

DIPLOMARBEIT / DIPLOMA THESIS

Titel der Diplomarbeit / Title of the Diploma Thesis

„Dyskalkulie- Was ist das?
Symptome, Ursachen und Fördermaßnahmen“

verfasst von / submitted by

Katja Rauter

angestrebter akademischer Grad / in partial fulfilment of the requirements for the degree
of

Magistra der Naturwissenschaften (Mag. rer. nat.)

Wien, 2018 / Vienna, 2018

Studienkennzahl lt. Studienblatt /
degree programme code as it appears on
the student record sheet:

A 190 406 482

Studienrichtung lt. Studienblatt /
degree programme as it appears on
the student record sheet:

Lehramtsstudium UF Mathematik
und UF Bewegung und Sport

Betreut von / Supervisor:

Prof. Priv.-Doz. Mag. Dr. Bernhard Krön

An dieser Stelle möchte ich mich bei all jenen bedanken, speziell bei meiner Familie, die mich während meines ganzen Studiums unterstützt haben.

Besonderen Dank gilt meinen Eltern, die mir die Möglichkeit gegeben haben, dieses Studium zu absolvieren und mir in allen Bereichen, egal ob fachlich oder einfach mental, motivierend und tatkräftig zur Seite gestanden sind.

Besonders bedanken möchte ich mich auch bei Corina, die mit mir den fünfjährigen harten Weg durchs Studium gegangen ist. Wir haben uns immer gegenseitig motiviert und unterstützt und sind zu wirklich guten Freundinnen geworden.

Inhalt

1	Vorwort.....	4
2	Begriffsbestimmung.....	5
2.1	Allgemein	5
2.2	Dyskalkulie	5
2.3	Rechenstörung.....	6
2.4	Rechenschwäche	6
2.5	Fazit	7
3	Symptomatik	8
3.1	Fallbeispiele	8
3.2	Typische Schwierigkeiten	10
3.3	Defizite nach Lambert (2015) und Landerl & Kaufmann (2008)	13
3.4	Defizite nach Warnke et al.(2007)	17
3.5	Verhaltensmuster und Merkmale bei Kindern mit Rechenproblemen	18
3.6	Fazit	20
4	Ursachen.....	21
4.1	Ursachen nach Lambert	22
4.1.1	Genetische Grundlage	23
4.1.2	Neurowissenschaftliche Grundlagen	24
4.1.3	Kognitive Grundlage.....	26
4.1.4	Weitere Einflussfaktoren	28
4.2	Ursachen nach Landerl und Kaufmann	30
4.3	Ursache nach Thiel	32
4.3.1	Kongenitale Ursachen	32
4.3.2	Neuropsychologische Ursachen	33
4.3.3	Soziokulturelle und familiäre Bedingungen.....	33
4.3.4	Schulische Ursachen.....	33
4.3.5	Neurotisch-psychogene Ursachen.....	35
4.3.6	Ungenügende Passung.....	36
4.4	Ursachen nach Spiegel und Selter	37
4.5	Arten von Lernschwierigkeiten, die den Mathematikunterricht und die Rechenschwäche beeinflussen können	38
5	Diagnostik	41
6	Förderungsmöglichkeiten	43
6.1	Allgemein	43
6.2	Prävention	46
6.2.1	Aufgabe der Schule- Anregung zur Vermeidung von Dyskalkulie	48
6.3	Lernen mit Rechenschwachen Kindern- Tipps	61

6.4	Wie können Eltern helfen?	69
6.5	Dyskalkulietherapie	70
7	Förderprogramme	73
7.1	Rightstart-Programm	74
7.2	Number Worlds-Programm.....	74
7.3	Additional Early Mathematics	75
7.4	„Mathematics Recovery“-Programm.....	76
7.5	Numeracy Recovery	78
7.6	Kalkulie	80
7.7	Dortmunder Zahlenbegriffstraining	81
7.8	Komm mit ins Zahlenland	86
7.9	Mina und der Maulwurf	89
7.10	MMZ.....	90
8	Zusammenfassung.....	96
9	Literaturverzeichnis	98
10	Abbildungsverzeichnis.....	103

