

Früherkennung von Rechenschwäche im Kindergartenalter

Seminararbeit

am Departement der Psychologie
Universität Freiburg (CH)

Lehrstuhl: Klinische Psychologie
Betreuer: Fabian Grolimund

Verfasserin: Viola Vichery
Adresse: Mühlemattstrasse 24
6004 Luzern
041 240 83 85
[viola.vichery\(at\)unifr.ch](mailto:viola.vichery(at)unifr.ch)

Semester: 4
Abgabedatum: 10. Mai 2007

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	4
2. Definition.....	5
3. Bedingungsmodell: Entstehung und Aufrechterhaltung.....	6
3.1 Teilleistungsstörungen.....	7
3.2 Symptome & typische Fehler.....	8
4. Grundlegende Bausteine mathematischen Denkens	9
4.1 Wahrnehmung.....	9
4.2 Gedächtnis.....	10
4.3 Sprache.....	10
5. Die Entwicklung des mathematischen Verständnisses	11
5.1 Entwicklung des Verständnisses für Mengen	11
5.2 Entwicklung von Zählfertigkeiten und der Erwerb der Zahlenfolge	12
5.3 Entwicklung des Verständnisses für Rechenoperationen	12
5.4 Entwicklung von Rechenstrategien	13
6. Modell der Zahlenverarbeitung	14
7. Vorhersage von Rechenschwäche.....	15
8. Diskussion	18
9. Literaturverzeichnis	20

Zusammenfassung

Die vorliegende Arbeit zeigt auf, dass eine Rechenschwäche bereits im Kindergarten erkannt werden kann.

Es werden Gedächtnis, Sprache und Wahrnehmung als wesentliche kognitive Basisfähigkeiten für das mathematische Verständnis genannt. Ebenfalls wird gezeigt, dass wesentliche Entwicklungsschritte des mathematischen Denkens weit vor der Einschulung ablaufen. Insbesondere das Kindergartenalter stellt eine sensitive Periode für die Entwicklung des mathematischen Verständnisses dar. Als essentiell stellte sich heraus, dass Kinder bereits im Kindergarten über beachtliches zahlenbezogenes Wissen verfügen, wobei jedoch beträchtliche interindividuelle Unterschiede bestehen.

Krajewski (2003) wies in ihrer Studie nach, dass zwischen Mengen- und zahlbezogenem Vorwissen und späteren Mathematikleistungen in der Schule ein signifikanter Zusammenhang besteht. Anhand dieser Vorläuferfertigkeiten wurden 60% der rechenschwachen Kinder bereits im Kindergarten erkannt.

Weisshaupt, Peucker und Wirtz (2006) konnten mit Hilfe des DEZ erfassten Vorkenntnissen vor Schuleintritt, Rechenleistungen am Ende der 1. Klasse vorhersagen.

Die Konsequenzen für Frühdiagnose und Frühförderung werden diskutiert.

1. Einleitung

Im Gegensatz zur Lese-Rechtschreibstörung ist die Entwicklungsstörung des Rechnens noch wenig erforscht, obwohl sie in etwa ebenso häufig auftritt (von Aster, 2003).

So besteht beispielsweise Unklarheit über die kognitiven Voraussetzungen mathematischen Denkens und die Entstehungsbedingungen einer Rechenstörung.

Besser erforscht ist die „normale mathematische Entwicklung“. Durch die Forschung ist belegt, dass beispielsweise wesentliche Entwicklungsschritte vor Schuleintritt ablaufen und Kinder bei der Einschulung bereits über beachtliches mathematisches Vorwissen verfügen.

Einzelne Studien zeigen auch die Tatsache auf, dass bereits vor dem Mathematikunterricht zwischen den Kindern wesentliche Unterschiede hinsichtlich mathematischen Vorwissens bestehen.

Daher soll folgende Fragestellung behandelt werden:

„Ist die Früherkennung von Rechenschwäche bereits im Kindergartenalter möglich?“

Zu Beginn soll der Begriff der Rechenstörung nach ICD-10 und DSM-IV-TR definiert werden. Im Anschluss werden Bedingungen, die eine Störung verursachen und aufrechterhalten können, thematisiert. Ebenfalls soll darauf eingegangen werden, welche kognitiven Voraussetzungen für das mathematische Verständnis notwendig sind und welche mathematischen Entwicklungsschritte sich vollziehen. Im darauf folgenden Abschnitt wird ein Modell der Zahlenverarbeitung behandelt, um verständlich zu machen, welche Prozesse beim Rechnen ablaufen.

Anschliessend werden für die Fragestellung, ob eine Vorhersage von Rechenschwäche möglich ist einige Studien einbezogen.

Abschliessend sollen die Erkenntnisse der Arbeit in Zusammenhang gebracht und diskutiert werden.

2. Definition

Im ICD-10 ist die Rechenstörung (F81.2) im Kapitel Entwicklungsstörungen schulischer Fertigkeiten aufgeführt (Dilling, Mombour, Schmidt & Schulte Markwort, 2006).

Eine Rechenstörung liegt vor, wenn aus einem standardisierten Rechentest ein Wert resultiert, „der mindestens zwei Standardabweichungen unterhalb des Niveaus liegt, das auf Grund des chronologischen Alter und der allgemeinen Intelligenz zu erwarten wäre“ (Dilling et al. 2006, S. 177). Dies beeinträchtigt die Schulausbildung oder alltägliche Tätigkeiten, in denen Rechenleistungen gefordert sind.

