

Steffen Kirchberg

Überlegungen zu einem didaktischen
Konzept für den produktiven Umgang mit
Dyskalkulie im Unterricht berufsbildender
Schulen

Masterarbeit

BEI GRIN MACHT SICH IHR WISSEN BEZAHLT



- Wir veröffentlichen Ihre Hausarbeit, Bachelor- und Masterarbeit
- Ihr eigenes eBook und Buch - weltweit in allen wichtigen Shops
- Verdienen Sie an jedem Verkauf

Jetzt bei www.GRIN.com hochladen
und kostenlos publizieren



Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek:

Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de/> abrufbar.

Dieses Werk sowie alle darin enthaltenen einzelnen Beiträge und Abbildungen sind urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsschutz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung des Verlanges. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen, Auswertungen durch Datenbanken und für die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronische Systeme. Alle Rechte, auch die des auszugsweisen Nachdrucks, der fotomechanischen Wiedergabe (einschließlich Mikrokopie) sowie der Auswertung durch Datenbanken oder ähnliche Einrichtungen, vorbehalten.

Impressum:

Copyright © 2014 GRIN Verlag
ISBN: 9783656929185

Dieses Buch bei GRIN:

<https://www.grin.com/document/295025>

Steffen Kirchberg

Überlegungen zu einem didaktischen Konzept für den produktiven Umgang mit Dyskalkulie im Unterricht berufsbildender Schulen

GRIN - Your knowledge has value

Der GRIN Verlag publiziert seit 1998 wissenschaftliche Arbeiten von Studenten, Hochschullehrern und anderen Akademikern als eBook und gedrucktes Buch. Die Verlagswebsite www.grin.com ist die ideale Plattform zur Veröffentlichung von Hausarbeiten, Abschlussarbeiten, wissenschaftlichen Aufsätzen, Dissertationen und Fachbüchern.

Besuchen Sie uns im Internet:

<http://www.grin.com/>

<http://www.facebook.com/grincom>

http://www.twitter.com/grin_com

Friedrich-Schiller-Universität Jena

Fakultät für Mathematik und Informatik / Wirtschaftswissenschaftliche Fakultät
Institut für Mathematik Abteilung Didaktik / Lehrstuhl für Wirtschaftspädagogik

Masterarbeit (M. Ed.)

WiSe 2014 / 2015

Überlegungen zu einem didaktischen Konzept für den produktiven Umgang mit Dyskalkulie im Unterricht berufsbildender Schulen

Steffen Kirchberg

Master Wirtschaftspädagogik/5.Semester

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	III
Tabellenverzeichnis	III
1 Einleitung	1
2 Die Phänomene des Rechnens	3
2.1 Wie rechnen Menschen?	3
2.2 Denk- und lernpsychologische Grundlagen des Rechnens	8
3 Die Betrachtung des Begriffs „Dyskalkulie“	15
3.1 Ein Versuch der Definition	15
3.2 Grundformen der Rechenschwäche	18
3.3 Mögliche Ursachen der Dyskalkulie	19
3.4 Anzeichen für Rechenschwäche	29
4 Diagnostik	32
4.1 Allgemeine Verfahrensweise	32
4.2 Besonderheiten bei der Diagnostik im Jugend- und Erwachsenenalter	35
4.3 Diagnoseprobleme	36
5 Förderung von Menschen mit Rechenschwäche	39
5.1 Erste grundlegende Aspekte der Förderung im Unterricht	39
5.2 Rechtliche Grundlagen	41
5.3 Vom Umgang mit Rechenschwäche in und außerhalb der Schule	43
6 Ein didaktisches Konzept für den Umgang mit Rechenschwäche	49
6.1 Forschungsdesign	49
6.1.1 Vorüberlegungen	49
6.1.2 Datenerhebung und Untersuchungsinstrument	50
6.1.3 Vorgehensweise bei der Datenanalyse	52
6.2 Datenauswertung	55
6.2.1 Stichprobenbeschreibung	55
6.2.2 Ergebnisse im Kontext der Hypothesen	56
6.2.3 weitere Befunde	60
6.2.4 Grenzen der Studie	67
7 Fazit	69
Literaturverzeichnis	72
Anhangsverzeichnis	77