1 Vorwort

Dyskalkulie ist noch ein relativ junger Begriff, er wird oft synonym mit den Begriffen Rechenschwäche und Rechenstörung verwendet. Im Gegensatz zur Legasthenie ist die Dyskalkulie in der Öffentlichkeit deutlich unbekannter. Ich werde genauer auf die Symptome, sowie kognitive, genetische, neurologischen und andere Ursachen eingehen und Fördermöglichkeiten und Förderprogramme beschreiben.

Ausschlaggebend für die Auswahl meiner Forschungsfrage war, dass immer mehr Kinder Mathematiknachhilfe nehmen und nur wenige Menschen sich mit den möglichen ausschlaggebenden Gründen dafür beschäftigen und dies nicht einfach so hinnehmen wollen. Rechenschwache Kinder werden oft nur als mathematisch unbegabt oder einfach nicht intelligent bezeichnet. Diese Einstellung gegenüber Kindern, die von Dyskalkulie betroffen sind, würde ich gern durch meine Arbeit ändern und das Phänomen Dyskalkulie als ein neuer und immer bekannter werdender Begriff erläutern.

2 Begriffsbestimmung

2.1 Allgemein

Dyskalkulie, Rechenschwäche oder auch Rechenstörung werden häufig mit besonderen Schwierigkeiten beim Erlernen des Rechnens verbunden. Diese Arten von Lernstörungen stellen heutzutage ein immer größer werdendes Problem in unserer Gesellschaft dar und werden deshalb immer mehr in der Öffentlichkeit thematisiert. Früher ging man davon aus, dass nur 1% der Bevölkerung von Dyskalkulie betroffen ist. Neuere Studien (z.B. von Aster, Schweiter, Weinhold et. al, 2007, zit. n. Lambert, 2015) ergaben eine Prävalenzrate zwischen 3 und 8%. Eltern sowie auch Lehrerinnen und Lehrer sind öfters besorgt und sind sich nicht sicher, ob ein Kind mit sehr schwachen Rechenleistungen einfach mehr üben muss oder ob es vielleicht wirklich von einer Rechenstörung betroffen ist. Die Forschung im Bereich der Dyskalkulie liegt im Gegensatz zur Legasthenie deutlich zurück, denn im Bereich der Legasthenie hat sich in den letzten zwanzig Jahren einiges getan. (Lenart, 2010) Landerl und Kaufmann (2008) schreiben, dass es bisher noch keine allgemeine anerkannte Definition des Begriffs „Dyskalkulie“ gibt. Manche Autoren verwenden die Begriffe Dyskalkulie, Rechenschwäche und Rechenstörung synonym, was jedoch von anderen Autoren und Autorinnen kritisiert wird.

2.2 Dyskalkulie

Eltern und oder Lehrerinnen und Lehrer haben bei Kindern grobe Mängel des mathematischen Verständnisses bzw. große Lücken im Unterrichtsfach Mathematik festgestellt. Dabei entwickelte sich der Begriff Dyskalkulie. Viele Menschen stellen dabei einen Zusammenhang zur Legasthenie her. Dies ist auch richtig, nur bezieht sich dieser Begriff nicht auf eine Lese- Rechtschreibschwäche, sondern auf eine Schwäche im Bereich der Mathematik. (Simon, 2008)

Man spricht von Dyskalkulie (griechisch: dys= schlecht; lateinisch: calculus= Rechnung), wenn ein Kind Rechenleistungen liefert, die eindeutig unterhalb des Niveaus von Kindern desselben Alters, der allgemeinen Intelligenz und der Schulklasse liegen. Bei dieser Definition ist jedoch zu beachten, dass man Dyskalkulie nicht diagnostizieren kann, wenn die Beeinträchtigung der mathematischen Fähigkeiten auf eine unangemessene Beschulung, Schwierigkeit der Sinneswahrnehmungen oder auch eine neurologische oder psychiatrische Erkrankung zurückzuführen ist. (Born & Oehler, 2009)