Als weiteres Kriterium müssen die Rechenprobleme schon seit dem Beginn des Rechenlernens vorhanden sein.

Als Ausschlusskriterium gilt ein IQ unter 70 in standardisierten Tests. Des Weiteren muss die Lesegenauigkeit, das Leseverständnis und die Rechtschreibfähigkeit im Normbereich liegen. Auch dürfen keine Lese- oder Rechtschreibprobleme in der Vorgeschichte vorhanden sein. Ebenfalls dürfen die Rechenschwierigkeiten nicht aus einer ungenügenden Beschulung entstanden sein.

Kritisch ist zu dieser Definition anzumerken, dass die Komorbidität von Dyskalkulie und Lese-Rechtschreibstörungen relativ hoch ist und daher dieses Ausschlusskriterium wenig sinnvoll erscheint. Eine Alternative bietet das DSM-IV-TR.

Nach dem DSM-IV-TR (Sass, Wittchen, Zaudig, & Houben, 2003) liegt eine Rechenstörung (315.1) vor, wenn folgende Kriterien erfüllt sind:

- A.: Die mit individuell durchgeführten standardisierten Tests gemessenen Fähigkeiten liegen wesentlich unter denen, die aufgrund des Alters, der gemessenen Intelligenz und der altersgemässen Bildung einer Person zu erwarten wären.
- B.: Die unter A. beschriebene Störung behindert deutlich die schulischen Leistungen oder Aktivitäten des täglichen Lebens, bei denen mathematische Fähigkeiten benötigt werden.
- C.: Liegt ein sensorisches Defizit vor, sind die Schwierigkeiten beim Rechnen wesentlich grösser als diejenigen, die gewöhnlich mit diesem Defizit verbunden sind. (S.87)

Bei einer Rechenstörung können auch Bereiche der Sprache, Wahrnehmung oder Aufmerksamkeit beeinträchtigt sein.

3. Bedingungsmodell: Entstehung und Aufrechterhaltung

Die systematische Erforschung der Rechenschwäche setzte erst in den 1970er Jahren ein (Hasselhorn & Schuchardt, 2006). Bis heute kann die Forschung keine Antwort auf die Häufigkeit und Gewichtung der einzelnen Faktoren die zu einer Rechenstörung beitragen, geben (Gaidoschik, 2005).

So gibt es zahlreiche unterschiedliche Theorien, welche die Entstehung von Rechenschwäche zu erklären versuchen. Man ist sich jedoch einig, dass die Störung nicht nur durch eine einzige Ursache ausgelöst wird, sondern, dass diese multifaktoriell bedingt ist (Krüll, 1994). Die Ursachen können im Kind liegen, aus dem persönlichen Umfeld des Kindes (wie beispielsweise der Familie) oder aus dem schulischen Bereich stammen.

Jacobs und Petermann (2003, nach Jacobs & Petermann, 2005) diskutieren als mögliche Ursachen:

- Genetische Prädisposition
- Hirnreifstörungen
- Psychologische Faktoren: Sprache, Gedächtnis, Wahrnehmung etc.
- Psychosoziale Faktoren
- Didaktische Faktoren

Einen ungünstigen Einfluss, können laut den Autoren die Lehrer-Kind-Interaktion, die Eltern-Kind-Interaktion, Erfahrungen mit Gleichaltrigen oder Psychische Störungen des Kindes ausüben.

Shalev, Manor et al. (2001, nach Jacobs & Petermann, 2005) fanden in ihrer Studie heraus, dass 66% der Mütter, 40% der Väter und 53% der Geschwister von rechenschwachen Kindern auch eine Rechenstörung aufweisen. Die Forscher kamen zum Schluss, dass die Prävalenz für Kinder von rechengestörten Eltern zehnmal höher liegt, als in der gesamten Population. Daraus lässt sich allerdings nicht direkt

ableiten, dass Rechenschwäche vererbbar ist. Denn diese Phänomene könnten auch durch emotionale und motivationale Faktoren zustande kommen. Wird beispielsweise, einem Kind die Annahme vermittelt, Rechenschwäche läge halt in der Familie und man könne nichts dagegen tun, wirkt sich dies bestimmt nicht positiv auf das Kind aus (Gaidoschik, 2003).

Bis heute konnten keine genetischen Ursachen für Dyskalkulie nachgewiesen werden.

3.1 Teilleistungsstörungen

Als mögliche Ursache von Rechenstörungen kommen Teilleistungsstörungen in Frage. (Jansen & Steit, 2006).

So weisen einige rechenschwache Kinder Defizite in der Sprache oder der visuellen Wahrnehmung auf.

Auffallend ist, dass viele Kinder mit Rechenstörungen zusätzlich an einer Legasthenie leiden. Die Zahlen verschiedener Studien zur Komorbidität von Dyskalkulie und Lese-Rechtschreibstörungen schwanken zwischen 2,7% (Renschmidt, 2000, nach Jacobs & Petermann, 2005) und 51,27% (Ramaa & Growramma, 2002, zitiert nach Jacobs & Petermann, 2005).

Rechenschwache Kinder weisen oft auch Aufmerksamkeitsdefizite auf. Dies erschwert das Erlernen von mathematischen Inhalten zusätzlich.

Unklar ist, ob Kinder mit einer Rechenstörung an Gedächtnisstörungen leiden.