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Reaktionszeitverlauf beim Zählen von Punktmengen.....	3
Abb. 2: Kardinaler Zahlenbegriff.....	5
Abb. 3: Zahlwörter als zusammengesetzte Einheiten	5
Abb. 4: Inklusionsbeziehung.....	5
Abb. 5: Neuronale Areale der Zahlenverarbeitung	8
Abb. 6: Das Rechenhaus	10
Abb. 7: Das Triple-Code Modell von Dehaene.....	12
Abb. 8: Distanzeffekt	13
Abb. 9: mögliche Ursachen für Rechenschwäche: Ein Multikausal-Model	20
Abb. 10: systematische Fehler bei der Subtraktion.....	24
Abb. 11: Einfache Darstellung der Addition.....	25
Abb. 12: Mittelschwere Darstellung der Addition	25
Abb. 13: Sehr schwere Darstellung der Addition.....	26
Abb. 14: Zweistufiges Diagnoseverfahren.....	33
Abb. 15: Stufen der Lerntiefe.....	39
Abb. 16: Stärkung der schulischen Kompetenzen im Umgang mit Rechenschwäche.....	44
Abb. 17: Negative Lernstruktur	46
Abb. 18: Teufelskreis	46
Abb. 19: Positive Lernumgebung.....	47
Abb. 20: Ablaufmodell des problemzentrierten Interviews	52
Abb. 21: Ablaufmodell induktiver Kategorienbildung	53
Abb. 22: Ablaufmodell deduktiver Kategorienbildung.....	53
Abb. 23: Ablauf skalierende Strukturierung	54

Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Hürden und Stolpersteine beim Erlernen des Rechnens	14
Tab. 2: Diagnostisches Vorgehen.....	32
Tab. 3: Auswahl standardisierter Dyskalkulietests	34
Tab. 4: Ausprägungsmerkmale	55
Tab. 5: Übersicht der Interviewpartner	55
Tab. 6: Handlungsempfehlungen bei Verdacht auf Rechenschwäche	61

1 Einleitung

Dyskalkulie oder Rechenschwäche sollte im besten Fall während der Grundschulzeit bemerkt werden. Oftmals werden die Symptome einer Dyskalkulie jedoch nicht erkannt und somit quälen sich die Betroffenen¹ durch ihr gesamtes Leben. Über die Langzeiteffekte von Dyskalkulie ist bisher wenig bekannt. Es wird aber vermutet, dass die negativen Auswirkungen auf die Schullaufbahn und das Berufsleben massiver sind als bei Legasthenie. In einer englischen Studie (Bynner / Parsons 1997) ist zu lesen, dass die Arbeitslosenquote 37-jähriger Männer mit adäquater Rechen- und Leseleistung bei 8 % lag. Bei rechenschwachen Personen jedoch bei 48 % und somit sogar höher als bei Personen mit schwachen Leseleistungen (41 %).² Aber nicht nur das Berufsleben stellt für Erwachsene mit Rechenschwäche eine unüberwindbare Hürde dar, auch der Alltag ist massiv beeinträchtigt. Die Preise in Kaufhallen sagen den Betroffenen nichts, sie wissen nie, ob ihr Geld zum Einkaufen reicht, eine Kontrolle des Wechselgelds ist nicht möglich oder das Lesen von Fahrplänen ist kaum zu bewerkstelligen.³ „Eine Rechenschwäche, die nicht erkannt und behandelt wird, bleibt bestehen. Aus rechenschwachen Kindern werden rechenschwache Erwachsene. Von einer hohen Dunkelziffer bei Erwachsenen geht der Bundesverband Legasthenie / Dyskalkulie aus, da die Betroffenen dazu neigen, ihre Probleme im Umgang mit Zahlen aus Scham zu verbergen. Erwachsene mit Rechenschwäche haben meist viele Jahre des Misserfolgs hinter sich. Schlechte Mathematiknoten, verunglückte Schullaufbahnen sowie soziale Ängste und Minderwertigkeitsgefühle sind bei ihnen die Regel. Die Angst vor Zahlen und Rechenaufgaben hat sie geprägt und behindert täglich ihre Teilhabe am gesellschaftlichen Leben. Rechenschwäche ist ein Problem verpasster Lernchancen, nicht etwa mangelnder Intelligenz.“⁴