Jacobs und Petermann (2005; 2012, S.15) verstehen unter dem Begriff „Dyskalkulie“ eine entwicklungsbedingte Rechenstörung. Dyskalkulie beginnt bereits in der Kindheit, erworbene Rechenstörungen sind dabei ausgeschlossen. „Die Störung muss also ihren Ursprung

in der Kindheit aufweisen, einen stetigen Verlauf haben und sich in Abhängigkeit von den sich wandelnden Anforderungen an das Kind verändern.“

„Unter Dyskalkulie versteht man eine Teilleistungsschwäche auf dem Hintergrund einer normalen Begabung, die sich vor allem im Bereich des rechnerischen Denkens und Handelns auswirkt, Sie ist erkennbar als Beeinträchtigung der Rechenfertigkeit.“ (Humm, 1982, 5.1 zit. n. Dipl. Pädagogin Friebe, 2018)

2.3 Rechenstörung

„Die Rechenleistung des Kindes muss eindeutig unterhalb des Niveaus liegen, welches aufgrund des Alters, der allgemeinen Intelligenz und der Schulklasse zu erwarten ist. [...] Die Rechenschwierigkeiten dürfen nicht wesentlich auf unangemessene Unterrichtung oder direkt auf Defizite im Sehen, Hören oder in neurologischen Störungen zurückzuführen seien. Ebenso dürfen sie nicht als Folge irgendeiner neurologischen, psychiatrischen oder anderen Krankheiten erworben sein“ (Dilling & Freiberger, 2001, zit. n. Werner, 2009, S.3)

Laut Werner (2009) basiert die Rechenstörung auf Teilleistungsstörungen bei Kindern mit durchschnittlicher Intelligenz, die ein Diskrepanzkriterium von 1,5 Standardabweichungen erfüllen müssen. Die verminderte Leistung tritt ausschließlich im Mathematikunterricht auf. In den anderen Unterrichtsfächern sind keine auffälligen Leistungsausfälle vorhanden. Liegt die Leistung weniger als 1,5 Standardabweichungen unterhalb des Mittelwertes, wird nicht mehr von einer Rechenstörung, sondern von einer Rechenschwäche gesprochen.

2.4 Rechenschwäche

„Was mit ‚Rechenschwäche‘ umschrieben wird, das ist einerseits eine Fülle von mathematischen Fehlvorstellungen, Missverständnisse, fehlerhaften Konzepten- sowie eine Fülle von Strategien zur Kompensation genau dieser Verständnismängel.“ (Magazin Ö. R., 2000 (1))

„Wenn ein Kind von normalem Intelligenzniveau im Rechnen durchgehend schwach ist oder darin völlig versagt, so kann es berechtigt sein, eine Rechenschwäche zu vermuten. Nicht jedes Kind, das schlecht rechnet, hat eine Rechenschwäche. (...)“

Es gibt auch nicht die Rechenschwäche, sondern so viele verschiedene Rechenschwächen, als [sic!] es rechenschwache Kinder gibt. Keine gleicht exakt der anderen. Die Rechenschwäche ist ein abstrakter Sam-

melbegriff. Im konkreten Falle haben wir es mit der individuellen Rechenschwäche eines bestimmten Schülers zu tun.“ (Wolfensberger, 1981 zit. n. Lernwerkstatt Zwickau e.V., 2017)