Mc Call (2000, nach Jacobs & Petermann, 2005) entdeckte keine Differenzen im Arbeitsgedächtnis und im verbalen Kurzzeitgedächtnis zwischen Schülern mit und ohne Dyskalkulie. Der Autor fand jedoch signifikante Unterschiede im seriellen Gedächtnis und in der Arbeitsgeschwindigkeit. In einer Würzburger Untersuchung mit Grundschulern stellte sich heraus, dass nur Kinder mit einer Dyskalkulie und einer Legasthenie unter einer Beeinträchtigung des Arbeitsgedächtnisses leiden (Krajewski & Schneider in Vorb., nach Krajewski, 2005).

Ricken und Fritz (2006) verglichen Arbeitsgedächtnisleistungen bei unterschiedlich guten Rechnern im Kindergarten. Sie stellten fest, dass nur Kinder mit sehr guten Leistungen in Mathematik und überdurchschnittlicher Intelligenz ein besser entwickeltes Arbeitsgedächtnissystem aufwiesen.

Bei zahlreichen Kindern lassen sich Defizite in den sogenannten basalen Teilleistungen feststellen. Gaidoschik (2003) nennt folgende Bereiche:

- Störungen im „taktil-kinästhetischen Bereich“ (Wahrnehmungen über den Tastsinn und die Bewegungssteuerung)
- Störungen in der Erfassung des „Körperschemas“ (Links-rechts-, Oben-unten-Unterscheidung etc. am eigenen Körper) und in der räumlichen Orientierung
- Störungen in der Erfassung von Raumlagebeziehungen
- Störungen in der „visuellen Gliederung“ (Unterscheidung von Figur und Hintergrund dessen, was das Kind sieht; Erkennen auch kleinerer Unterschiede)
- Störungen in der „auditiven Wahrnehmung“ (also der Informationsaufnahme über das Gehör)
- Störungen der „Serialität“ (also Fähigkeit, Abfolgen verschiedenster Art zu erkennen, zu speichern und wiederzugeben)
- Störungen der „Intermodalität“ (also bei der Verknüpfung verschiedener Sinnesbereiche) (S.15)

Viele rechenschwache Kinder zeigen allerdings keine nennenswerten Defizite in diesen und anderen „basalen Teilleistungen“. Zahlreiche Kinder, die nicht unter einer Rechenschwäche leiden, weisen ebenfalls „basale Teilleistungsstörungen“ auf. Eine Interventionsmassnahme in diesem Bereich scheint wenig sinnvoll, denn es hat sich gezeigt, dass dies eine Rechenschwäche kaum verbessert (Krüll, 1994).

3.2 Symptome & typische Fehler

Jedes rechenschwache Kind zeigt individuelle Symptome und Probleme im mathematischen Bereich (von Schwerin, 2003).

Gemeinsam ist den Kindern mit Dyskalkulie jedoch, dass ihnen weitaus mehr Fehler unterlaufen als ihren Gleichaltrigen (Jacobs & Petermann, 2005). Rechenschwache Kinder sind nicht durch typische Fehler erkennbar, sondern durch ihre Häufigkeit, Vielfalt und Persistenz (Schulz, 2001, nach Jacobs & Petermann, 2005). Vielfach zeigen die Kinder ein fehlendes Mengen- und Grössenverständnis. Ebenfalls fallen sie durch häufige Rechen-, Zähl- und Transkodierungsfehler (z.B. Fehler beim Lesen

arabischer Zahlen; „Vierundzwanzig“ statt „42“) auf. Den Kindern mangelt es auch oft an einem Verständnis für das Stellenwertsystem.

Einige Symptome, die häufig bei rechengestörten Kindern auftreten sind nach Lorenz (2004):

- Sie sind meist zählende Rechner, denen es an anderen Rechenstrategien mangelt.
- Ziffern und Zahlzeichen stellen für sie nur Symbole dar, die in einer bestimmten Art und Weise zu verknüpfen sind.
- Sie haben Mühe, zwischen unterschiedlichen Darstellungsarten hin und her zu wechseln.

4. Grundlegende Bausteine mathematischen Denkens

Lorenz (2004) nimmt an, „dass das Erlernen arithmetischer Inhalte durch die Beeinträchtigung verschiedener kognitiver Faktoren gestört sein kann“ (S. 36).

Häufig werden visuell-räumliche Verarbeitungsprozesse, Sprache und Gedächtnis als wesentliche kognitive Basisfähigkeiten für die Entwicklung des mathematischen Denkens genannt (Gaddes, 1991, Lorenz, 2003, Kaufmann, 2003, zitiert nach Barth, 2003).

Jedoch ist die Forschung auch in diesem Bereich noch nicht zu einem endgültigen Schluss gekommen und es werden eher allgemeine Faktoren genannt, die für verschieden Lernprozesse grundsätzlich notwendig sind.

4.1 Wahrnehmung

Bedeutend für das Lernen im Allgemeinen ist die Wahrnehmung sowie die Verarbeitung verschiedener Sinneseindrücke (Krüll, 1994). Wesentlich für den Aufbau mathematischen Wissen scheint vor allem die visuelle Wahrnehmung zu sein. Kinder mit Teilleistungsstörungen in diesem Bereich sind nicht etwa durch eine Störung des Sehens gekennzeichnet, sondern die wahrgenommenen Inhalte werden im Gehirn schlechter verarbeitet (Jansen & Steit, 2006). Dies kann sich dadurch bemerkbar machen, dass Unterschiede in Grössen und Mengen weniger gut erkannt werden und der Umgang mit Ziffern erschwert ist. Die visuelle Wahrnehmung bzw.