Selbst wenn die von Rechenschwäche Betroffenen einen Berufschulabschluss erworben haben, sind sie häufig nicht in der Lage in ihrem Beruf zu arbeiten. Aufgrund dessen, dass sie sich ihrer Defizite bewusst sind, bauen sich Ängste auf, die oftmals so überhandnehmen, dass dies Krankheitswerte einnimmt.⁵ D.h., sie geraten in einen Teufelskreislauf, der von Schulängsten, über autoaggressives Verhalten, bis hin zu Selbstmordgedanken führt.⁶ Aber es kommt auch immer wieder vor, dass Schüler aufgrund ihrer defizitären mathematischen Fähigkeiten bereits in der Berufsausbildung scheitern.⁷ Diese drastischen Schilderungen sollen verdeutlichen, wie wichtig es für einen Lehrer sein kann, die

¹ Im Folgenden werden Geschlechterbezeichnungen jeweils generisch verwendet, d.h. Konstruktionen wie die / der Betroffene oder Lehrerinnen und Lehrer finden keine Anwendung. Vielmehr wird immer nur ein Geschlecht, die weibliche oder männliche Form gewählt. Das jeweils andere Geschlecht ist immer mitgedacht.

² Vgl. Landerl; Kaufmann 2013, S. 100. Im Original: Parsons, Samantha; Bynner, John: Does numeracy matter more?

[<http://dysgu.cymru.gov.uk/docs/learningwales/publications/05doesnumeracymatteren.pdf>; 17.09.2014].

³ Vgl. Landerl; Butterworth 2010, S. 36 f.

⁴ Lerntherapeutisches Zentrum Rechenschwäche/Dyskalkulie Köln

[<http://www.lzr-koeln.de/rechenschwaecher/erwachsene-mit-rechenschwaecher.html>; 14.10.2014].

⁵ Vgl. Anhang 2: Interview I, Zeile 252 ff.

⁶ Vgl. Anhang 4: Interview III, Zeile 205 f.

⁷ Vgl. Anhang 4: Interview III, Zeile 141 ff.

Symptome einer Dyskalkulie frühzeitig zu erkennen und im Anschluss geeignete Maßnahmen einzuleiten.

Auch bei Berufsschülern, also durchaus auch Erwachsenen, hat die Therapie der Rechenschwäche bei geeigneter Förderung Erfolg. Die vorliegende Arbeit hat zum Ziel, Lehrern an berufsbildenden Schulen bewusst zu machen, dass es erwachsene Schüler mit besonderen Schwierigkeiten im Rechnen gibt, die es durch sehr unterschiedliche Kompensationsstrategien geschafft haben, die allgemeinbildende Schule abzuschließen. Diese Schüler haben in der Ausbildung und im alltäglichen Leben so gravierende Probleme, dass der Abschluss ihrer Ausbildung gefährdet ist. Es werden daher Anregungen aufgezeigt, wie ein Lehrer im Unterricht mit rechenschwachen Schülern interagieren kann, um den Betroffenen bestmöglich zu unterstützen.

Über die Förderung von Berufsschülern bzw. Erwachsenen mit Dyskalkulie sind bisher nur wenig Veröffentlichungen erschienen, daher wurden im Zuge dieser Arbeit Interviews mit Therapeuten geführt, um mehr über die optimale Gestaltung des Unterrichts herauszufinden.

Aufbau der Arbeit:

Die vorliegende Arbeit gliedert sich in zwei Teile. Einer explorativen Forschung auf Basis einer Literaturrecherche sowie einem empirischen Teil, bei welchem Interviews mit verschiedenen Therapeuten geführt wurden, um detailliertere Erkenntnisse über den Umgang mit rechenschwachen Berufsschülern zu gewinnen.

Im ersten Teil wird geklärt, welche Prozesse bei einem Menschen ablaufen, wenn er rechnet. Zudem ist im Folgenden zu lesen, was Dyskalkulie bzw. Rechenschwäche ist, welche Ursachen hierfür existieren sowie welche Symptome bei einem Betroffenen zu verzeichnen sind. Ferner sind grundlegende Aspekte der Diagnostik und Förderung von rechenschwachen Menschen dargestellt.