„Rechenschwäche ist der Zustand, in den Kinder nach und nach geraten, wenn sie mit ihrem vorschulischen Wissen und Verständnis für Zahlen auf einen Unterricht treffen, den sie nicht verstehen. In der Grundschule werden Kinder mit ungenügendem Grundwissen oft mit Anforderungen konfrontiert, denen sie bereits anfangs und auch im weiteren Fortgang der Schulzeit nicht gewachsen sind. Die Kinder versuchen mit Regeln lernen, Technik üben und auswendig lernen verzweifelt die geforderten Leistungen zu erbringen.“ (Steeg & Vogel, 2018)

„Schülerinnen und Schüler gelten als rechenschwach, wenn sie trotz adäquater Förderung und angemessenen Bemühens über einen längeren Zeitraum in ihrem Denken mangelhafte Vorstellungen, fehlerhafte Denkweisen und dadurch ungeeignete Lösungsmuster für die mathematischen Grundlagen wie z.B. Zahlenaufbau und Grundrechenarten entwickeln.“ (Bundesministerium für Bildung, 2017, S. 1)

2.5 Fazit

Wie im Kapitel beschrieben, kann man erkennen, dass die Formulierungen einer Definition von Rechenschwäche, Rechenstörung und Dyskalkulie von den Autorinnen und Autoren sehr unterschiedlich sind. Die einen gehen von einer Teilleistungsschwäche aus, die anderen von einer Diskrepanz und manche andere sprechen von diesen Begriffen, wenn nur Symptome bzw. bestimmte Fehlertypen auftreten, die eine verminderte Mathematikleistung aufweisen. Die Literatur hat noch keine passende bzw. allgemeingültige Definition von allen drei Begriffen gefunden, da es verschiedene Formen und Ursachen für eine verminderte Rechenleistung gibt. Ich werde jedoch auf die Ursachen später noch genauer eingehen. Auffällig ist, dass die Begriffe Rechenschwäche und Rechenstörung häufiger in der Literatur vorkommen, das hängt jedoch davon ab, dass „Dyskalkulie“ noch ein sehr junger Begriff ist.

Durch die teilweise inhaltlichen einstimmigen Definitionen kann man erkennen, dass die Autorinnen und Autoren, die Begriffe „Dyskalkulie“, „Rechenschwäche“ und „Rechenstörung“ synonym verwenden. In meiner Arbeit werde ich die Begriffe ebenfalls synonym verwenden.

3 Symptomatik

3.1 Fallbeispiele

Auch aus den Fehlern von Kindern mit Rechenschwäche kann man einiges lernen. Was und wie die Kinder beim Rechnen denken und dass sie dabei auch eine „innere Logik“ haben, kann speziell uns Lehrerinnen und Lehrer helfen, wenn man die Logik erkennt und die Fehlvorstellung der Schüler und Schülerinnen aufdecken möchte. (Magazin Ö. R., 2000 (2))

„Frage: „Mutter bringt für ihre 4 Kinder 12 Tafeln Schokolade mit. Wie viel bekommt jedes Kind?“

Florian, 9, nach längerem Brüten: „Jedes bekommt eine Tafel“.

Frage: „Wie bist du daraufgekommen?“

Florian: „Zu viel Schokolade ist ungesund.“

•

Frage: „Die 10-jährige Hanna bekommt pro Woche 25 Schilling Taschengeld. Sie spart ihr Taschengeld 6 Wochen lang. Wie viel hat sie dann gespart?“

Melanie, 10: „Da rechne ich mal. 25 mal 6, und was rauskommt mal 10“

Frage: „Warum mal 6?“

Melanie: „Weil es 6 Wochen sind. Jede Woche gleich viel, das ist mal“

Frage: „Und warum dann noch mal 10?“

Melanie: „Wenn du extra 10 Jahre sagst, muss ich sicher mit der 10 auch was rechnen“

•

Frage: „In einen Eisenbahnwaggon passen 96 Menschen. Wie viele passen in einen Zug mit 8 Waggon?“

Peter, 10: „Das ist sicher dividiert.“

Frage: „Wie hast du es dir überlegt?“

Peter: „Das muss dividiert sein, weil ich die am schlechtesten kann.“ (Magazin Ö. R., 2000 (1), S. 8)