Verarbeitung spielt eine Rolle beim Verstehen der Bedeutung von Zahlen, Mengen oder Grössen und ist bedeutend „für den Aufbau von inneren Vorstellungen von Mengen und des Zahlenraumes“ (Jansen & Steit, 2006, S. 283).

4.2 Gedächtnis

Lernen setzt voraus, dass die gelernten Inhalte abgespeichert werden (Lorenz, 2003).

Im Modell von Baddeley wird angenommen, „dass das Arbeitsgedächtnis, Gedächtnisinhalte bereitstellt, während gleichzeitig übergeordnete geistige Operationen ablaufen“ (Baddeley, 1997, nach Born & Oehler, 2005 S.15). Dies ist beispielsweise beim Kopfrechnen relevant, denn Zwischenergebnisse müssen solange gespeichert werden, bis die Aufgabe gelöst ist. Probleme im Arbeitsspeicher können auftreten durch selektive Aufmerksamkeit, unzureichende Automatisierung bzw. Vorwissen und emotionale Beeinträchtigungen (Born & Oehler, 2005). Mangelnde Automatisierung wird oft als Kernproblem von Rechenstörungen genannt. Denn das Fassungsvermögen des Kurzzeitspeichers ist begrenzt (Jansen & Steit, 2006). Bei einer automatischen Verarbeitung wird eine Handlung ohne bewusste Aufmerksamkeitszuwendung durchgeführt. Es wird keine Kurzzeitspeicherkapazität benötigt. Wenn jedoch bei der Lösung einer Aufgabe die Unterprozesse bewusst kontrolliert werden, wird die Kapazität des Kurzzeitspeichers beansprucht und kann überlastet werden. Dies führt zu Fehlern und wichtige Teilschritte und Teilergebnisse der Aufgabenlösung gehen verloren.

4.3 Sprache

Die Sprachkompetenz wird ihm Mathematikunterricht vorausgesetzt.

Nach Lorenz (2004) ist das Sprachverständnis notwendig für „das Verstehen der komplexen Erklärungen über räumliche und zeitliche Handlungsabläufe“ (S. 37). Liegt hier eine Störung vor, so kommt es zu Beeinträchtigungen im arithmetischen Lernprozess (Lorenz, 2003). Störungen in diesem Bereich machen sich beispielsweise bemerkbar durch falsche Handlungsdurchführung oder Probleme bei Textaufgaben (Lorenz, 2004).

5. Die Entwicklung des mathematischen Verständnisses

Der Erwerb mathematischer Fähigkeiten und Fertigkeiten ist ein Entwicklungsprozess der lange vor dem Mathematikunterricht in der Schule beginnt (Barth, 2003). Daher ist es kaum erstaunlich, dass Kinder bereits zu Schulbeginn über ein beachtliches mathematisches Vorwissen verfügen, wobei erhebliche Unterschiede zwischen den einzelnen Kindern bestehen (Weisshaupt, Peucker & Wirtz, 2006). Diese können auf unterschiedlichen Interessen und Erfahrungen beruhen.

Im Folgenden werden die verschiedenen Entwicklungsvorgänge, die sich in der frühen Kindheit bis ins Schulalter vollziehen, vorgestellt.

5.1 Entwicklung des Verständnisses für Mengen

Laut Piaget ist das Verständnis für die Invarianz einer Menge entscheidend für die Zahlbegriffsbildung (Piaget & Szeminska, 1965, nach Montada, 2002). Kinder müssen demnach begreifen, dass die Anzahl einer Menge unabhängig von ihrer räumlichen Anordnung ist. Moser Opitz (2001, zitiert nach Weisshaupt, Peucker & Wirtz, 2006) geht jedoch von der Annahme aus, dass Kinder, auch wenn sie Invarianzaufgaben noch nicht beherrschen, trotzdem über ein partielles Zahlenverständnis verfügen. Denn es wurde in verschiedenen Studien nachgewiesen, dass Kinder bereits in der ersten Lebenswoche fähig sind, zwischen verschiedenen kleinen Mengen (zwei oder drei Objekten oder Punkte) zu unterscheiden (Antell & Keating, 1983, zitiert nach Jacobs & Petermann, 2005). Man geht heute davon aus, dass diese Fähigkeit Unterschiede zwischen Mengen bis zu vier Objekten zu erkennen, angeboren ist.

Nach Krajewski (2003), wird den Kindern mit dem Spracherwerb ein neues System zugänglich. Dieses ermöglicht es ihnen „Mengen und Mengenrelationen durch Begriffe zu repräsentieren und mit Zahlwörtern zu belegen“ (Krajewski, 2003, S. 58). Auf die Entwicklung dieser Fähigkeit werde ich im folgenden Abschnitt eingehen.

5.2 Entwicklung von Zählfertigkeiten und der Erwerb der Zahlenfolge

Gelman und Gallistel (Gelman, 2000, Gelman & Gallistel 1978, zitiert nach Krajewski, 2005) stellten fest, dass bereits Vierjährige beim Zählen fünf Prinzipien einsetzen:

1. Eins-zu-Eins-Zuordnung:

- Jedes Objekt wird einer Zahl zugeordnet.

2. Stabile Reihenfolge der Zahlwörter:

- Jede Zahl kommt genau einmal und immer an derselben Stelle der Zahlenfolge vor.

3. Kardinalität:

- Die letzte Zahl beim Zählen einer Menge zeigt deren Anzahl an.

4. Abstraktionsprinzip:

- Jedes beliebige Objekt ist zählbar.