In Teil zwei wird zunächst das Konzept der empirischen Erhebung erörtert, im Anschluss daran die Hypothesen beschrieben sowie die Ergebnisse der Studie mit dem Ziel vorgestellt, Handlungsempfehlungen für den produktiven Umgang mit Rechenschwäche offenzulegen. Abschließend erfolgt eine kritische Würdigung der präsentierten Ergebnisse.

Im letzten Abschnitt der Arbeit befindet sich ein Fazit, welches die wichtigsten Punkte reflektiert.

Zur Orientierung bei der Bearbeitung der verschiedenen Themenkomplexe, stand folgende Forschungsfrage im Mittelpunkt:

Wie können Lehrkräfte an berufsbildenden Schulen Schüler mit Dyskalkulie identifizieren und wie ist der Unterricht an Berufsschulen zu gestalten, damit rechenschwache Schüler optimal gefördert werden?

2 Die Phänomene des Rechnens

2.1 Wie rechnen Menschen?

Prinzipiell ist sehr wenig über die Rechenalgorithmen des menschlichen Gehirns bekannt.⁸ Dennoch soll an dieser Stelle versucht werden, die grundlegenden Vorgänge des Rechnens zu erörtern und die Entwicklungen, die bei Kindern stattfinden bis sie ein Zahlenverständnis aufgebaut haben, zu beschreiben. Verstehen wir die Prozesse die beim Rechnen im menschlichen Hirn ablaufen, ist die Rechenschwäche an sich besser zu verstehen und Lehrkräften bietet sich die Möglichkeit, dieses Wissen produktiv im Unterricht zu nutzen.

Bereits Babys im Alter von ca. fünf Monaten beherrschen eine Fähigkeit, die der normal entwickelte Mensch auch nicht mehr verliert. Sie können bereits vier Objekte gleichzeitig ohne Zählen erfassen. Den als Subitising⁹ bezeichneten Vorgang charakterisiert Dehaene als den uns angeborenen Zahlensinn¹⁰ oder als eine „präverbale Repräsentation numerischer Größen“¹¹. Andere Autoren schreiben in diesem Zusammenhang von einem „Starterset der präverbalen, analogen Mengenrepräsentation“.¹² In Abb. 1 ist dieser Vorgang in Form von Reaktionszeiten beim Zählen verdeutlicht. Ein typisches Merkmal ist, dass die Reaktionszeiten beim Erfassen von bis zu vier Punkten kaum ansteigen. Erst ab fünf Punkten steigt die Antwortzeit systematisch mit der Erhöhung der Punktzahl. Ob wir einen oder vier Punkte zählen hat also kaum zeitliche Auswirkungen. Offenbar werden Mengen mit bis zu vier Objekten simultan visuell ohne zählen erfasst. Erst bei Mengen größer vier reicht dieser nonverbale Verarbeitungsprozess nicht mehr aus und somit muss jeder einzelne Punkt zumindest gedanklich gezählt werden. Dies erklärt den Reaktionszeitanstieg bei Mengen mit mehr als vier Objekten.¹³

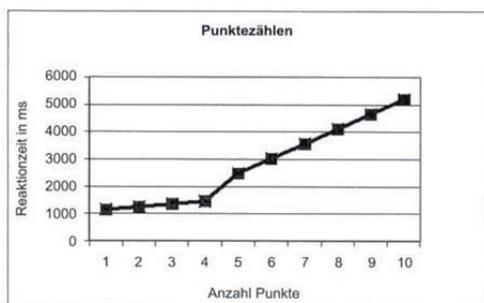


Abb. 1: Reaktionszeitverlauf beim Zählen von Punktmengen

Quelle: Landerl; Kaufmann 2013; S. 116.

Bei der Entwicklung des Zählens, sagen viele Kinder zunächst eine reine Zahlwortreihe (einszweidreivierfünfsechssieben), ähnlich eines Gedichtes auf. Ohne dass die Zahlwörter für sie eine Bedeu-

⁸ Vgl. Dehaene 2009, S. 139.

⁹ Dt. „visuelle Simultanerfassung“ [Landerl; Kaufmann 2013; S. 115].

¹⁰ Vgl. Dehaene 2009, S. 83 ff.

¹¹ Ebd., S. 142.

