts sprechen.

Literatur

Bauersfeld, Heinrich/O'Brien, Thomas. (2002). Mathe mit geschlossenen Augen. Mülheim/Ruhr. Verlag an der Ruhr.

Brühl, Hans et al. (2003). Rechenschwäche/Dyskalkulie: Symptome – Früherkennung – Förderung. Osnabrück. Arbeitskreis des Zentrums für angewandte Lernforschung.

Carpenter, T. P./Moser, J. M./Romberg, T. A. (Eds.). (1982). Addition and Subtraction: A Cognitive Perspective. Hillsdale. Erlbaum.

DIMDI – Deutsches Institut für medizinische Dokumentation und Information (Hrsg.). (1994). ICD-10, Internationale statistische Klassifikation der Krankheiten und verwandter Gesundheitsprobleme. Bd. 1, Stand August 1994. Bern. Huber.

Gaidoschik, Michael. (2003). Rechenschwäche – Dyskalkulie. Eine Unterrichtspraktische Einführung für Lehrerinnen und Eltern. Horneburg. Persen. (2. aktualisierte Auflage).

Gaidoschik, Michael. (2004). Förderung rechenschwacher Kinder: Wege und Irrwege. Vortrag auf dem Dyskalkulie-Symposium Klagenfurt, Dezember 2004. (www.rechenschwaeche.at/vertiefendes/wege-irrwege.pdf)

Gray, Edward M. (1991). An Analysis of Diverging Approaches to Simple Arithmetic. In: Educational Studies in Mathematics. (22) 1991, p. 551-574. Niederlande. Kluwer.

Huth, Christine. (2005). Rezension des OTZ. In: Die Grundschulzeitschrift, Heft 182, S. 33. Seelze. Erhard Friedrich Verlag.

Kaufmann, Sabine. (2003). Früherkennung von Rechenstörungen in der Eingangsklasse der Grundschule und darauf abgestimmte remediale Maßnahmen. Franfurt am Main. Peter Lang.

Lorenz, Jens-Holger/Radatz, Hendrik. (1993). Handbuch des Förderns im Mathematikunterricht. Hannover. Schroedel.

Mann, Christine/Oberländer, Hilke/Scheid, Cornelia. (2001). LRS, Legasthenie – Prävention und Therapie. Weinheim und Basel. Beltz .

Nissen, Gerhardt. (1977). Medizinische Aspekte der Lernbehinderung. In: Handbuch der Sonderpädagogik, Bd. 4. Berlin. Marhold, S. 615-663.

Radatz, Hendrik/Schipper, Wilhelm. (1983). Handbuch für den Mathematikunterricht an Grundschulen. Hannover. Schroedel.

Radatz, Hendrik/Schipper, Wilhelm/Dröge, Rotraut & Astrid Ebeling. (1996). Handbuch für den Mathematikunterricht - 1. Schuljahr. Hannover. Schroedel.

Radatz, Hendrik/Schipper, Wilhelm/Dröge, Rotraut & Astrid Ebeling. (1999). Handbuch für den Mathematikunterricht – 3. Schuljahr. Hannover. Schroedel.

Rottmann, Thomas. (2005). Der Zareki im Praxistest. In: Die Grundschulzeitschrift, Heft 182, S. 32. Seelze. Erhard Friedrich Verlag.

Rottmann, Thomas/Schipper, Wilhelm. (2002). Das Hunderter-Feld – Hilfe oder Hindernis beim Rechnen im Zahlenraum bis 100? In: Journal für Mathematik-Didaktik, 23, Heft 1, S. 51-74. Stuttgart. Teubner.

Schipper, Wilhelm. (2002). Das Dyskalkulie-Syndrom. In: Die Grundschulzeitschrift, Heft 158, S. 48-51. Seelze. Erhard Friedrich Verlag.

Schipper, Wilhelm. (2003). Lernen mit Material im arithmetischen Anfangsunterricht. In: Baum, Monika / Wielpütz, Hans. (Hrsg.). Mathematik in der Grundschule – Ein Arbeitsbuch. Seelze. Kallmeyer. S. 221-237.

Schipper, Wilhelm. (2005). Übungen zur Prävention von Rechenstörungen. In: Die Grundschulzeitschrift, Heft 182, Karteikarten 1-16. Seelze. Erhard Friedrich Verlag.

Schlee, Jörg. (1976). Legasthenieforschung am Ende? München. Urban & Schwarzenberg.

Stern, Elsbeth. (1992). Warum werden Kapitänsaufgaben »gelöst«? Das Verstehen von Textaufgaben aus psychologischer Sicht. In: Der Mathematikunterricht, 38, Heft 5, S. 7-29. Stuttgart. Klett.

Van Luit, Hans/Van de Rijt, Bernadette/Hasemann, Klaus. (2001). OTZ – Osnabrücker Test zur Zahlbegriffsentwicklung. Göttingen. Hogrefe.

Wielpütz, Hans. (1998). Erst verstehen, dann verstanden werden. In: Die Grundschule, 30, Heft 3, S. 9-11. Braunschweig. Westermann.

Wohlrab, D./Wohlrab, Jörg. (o.J.). SoWoSoft – Große Oker 24, 38707 Altenau; http://www.sowosoft.de

Partner des Programms SINUS-Transfer Grundschule

Programmträger: IPN, Kiel
Projektleitung: Prof. Dr. Manfred Prenzel
www.ipn.uni-kiel.de

SINUS-Transfer Grundschule
Projektkoordination am IPN: Dr. Claudia Fischer
Tel. +49(0)431/880-3136
cfischer@ipn.uni-kiel.de
www.sinus-grundschule.de

Programmkoordination für die Länder durch das Ministerium für Bildung und Frauen des Landes Schleswig-Holstein (MBF)
MR Werner Klein (SINUS-Transfer Grundschule)
http://landesregierung.schleswig-holstein.de

Landeskoordinatorenausbildung durch das Staatsinstitut für Schulqualität und Bildungsforschung
StD Christoph Hammer; gemeinsam mit dem IPN
www.isb.bayern.de

Serverbetreuung: Zentrum zur Förderung des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts der Universität Bayreuth (Z-MNU)
Leitung: Prof. Dr. Peter Baptist
http://zmnu.uni-bayreuth.de

Hinweis: Die Modulbeschreibungen sind während der Laufzeit des Programms SINUS-Transfer Grundschule (2004-2009) entstanden.
Die Liste der Kooperationspartner galt für diesen Zeitraum. Im Nachfolgeprogramm *SINUS an Grundschulen* sind die Kooperationen anders strukturiert.

ISBN für diese Modulbeschreibung (Mathematik G4)
978-3-89088-183-6