5. Anordnungsbeliebigkeit:

- Die Reihenfolge in der gezählt wird ist beliebig, d.h. man kann mit dem Zählen von Objekten an einer beliebigen Stelle anfangen. Die Gesamtanzahl der Objekte bleibt gleich.

Gelman nimmt an, dass diese fünf Prinzipien „in Form von angeborenen funktionalen Einschränkungen zur Verfügung stehen und deshalb nicht gelernt werden müssen“ (Krajewski, 2003, S. 56). Es besteht jedoch bis heute Uneinigkeit darin, ob Kinder tatsächlich bereits auf diese Prinzipien zurückgreifen können, bevor sie zu zählen beginnen (Krajewski, 2003).

5.3 Entwicklung des Verständnisses für Rechenoperationen

Aebli (1976, zitiert nach Krajewski, 2005, S. 153) zeigt in seinem Modell zum „Aufbau und Verinnerlichung mathematischer Operationen, wie sich dieses Verständnis auf verschiedenen Ebenen vollzieht.“ Nach Aebli existieren vier Phasen, in denen Mathematiklernen erfolgt: die Handlungsstufe, Darstellungsstufe, Zahlenstufe und Automatisierungsstufe. Der Abstraktionsgrad steigt mit zunehmender Stufe.

Auf der untersten Ebene können Rechenvorgänge lediglich mit Hilfe von Gegenständen vollzogen werden. Wird diese Stufe überwunden, d.h. die konkrete Stufe wird verlassen, können Rechenvorgänge bildlich dargestellt werden. Dieser Phase folgt die Fähigkeit, dass Handlungen nun durch Symbole bzw. arabische

Zahlen dargestellt werden können. Auf der höchsten Stufe erreichen die Kinder die Automatisierungsstufe von Rechenoperationen. Daraus lässt sich schliessen, dass das Mengenbewusstsein für abstrakte Rechenoperationen eine notwendige Voraussetzung ist. Der kompetente Rechner zeichnet sich dadurch aus, dass es sich von der konkreten Betrachtung loslösen kann. Dies scheint vielen rechenschwachen Kindern Mühe zu bereiten

5.4 Entwicklung von Rechenstrategien

Kinder verfügen bereits im Vorschulalter über verschiedene Rechenstrategien, wie Siegler und Robinson (1982, Siegler, 1991, nach Oerter & Dreher, 2002) in ihrer Untersuchung an Vier- und Fünfjährigen feststellen konnten. Den Kindern wurden einfache, in Geschichten verpackte, Additionsaufgaben gestellt. Dabei zeigte sich, dass vier verschiedene Strategien verwendet wurden. Die meisten Kinder riefen das Ergebnis aus dem Gedächtnis ab. 13 Prozent der Kinder benutzten die Finger zur Abbildung der Summanden, wobei sie beide Zahlen mit ihren Fingern aufzeigten und zusammenfügten, ohne zu zählen. In 8 Prozent der Fälle zählten die Kinder laut oder mit beobachtbaren Lippenbewegungen, ohne ein äusseres Hilfsmittel, wie die Finger zu benutzen. Als letzte Strategie ist das Fingerzählen zu nennen. Die Kinder verwendeten die Finger zur Darstellung der Summanden bei 15 Prozent der Aufgaben, zählten diese dann jedoch auch ab.

Es zeigte sich, dass 99 Prozent der Kinder mindestens zwei Strategien benutzen und 62 Prozent drei oder mehr (Siegler, 1987, nach Krajewski, 2003).

Der Abruf des Ergebnisses aus dem Gedächtnis benötigt am wenigsten Zeit und Arbeitsspeicherkapazität. Dazu muss man jedoch das Ergebnis gelernt und gespeichert haben. (Siegler, 1987, nach Oerter & Dreher, 2002).

Im Grundschulalter nimmt die Verwendung dieser Strategie mit steigender Übung zu. Eine zweite Strategie, die Kinder in diesem Alter verwenden, ist die Min-Methode. Bei dieser Methode wird der kleinere Summand in Einerschritten draufgezählt bzw. abgezogen. Die Min-Methode scheint eine entscheidende Rolle beim Übergang zum automatisierten Rechnen zu spielen. „Das Fortschreiten in Einerschritten bei Addition und Subtraktion ist eine mathematische Grundoperation und für das Verständnis der vier Grundrechenarten unentbehrlich“ (Oerter & Dreher, 2002, S. 475).

Ascraft (1990, nach Oerter & Dreher, 2002) geht ebenfalls davon aus, dass jüngere Kinder vor allem auf Zählstrategien zurückgreifen und mit zunehmendem Alter die Abrufstrategie verwenden. Wobei mit grösser werdender Erfahrung, die alten Strategien nicht aufgegeben und ersetzt werden, sondern es kommen neue Strategien hinzu (Krajewski, 2003).

Geary, Brown und Samaranayake (1991, nach Krajewski, 2003) konnten in einer Langzeitstudie mit Erst- und Zweitklässlern zeigen, dass Kinder mit Rechenschwäche oft lange Zeit in der suboptimalen Zählstrategie stecken bleiben.

Nachdem eher entwicklungspsychologische Ansätze vorgestellt wurden, die sich mit dem Erwerb mathematischer Inhalte befassen, werden nun im Anschluss kognitive Ansätze vorgestellt, die sich vor allem damit beschäftigen, welche Prozesse im Gehirn während des Rechnens ablaufen.