¹² Landerl u.a. 2010, S. 36.

¹³ Vgl. Landerl; Kaufmann 2013, S. 115.

tung haben.¹⁴ Bereits im Alter von zweieinhalb Jahren beherrschen sie einfache Zählvorgänge und verstehen, „dass Zählen ein abstraktes Verfahren ist, das sich auf alle möglichen sichtbaren und hörbaren Dinge anwenden lässt.“¹⁵ Im Alter von dreieinhalb Jahren verstehen sie, dass es beim Zählen auf die Reihenfolge der Zahlen ankommt, aber nicht auf die Reihenfolge („Prinzip der Irrelevanz der Abfolge“¹⁶) in der sie auf etwas zeigen, solange es nur einmal gezählt wird („Prinzip der Eins-zu-Eins-Zuordnung“¹⁷). Zunächst muss beim Zählen immer bei der Eins begonnen werden; die Zahlwortreihe ist eine unzerbrechliche Liste. Kinder verwenden die Zahlwortreihe zum Vergleich von Quantitäten. Größer ist, was später in der Reihe folgt.¹⁸ Mit etwa vier Jahren lernen sie verschiedene Möglichkeiten des Zählens kennen. Sie brechen die feste Kette von Zahlwörtern auf („breakeable-chain-level“¹⁹) und entdecken, dass sie an einer anderen Stelle beginnen oder nur jedes zweite Teil zählen können. Sie bemerken Fehler beim Zählen und können daher unterscheiden, ob jemand einfach eine andere Strategie beim Zählen anwendet oder sich tatsächlich verzählt hat. Dehaene bezeichnet diese Fähigkeiten als natürliche Folge des menschlichen Sprachvermögens.²⁰

Um richtig Rechnen zu können, müssen Kinder ein kardinales Zahlenverständnis entwickeln. Können Zahlwort, Zahlsymbol und Anzahl einander zugeordnet werden, liegt noch kein kardinales Zahlenverständnis vor. Dieses ist nicht bloß eine reine Mengenvorstellung. Gerade rechenschwache Schüler benutzen die gedankliche Mengenvorstellung als Hilfsmittel beim Rechnen (z.B. werden sich die Finger vorgestellt) oder sie projizieren die Zahlen stets auf einen mentalen Zahlenstrahl. Dies ist aber noch lange kein Zahlenverständnis im eigentlichen Sinne, vor allem dauern diese Vorgänge beim Rechnen zu lange. Am wichtigsten ist der Schritt der Abstraktion, d.h. ein Verständnis dafür zu entwickeln, dass sich Zahlen aus Einsen konstituieren. Die Eins ist das konstituierende Element in der Zahlenmathematik. Abstrakte Einheiten werden zu einer Zahl zusammengefasst (vgl. Abb. 2: Kardinaler Zahlenbegriff). Außerdem muss verstanden werden, dass die Eins die Unterschiede zwischen den Zahlen zum Ausdruck bringt.²¹ Dieser Schritt in der Entwicklung heißt „tacitly nested number sense (implizit eingebettete Zahlreihe)“²². In diesem Entwicklungsstadium verstehen Kinder, dass sich die Fünf aus einzelnen Einheiten zusammensetzt, aber noch nicht, dass die Fünf in der Sechs eingebettet ist (vgl. Abb. 3: Zahlwörter als zusammengesetzte Einheiten). Kinder sollten sich die Zahlen als abstrakt aus den Einsen zusammengesetzt vorstellen, ohne diese mit Fingern veranschaulichen zu müssen. Anders ausgedrückt: Beim Zählen müssen die Objekte nicht unmittelbar vorhanden sein, die Zahlwörter selbst sind zählbar. Ein letzter Schritt in der Entwicklung zu einem gut ausgebildeten Zahlenverständnis, stellt das Verinnerlichen des Teile-Ganzes-Konzeptes dar (vgl. Abb. 4: Inklusionsbezie-

¹⁴ Vgl. Weißhaupt, Peucker 2009, S. 61.

¹⁵ Dehaene 2009, S. 141.

¹⁶ Landerl; Kaufmann 2013, S. 64.

¹⁷ Landerl; Kaufmann 2013, S. 63.

¹⁸ Vgl. Weißhaupt; Peucker 2009, S. 60.

¹⁹ Weißhaupt; Peucker 2009, S. 62.

²⁰ Vgl. Dehaene 2009, S.141.

²¹ Vgl. Kwapis 2013.

²² Weißhaupt; Peucker 2009, S. 65.

hung). An dieser Stelle kann das Kind Inklusionsbeziehungen erfassen. Die Zahl fünf setzt sich nicht nur aus abstrakten Einheiten zusammen, sondern ist auch Teil der Sechs.²³ Oder allgemeiner: Das Kind entwickelt „das Verständnis, dass Kardinalzahlen beim Rechnen beliebig in andere Kardinalzahlen zerlegt und wieder aus diesen zusammengesetzt werden können.“²⁴ Werden Zahlen nach diesem Prinzip verstanden, entwickelt sich hieraus ein arithmetisches Netzwerk als Grundlage für die Rechenleistungen. Natürliche Zahlen existieren also nur in unseren Köpfen. In der Realität gibt es nur Mengen. Zeigt jemand acht Finger, ist das Gezeigte nicht die 8, sondern lediglich acht Finger. Es ist ein Bild der 8. Um Störungen beim Erlernen des Rechnens vorzubeugen, ist ein zentraler Punkt, Zahlen als abstrakte Mengenbedeutung zu verstehen.²⁵

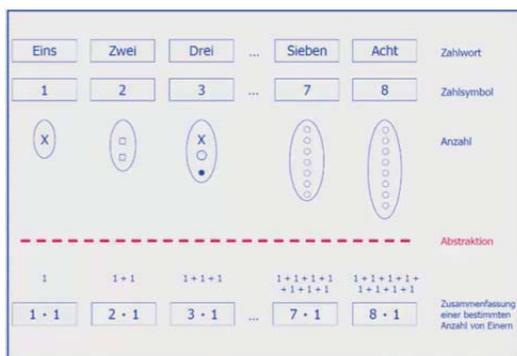


Abb. 2: Kardinaler Zahlenbegriff

Quelle: Kwapis 2013.

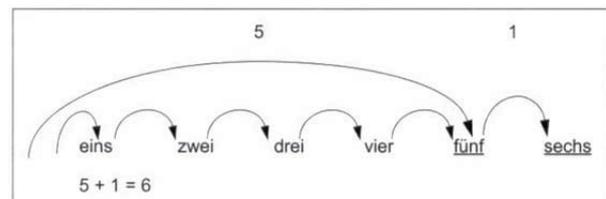


Abb. 3: Zahlwörter als zusammengesetzte Einheiten

Quelle: Weißhaupt, Peucker 2009, S. 65.

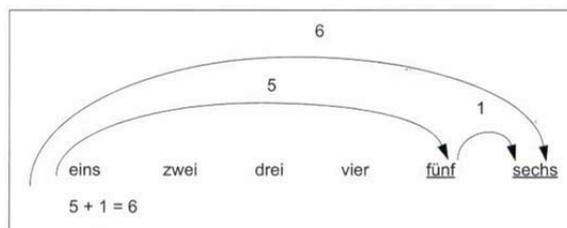


Abb. 4: Inklusionsbeziehung

Quelle: Weißhaupt, Peucker 2009, S. 65.

Auch wenn Kinder sich irgendwann vom Zählen mit den Fingern lösen müssen, ist es wichtig für deren Entwicklung. Sie nutzen das Zählen als Hilfsmittel zum Abzählen von Dingen. Im Alter von dreieinhalb Jahren erkennen die meisten spontan, dass nur die letzte Zahl entscheidend für die Kardinalität der Menge ist („count-to-cardinal-transition“²⁶). Ist der Zählvorgang verstanden, können sie vieles eigenständig entdecken. Z.B. entwickeln sie selbstständig, vollkommen ohne Anleitung, Rechenstrategien. Zunächst nutzen sie ihre Finger als eine Art Speicher. Denn die Wörter verschwinden aus ihrem Gedächtnis, aber die Finger bleiben sichtbar. Anhand eines Beispiels soll gezeigt werden, zu welchen Leistungen Kinder rein intuitiv fähig sind, lange bevor sie in der Schule sind. Soll ein Kleinkind $2 + 4$ addieren, wird es zwei Finger der einen Hand und vier der anderen Hand ausstrecken und anschlie-

²³ Vgl. Weißhaupt; Peucker 2009, S. 61.