6. Modell der Zahlenverarbeitung

Ein Modell, das sich mit der Zahlenverarbeitung aus kognitiv-neuropsychologischer Sicht befasst, ist jenes von Dehaene (1992, nach Born & Oehler, 2005). In seinem Triple-Code-Modell werden drei Zahlenverarbeitungsmodule unterschieden:

- die analoge Repräsentation von Grössen
- die visuell arabische Repräsentation (z.B. 15)
- die auditiv-sprachliche Repräsentation (z.B. fünfzehn)

Die Module sind in unterschiedlichen Gebieten des Gehirns lokalisiert, jedoch miteinander verknüpft.

Die analoge Repräsentation von Grössen stellt ein nicht-sprachliches Modul dar. Laut Dehaene (1992, zitiert nach Jacobs & Petermann, 2005, S.21) wird dort „die mengen- bzw. grössenmässige Bedeutung einer Zahl in Form eines mentalen, räumliche- konfigurierten Zahlenstrahls erfasst.“ Hier werden Mengen verglichen und können unmittelbar erfasst werden. Ebenfalls werden Schätzungen und Überschlagsrechnungen auf der Basis dieses Moduls durchgeführt.

Im Modul der Visuell-arabischen Repräsentation werden Zahlen in Form von arabischen Ziffern dargestellt (Dehaene, 1992, nach Born & Oehler, 2005).

Im auditiv-sprachlichen Modul „wird der In- und Output von Zahlen in der verbalen Form (gesprochenen oder geschriebenen) vermittelt“ (Dehaene, 1992, nach Jacobs & Petermann, 2005, S. 22). Es ist ebenfalls zuständig für Zählprozesse, zum Speichern von numerischem Faktenwissen und zum exakten Rechnen. (Dehaene, 1992, nach Weinhold Zulauf, Schweiter & von Aster, 2003).

Dem Modell zu Folge könnten Kinder mit Schwierigkeiten in einem Bereich des mathematischen Denkens unter einer gestörten Modulreifung leiden (Jacobs & Petermann, 2005).

Diese Reifestörung ist möglicherweise schon im Vorschulalter erkennbar. Es stellt sich nun die Frage, ob Rechenschwäche bereits im Kindergartenalter erkennbar ist bzw. ob sich aufgrund der Vorkenntnisse im Kindergarten eine Rechenschwäche in der Primarschule voraussagen lässt.

7. Vorhersage von Rechenschwäche

Zulauf, Schweiter und von Aster (2003), zeigten in ihrer Längsschnittstudie mit 334 Vorschulkindern, dass Kinder bereits vor der Einschulung über beachtliches zahlenbezogenes Wissen verfügen. Es bestanden jedoch beträchtliche interindividuellen Unterschiede. Des Weiteren stellten die Autoren fest, dass das Kindergartenalter eine „Sensitive Periode für die Entwicklung numerischer Fertigkeiten“ (Zulauf, Schweiter & von Aster, 2003, S.222) darstellt. So wiesen die Kinder in diesem Jahr einen massiven Wissenszuwachs auf.

In dieser Studie wird jedoch nicht auf das Thema Rechenschwäche eingegangen.

Krajewski (2003) verfolgte das Ziel, spezifische Fertigkeiten zur Voraussage von Mathematikleistungen zu identifizieren. In ihrer Längsschnittstudie verfolgte sie die mathematische Entwicklung von 130 Kindergartenkinder bis zum Ende der 4. Klasse. Die Autorin konnte nachweisen, dass zwischen mengen- und zahlenbezogenem Vorwissen und späteren Mathematikleistungen in der Schule ein signifikanter Zusammenhang besteht.

Das Mengenvorwissen wurde mit Aufgaben untersucht, die die Fähigkeit zur Seriation, zum Mengen- und Längenvergleich erfassen. Zahlenkenntnisse wurde mit Aufgaben zur Zählfertigkeit, zum Zahlenwissen und zur Rechenfertigkeiten erhoben. In der Studie konnten anhand dieser Vorläuferfertigkeiten 60% der rechenschwachen Kinder bereits im Kindergarten erkannt werden (Krajewski, 2003, zitiert nach Barth, 2003).

Das mengen- und zahlenbezogene Vorwissen kann als spezifischer Risikofaktor für eine Rechenstörung angesehen werden (Krajewski, 2003, nach Krajewski, 2005). Als unspezifische Faktoren können die Intelligenz, Gedächtniskapazität und die Zahlenverarbeitungsgeschwindigkeit angesehen werden, denn diese können ebenfalls zur Früherkennung von Lese- und Rechtschreibschwierigkeiten herangezogen werden.

Weisshaupt, Peucker & Wirtz (2006) befassten sich in ihrer Studie ebenfalls mit dem Einfluss mathematischer Vorkenntnisse auf die Entwicklung von Rechenfertigkeiten und die Entstehung von Rechenschwierigkeiten. In einer Längsschnittstudie wurde das mathematische Vorwissen von 129 Vorschulkindern zu zwei Zeitpunkten erhoben (sechs und zwei Monate vor Schuleintritt). Das Vorwissen wurde mit Aufgaben des Diagnostikums zur Entwicklung des Zahlkonzepts (DEZ) erfasst. Dabei wurden folgende zehn Bereiche geprüft:

- Mengenvergleich
- Mengeninvarianz
- Simultanerfassung
- Kenntnis und flexibler Umgang mit der Zahlwortreihe
- Kardinalzahlverständnis
- Ordinalzahlverständnis
- Zählstrategien
- Repräsentation von Zahlen
- Teile-Ganzes-Schema
- Anwendung von Zahlwissen

Die Rechenfertigkeiten wurden am Ende der ersten Klasse erhoben.

Zur Vorhersage von Rechenstörungen wurde ein klassifikatorischer Ansatz gewählt (Marx, 1992, nach Weisshaupt, Peucker & Wirtz, 2006). Die Kinder wurden je nach Ausprägung in der Prädiktorvariable (mathematische Vorkenntnisse im Kindergarten) als gefährdet oder nicht gefährdet und nach ihrer Ausprägung in der Kriteriumsvariable (Rechenleistung in der Schule) als auffällig oder unauffällig eingestuft.

Als gefährdet galt ein Kind, wenn es vor Schulanfang noch über kein sicheres Kardinalverständnis verfügte und die Zahlwortreihe noch nicht flexibel beherrschte. Damit sind nach Weisshaupt, Peucker & Wirtz (2006) „wenig entwickelte Zählstrategien und eine kaum entwickelte Zahlvorstellung und fehlendes Teile-Ganzes-Verständnis verbunden, die Anwendung von Zahlwissen gelingt kaum“ (S. 242). Die Autoren vermuten, dass das mangelnde Verständnis der Anzahl die Einsicht in die Mengeninvarianz erschwert. Ein Kind wurde als gefährdet eingestuft, wenn es mindestens in diesen sieben Vorwissensbereichen Risikopunkte erhielt.

Für die Klassifizierung der Kinder als auffällig bzw. nicht auffällig in ihrer Rechenfertigkeiten sind noch keine verbindlichen Richtlinien vorhanden. Die Autoren nehmen bei einem Kind Rechenschwierigkeiten ab einem Prozentrang von 15 im DEMAT 1 + an.

Drei Kinder die am Schluss der ersten Klasse als auffällig identifiziert wurden, sind bereits im Kindergarten aufgrund ihrer mathematischen Vorkenntnisse als gefährdet eingestuft worden. 48 Kinder wurden als nicht auffällig klassifiziert. Von diesen wurden bereits im Vorschulalter 46 als ungefährdet beurteilt.

Die Spezifität ergibt somit den Wert von 0.96. Die Klassifikation hat sich als sehr geeignet erwiesen.

Es zeigte sich, dass die mit dem DEZ erfassten Vorkenntnisse zu beiden Zeitpunkten (sechs und zwei Monate vor Schuleintritt) die Rechenleistungen am Ende der ersten Klasse vorhersagen können.

8. Diskussion

Die Grundsteine für mathematisches Denken werden schon weit vor der Einschulung gelegt. Es wird angenommen, dass Gedächtnisfunktionen, Wahrnehmung und Sprache eine fundamentale Rolle für das rechnerische Verständnis spielen. Man geht davon aus, dass Defizite in diesen Bereichen zu Beeinträchtigungen bei der Entwicklung von Zahlen- und Rechenfertigkeiten führen (Jacobs & Petermann, 2005). Bis heute existieren jedoch noch keine gesicherten Erkenntnisse darüber, welche kognitiven Faktoren tatsächlich als Voraussetzungen für Rechenleistungen angesehen werden können.

Einigkeit besteht jedoch darin, dass wesentliche Entwicklungsschritte zum Erwerb des mathematischen Verständnisses bereits vor Schuleintritt ablaufen.

Zulauf, Schweier und von Aster (2003) zeigten in ihrer Studie, dass dabei das Kindergartenalter eine besonders sensitive Rolle spielt.

Die Studien von Krajewski (2003) und Weisshaupt, Peucker & Wirtz (2006) belegten, dass eine Rechenschwäche bereits im Kindergarten erkannt werden kann.

Krajewski wies einen hohen Zusammenhang zwischen mengen- und zahlbezogenem Vorwissen und späteren Mathematikleistungen nach. Der Autorin gelang es die Hälfte der rechenschwachen Grundschüler aufgrund ihren Vorkenntnissen bereits im Kindergarten zu erkennen. Die von Weisshaupt, Peucker und Wirtz (2006) erfassten Vorkenntnisse mit dem DEZ dienten ebenfalls zu Vorhersage von Rechenleistungen.

Damit ist nach neusten Erkenntnissen bereits im Kindergarten eine Frühdiagnose von Rechenschwäche möglich. Dies wiederum schafft die Möglichkeit, Fördermassnahmen bei Kindern mit defizitärem Vorwissen bereits vor Schuleintritt einzuleiten. Leider ist anzumerken, dass validierte und standardisierte Verfahren, die Auskunft über die Vorläuferfertigkeiten im Vorschulalter geben, rar sind (Barth, 2003).

Ebenfalls ist kritisch anzumerken, dass im Gegensatz zur Legasthenie die Bevölkerung und sogar Pädagogen noch zu wenig auf die Existenz von Rechenstörungen sensibilisiert sind. Noch immer wird Rechenschwäche zu spät erkannt, so werden Kinder bereits durch ihre Misserfolgerlebnisse frustriert und entmutigt. Ebenfalls leidet ihr Selbstvertrauen massiv. Es bilden sich Blockaden (mit

mathematischen Inhalten), die je später sie erkannt werden, umso schwieriger aufzulösen sind. So erschwert sich intelligenten Kindern der gymnasiale Weg. Deshalb wäre es vonnöten zuerst vor allem Kindergartenlehrpersonen und Lehrer über diese Störung aufzuklären und über mögliche Hinweise zu informieren.