²⁴ Lorenz 2009, S. 234.

²⁵ Vgl. Wehrmann 2011, S. 250.

²⁶ Weißhaupt; Peucker 2009, S. 61.

ßend alle zusammenzählen („count-all“²⁷ Strategie). Nach einiger Zeit wird es versuchen den Vorgang effizienter zu gestalten. Es zählt womöglich zunächst zum ersten Summanden und anschließend so viele Schritte weiter wie der zweite Summand. Viele entdecken, wie dies noch weiter zu optimieren ist. Sie verstehen, dass sie nicht von vorn beginnen müssen sondern direkt bei der Zwei beginnen können („count-from-first-addend“ Strategie²⁸). Auch dies lässt sich noch weiter verkürzen. Meist lernen Kinder ganz von allein die Kommutativität der Addition kennen. Sie entdecken, dass sie von der größeren Zahl beginnen können und somit der Zählvorgang noch schneller verläuft. Sie rechnen also nicht $2 + 4$ sondern $4 + 2$ („count min“ Strategie²⁹). Diese Fähigkeit ist bereits im Alter von fünf Jahren ausgebildet. Wie an dieser Ausführung zu sehen ist, ist es also durchaus sinnvoll, dass Kinder bereits vor der Schuleinführung lernen, mit ihren Fingern zu zählen und so oft ganz eigene Strategien des Rechnens entwickeln. Die beschriebene Entwicklung erfolgt nicht in diesen festen Stufen, jedes Kind entdeckt eigene Wege.³⁰

Erstaunlicherweise nimmt die benötigte Zeit für die Addition zweier Zahlen bei Kindern direkt proportional zu der Größe des zweiten Summanden zu. Kinder zählen im Kopf mit.³¹ Bei Erwachsenen ist diese Zeitzunahme ebenfalls zu beobachten, jedoch nicht linear. Für Aufgaben mit größeren Zahlen, brauchen Erwachsene unverhältnismäßig lange. Doch Erwachsene zählen beim Rechnen nicht mit, sie rufen das Ergebnis von auswendig gelernten Tabellen ab. Bei Multiplikation ist ein identisches Verhalten zu beobachten. Jedoch beeinflusst die Größe der Zahlen die Abrufdauer aus solchen Tabellen.³² Die folgenden Faktoren haben einen Einfluss auf die Dauer:

- Die Genauigkeit der mentalen Repräsentation nimmt mit zunehmender Größe einer Zahl ab.
- Die Reihenfolge des Erlernens der Zahlen und Rechnungen. Aufgaben mit kleineren Zahlen werden zuerst gelernt.
- Die Häufigkeit der Wiederholung solcher Rechnungen.
- Erwachsene nutzen indirekte Methoden beim Kopfrechnen. Wie $9 \times 7 = 10 \times 7 - 7$ ³³. Dies verlangsamt den Prozess zusätzlich.³⁴

Beim Schuleintritt müssen Kinder umdenken. Kinder erfassen Zahlen intuitiv. Sie müssen von einfachen Zählverfahren auf Auswendiglernen übergehen. Dabei entsteht ein Problem: Unser Gehirn ist darauf nicht vorbereitet und häufig geht das intuitive Zahlenverständnis dadurch verloren.³⁵ Jedoch sind das Auswendiglernen und die daraus resultierenden Automatisierungen wichtige Grundfertigkeit-

²⁷ Landerl; Kaufmann 2013; S. 76.

²⁸ Landerl; Kaufmann 2013; S. 76.

²⁹ Landerl; Kaufmann 2013; S. 76.

³⁰ Vgl. Dehaene 2009, S. 142 ff.

³¹ Vgl. Dehaene 2009, S. 145.

³² Vgl. Dehaene 2009, S. 147.

³³ Dieser Prozess wird auch als Dekompensation bezeichnet. Die Rechnung wird hier in Faktenwissen (10×7) und Zählvorgang zerlegt. [vgl. Landerl; Kaufmann 2013, S. 78.].

³⁴ Vgl. Dehaene 2009, S. 147.

³⁵ Vgl. Dehaene 2009, S. 148.