Es gibt gute Ansätze auf dem Weg zur Erforschung von Dyskalkulie und wirksame Methoden, um dieser zu begegnen. Deshalb verdienen diese Arbeiten mehr Publizität und vor allem Förderung. Dyskalkulie muss auf Augenhöhe mit der Thematik Legasthenie gelangen.

Auch die Forschung ist weiterhin gefordert. So existieren bis heute noch zu wenig Studien und damit verbunden gesicherte Erkenntnisse über Entstehungsbedingungen von Rechenschwächen. Daher fehlt es bisher an Präventionsmassnahmen, welches das Leid vieler Kinder verhindern oder abschwächen könnten.

9. Literaturverzeichnis

- Dilling, H., Mombour, W., Schmidt, M. H. & Schulte Markwort, E. , (2006). *Internationale Klassifikation psychischer Störungen. ICD-10 Kapitel V (F) Diagnostische Kriterien für Forschung und Praxis* (4. Aufl.) Bern: Hans Huber
- Barth, K. (2003). Früherkennung und Prävention schulischer Lernstörungen im Übergangsbereich Kindergarten-Grundschule. In Lenart, F., Holzer, N. & Schaupp, H. (Hrsg.), *Rechenschwäche, Rechenstörung, Dyskalkulie. Erkennung, Prävention, Förderung* (S. 52-67). Graz: Leykam
- Born, A. & Oehler, C. (2005). *Kindern mit Rechenschwäche erfolgreich fördern. Ein Praxishandbuch für Eltern, Lehrer und Therapeuten*. Stuttgart: Kohlhammer.
- Gaidoschik, M. (2003). *Rechenschwäche – Dyskalkulie. Eine unterrichtspraktische Einführung für LehrerInnen und Eltern* (2. Aufl.). Horneburg; Persen
- Hasselhorn, M. & Schuchhardt, K. (2006). Lernstörungen. Eine kritische Skizze zur Epidemiologie. *Kindheit und Entwicklung*, 15 (4), 208-215
- Jacobs, C. & Petermann, F., (2005). *Diagnostik von Rechenstörungen. Kompendien. Psychologische Diagnostik*. Göttingen: Hogrefe
- Jansen, F. & Steit, U. (2006). *Positiv Lernen. Für Kinder, Jugendliche und Erwachsene. Mit Beiträgen zur Legasthenie und Dyskalkulie. Das Intra-Act-Plus-Konzept* (2. Aufl.). Heidelberg: Springer Medizin
- Krajewski, K. (2003). Vorhersage von Rechenschwäche (Studien zur Kindheits- und Jugendforschung, Band 29). Würzburg: Universität
- Krajewski, K. (2005). Früherkennung und Frühförderung von Risikokindern. In Lorenz, J. H. & von Aster, M. (Hrsg.), *Rechenstörungen bei Kindern. Neurowissenschaft, Psychologie, Pädagogik* (S. 150 –164). Göttingen: Vandenhoeck & Ruprecht.
- Krüll, K. E. (1994). *Rechenschwäche was tun?*. München: Ernst Reinhardt
- Lorenz, J. H. (2003). Kognitive Faktoren, deren Störung den Erwerb mathematischer Inhalte erschwert. In Lenart, F., Holzer, N. & Schaupp H. (Hrsg.), *Rechenschwäche, Rechenstörung, Dyskalkulie. Erkennung, Prävention, Förderung* (S. 39-46). Graz: Leykam
- Lorenz, H. J. (2004). Rechenschwäche. In Lauth, G. W., Grünke, M. & Brunstein J.C. (Hrsg.). *Interventionen bei Lernstörungen. Förderung, Training und Therapie in der Praxis* (S. 34- 45). Göttingen: Hogrefe
- Oerter, R & Dreher, M. (2002). Entwicklung des Problemlösens. In Oerter, R. & Montada, L. (Hrsg.), *Entwicklungspsychologie* (5. Aufl.) (S. 469-494). Weinheim: Belz
- Montada, L. (2002). Die geistige Entwicklung aus der Sicht Jean Piagets. In Oerter, R. & Montada, L., (Hrsg.), *Entwicklungspsychologie* (5. Aufl.) (S. 418-442). Weinheim: Belz
- Ricken, G. & Fritz, A. (2006). Arbeitsgedächtnisleistungen bei unterschiedlich guten Rechnern im Kindergartenalter. *Psychologie in Erziehung und Unterricht*. 53 (4), 263-274

von Aster, M. (2003). Umschrieben Rechenstörung. In Herpertz-Dahlmann, B., Resch, F., Schulte-Markwort, M. & Warnke, A. (Hrsg.). *Entwicklungspsychiatrie. Biopsychologische Grundlagen und die Entwicklung psychischer Störungen* (S. 457-466). Stuttgart: Schattauer

von Schwerin, A., (2003). Wo üben zur Verzweiflung führt. In Lenart, F., Holzer, N. & Schaupp, H., (Hrsg.), *Rechenschwäche, Rechenstörung, Dyskalkulie. Erkennung, Prävention, Förderung* (S. 240- 248). Graz: Leykam

Weisshaupt, S., Peucker, S. & Wirtz, M., (2006). Diagnose mathematischen Vorwissens im Vorschulalter und Vorhersage von Rechenleistungen und Rechenschwierigkeiten in der Grundschule. *Psychologie in Erziehung und Unterricht*, 53 (4), 236- 245

Zulauf, W. M., Schweiter, M. & von Aster, M. (2003). Das Kindergartenalter: Sensitive Periode für die Entwicklung numerischer Fertigkeiten. *Kindheit und Entwicklung*. 12 (2), 222- 230