•

„Frage: „Peter bekommt jede Woche 10 Schilling Taschengeld. Er spart das Geld 4 Wochen lang. Wie viel Geld hat er dann gespart?“

Gerald, 9, nach einigem Nachdenken, triumphierend: „Das ist Minus! 10 minus 4, macht.. (zählt an den Fingern)...6!“

Frage: „Wie hast du gewusst, dass du minus rechnen musst?“

Gerald: „Er spart das Geld ja! Beim Sparen muss man das Geld weggeben, das ist minus!“

•

Frage: „Peter bekommt jede Woche 10 Schilling Taschengeld. Er spart das Geld 4 Wochen lang. Wie viel Geld hat er dann gespart?“

Sabine, 9, brütet, dann: „1000 Schilling?“

Frage: „Wie bist du darauf gekommen?“

Sabine: „4 Wochen ist ja urlang. Da muss er viel Geld haben. Mindestens 1000!“

•

Frage: „Wie viel ist 54-6?“

Daniela, 8, schreibt die Rechnung auf, denkt kurz, schaut auf die Finger und schreibt schließlich: „52“.

Frage: „Wie hast du das gerechnet?“

Daniela: „Ich habe 6 weniger 4 gerechnet. Weil da steht 4 weniger 6, aber das geht ja nicht drum hab ich 6 weniger 4 gerechnet, weil die Mutti sagt immer: „Wenn’s schwer ist, kannst du die Zahlen umdrehen!“ (Magazin Ö. R., 2000 (2), S. 12)

•

Frage: „Was ist eine Primzahl?“

Sandra, 11, freudig erregt, weil sie’s zu wissen meint: „Primzahl, das kommt von Primel, das ist eine Frühlingszahl!“

•

Frage: „Von 250 Schilling wird ein Fünftel gespart. Wie viel Geld ist das?“

Melanie, 10: „Da rechne ich mal. 250 mal 5. Weil: Wenn man spart, dann wird es mehr Geld!“

•

Frage: „Fritz bekommt jede Woche 5 Schilling Taschengeld. Er spart das Geld 4 Wochen lang. Wie viel Geld hat er dann gespart?“

Doris, 8, schnell entschlossen: „100 Schilling hat er dann!“

„Wie bist du draufgekommen? Hast du dafür gerechnet?“

„Da braucht man nicht rechnen, das fällt in das Gehirn ein!“

•

Frage: „Florian hat 5 Geschwister. Wie viele Mitglieder hat die ganze Familie?“

Jasmin, 9, starrt konzentriert auf den Text, dann: „ Da kann man nichts rechnen. Da steht ja nur eine Zahl, man braucht zwei Zahlen zum Rechnen!“ (Magazin Ö. R., 2001 (3), S. 8)

3.2 Typische Schwierigkeiten

Lambert (2015) beschreibt folgende typische Schwierigkeiten bei Kindern mit einer Rechenschwäche:

- „Mengen können hinsichtlich ihrer Mächtigkeit nicht eingeschätzt werden (z.B. Sind drei Lehrer in einer Klasse viele Lehrer oder wenig Lehrer?)
- Schwierigkeiten beim Vergleich von Mengen.
- Schwierigkeiten beim Abzählen von Mengen.
- Rückwärtszählen gelingt nicht oder nur stockend.
- Beim Abzählen von Mengen werden Fehler nicht erkannt.
- Zahlendreher beim Schreiben und Vorlesen (aus Dreiundfünfzig wird 35).
- Die 0 als Platzhalter wird beim Schreiben von Zahlen nicht berücksichtigt (z.B. aus Zwanzigtausendfünf wird 205)
- Zahlen können auf den Zahlenstrahl nur ungenau eingeordnet werden
- Das Kind rechnet mit den Fingern oder zählt im Kopf (häufig leichtes Kopfnicken).
- Häufig verrechnen um ± 1 .
- Insbesondere der Zehner-, Hunderterübergang etc. bereiten Mühe.
- Einfache Aufgaben wie $2+3$ werden immer wieder abgezählt und bleiben nicht im Gedächtnis „hängen“.
- Der Wechsel von Rechenzeichen wird nicht beachtet.
- Beim Kopfrechnen können Zwischenergebnisse nicht behalten werden.
- Ähnliche Aufgaben werden nicht zur Lösung anderer Aufgaben herangezogen (z.B. $7+5=12$, was ist dann $7+6$).
- Platzhalteraufgaben können nicht gelöst werden
- Überschlagsaufgaben gelingen nicht.
- Unmögliche Lösungen werden nicht erkannt ($10+12=2345$)
- Einmaleins-Reihen müssen ständig wiederholt werden.
- Auch einfache Aufgaben können nur schriftlich gelöst werden.
- In Textaufgaben werden häufig falsche Rechenoperationen angewendet und irrelevante Zahleninformationen „eingebaut“.
- Schwierigkeiten beim Lesen der Uhr (auch Unpünktlichkeit kann ein Hinweis sein).
- Schwierigkeiten beim Rechnen mit Uhrzeiten.
- Schwierigkeiten beim Abschätzen und Umrechnen von Mengenangaben und Maßen.
- Schwierigkeiten beim Abschätzen von Längen und Entfernungen.
- Schwierigkeiten beim Benennen und Zeichnen von Figuren und Formen.
- Schwierigkeiten beim Umgang mit Geld.
- Trotz intensiver häuslicher Übung gibt es keine oder nur unzureichende Fortschritte.
- Ungewöhnlich hoher Leistungsabfall während der Sommerferien.“

Abbildung 1 Typische Schwierigkeiten bei Rechenschwäche (in Anlehnung an Lambert, 2008, S. 110)

Das Rechenschwächeinstitut Volxheim schließt auf fast dieselben Symptome wie Lambert, es kennzeichnet folgende Erscheinungsbilder als typische Symptome:

„Beobachtungen zum Verhalten in der Schule und im Fach Mathematik:

1. Angst vor der Schule;
2. Angst vor dem Fach Mathematik;
3. Angst vor den Klassenarbeiten in Mathematik;
4. Angst vor der Lehrperson im Fach Mathematik;
5. Mißerfolge im Fach Mathematik, obwohl vorher „erfolgreich“ zu Hause geübt wurde;
6. im Vergleich zu Mitschülern hoher Zeitaufwand für die Hausaufgaben in Mathematik;
7. im Vergleich zu anderen Fächern hoher Zeitaufwand für die Hausaufgaben in Mathematik
8. häufiger Eindruck totaler Vergeßlichkeit;
9. Antworten oder Nachfragen zeigen oft völliges Unverständnis für die Aufgabenstellung;
10. ärgerliche bis abwehrende Reaktionen auf Hilfestellungen zu Hause;
11. zur Begründung von Antworten Berufung auf Autoritäten: „Die Lehrerin hat gesagt ...“, „Der Opa hat gesagt ...“, „Die Mama hat gesagt ...“;

Orientierungsprobleme und Sprachprobleme:

12. linkshändig oder beidhändig oder auf rechts umgestellt;
13. Probleme mit Positionierungen wie oben, unten, rechts, links, zwischen;
14. Einer und Zehner werden häufig vertauscht;
15. ähnliche Ziffern wie 9 und 6 oder 7 und 1 werden häufig verwechselt;
16. Probleme aufgrund von Dialekt, anderer Muttersprache oder geringem Wortschatz;
17. es liegen Sehfehler, Hörfehler oder sonstige Wahrnehmungsprobleme vor;

Beobachtungen im Umgang mit Zahlen und beim Rechnen:

18. Aufgabenstellungen werden zumeist zählend bewältigt;
19. bei Unsicherheit wird wieder von vorne anfangen zu zählen;
20. Probleme, rückwärts zu zählen;
21. Schwierigkeiten, nur aus der Vorstellung heraus abzuzählen, z. B. „In unserem Wohnzimmer stehen ... 6 Stühle!“;
22. Auswendiglernen als Kompensationsstrategie;
23. Bedürfnis nach Eselsbrücken oder Reimen;
24. „Regeln“ merken als Kompensationsstrategie;

25. auch Aufgaben wie $15 + 3$ oder $23 + 2$ werden schriftlich bearbeitet;
26. Schwierigkeiten, den Mengenaspekt und den Nummernaspekt von Zahlen zu unterscheiden;
27. Vertauschen von Rechenarten - minus mit plus, mal mit plus;
28. Schwierigkeiten, mündlich oder schriftlich vorgegebene Sachaufgaben zu analysieren und die zu lösenden Probleme in mathematische Operationen zu übersetzen;
29. die Bedeutung des Gleichheitszeichens ist nicht verstanden, Formulierungen wie: „Dann schreibe ich das Ergebnis ...“, „Dann schreibe ich die größere Zahl ...“, „Dann schreibe ich die kleinere ...“, „Dann bin ich fertig!“;
30. Probleme mit Stellenübergängen;
31. im Zusammenhang mit der Null treten gehäuft Fehler auf.“ (Steeg & Vogel, 2017)

Die WHO spricht von einer Rechenstörung, wenn folgende Punkte bei Kindern auftreten:

- „Ein Unvermögen, die den Rechenoperationen zugrunde liegenden Konzepte zu verstehen;
- Ein Mangel im Verständnis mathematischer Ausdrücke und Zeichen;
- Ein Nichtwiedererkennen numerischer Symbole; eine Schwierigkeit, unsere Standardrechenschritte auszuführen;
- Eine Schwierigkeit im Verständnis, welche Zahlen für das in Betracht kommende arithmetische Problem relevant sind;
- Schwierigkeiten, Zahlen in die richtige Reihenfolge zu bringen oder Dezimalstellen oder Symbole während des Rechenganges einzusetzen;
- Mangelnder räumlicher Aufbau von Berechnungen
- Eine Unfähigkeit, das Einmaleins befriedigend zu lernen“ (WHO zit. n. Werner, S. 94)

Die Autorinnen und Autoren Steeg, Vogel, Lambert und Werner sind sich weitgehend einig, was die Symptomatik bzw. typischen Fehler von rechenschwachen Kindern betrifft. Die Grundlegenden Fehlertypen, wie der Umgang mit den Grundrechnungsarten, Zählen, Verständnis von Mengen, Beziehungen zu den Zahlen etc. werden in der Literatur immer beschrieben. Auch das Rechenschwäche Institut Volxheim schildert fast dieselben bzw. sehr ähnliche Symptome. Allerdings erwähnen sie auch die Angstzustände und deren Abwehrreaktionen. Beobachtungen im Umgang mit Zahlen und beim Rechnen umfassen dieselben klassischen Fehlertypen. Daraus kann man schließen, dass rechenschwache Kinder in vielen Bereichen Defizite aufweisen können, jedoch nicht alle vorhanden sein müssen, um von einer Rechenschwäche sprechen zu können.

Dabei handelt es sich meistens um Probleme bei einfachen Rechenoperationen wie die Addition, Subtraktion, Multiplikation und Division. Die höhere Mathematik wie die Themengebiete Algebra, Trigonometrie, Geometrie, Differential- und Integralrechnungen, Stochastik und Vektorrechnungen sind dabei ausgeschlossen. (Born & Oehler, S.4) Rechenschwächen sollten allerdings in den ersten Schuljahren bemerkt werden. Dies fällt meist beim Erlernen der Grundrechnungsarten in der Volksschule auf. Bei Schülerinnen und Schülern bei denen Schwierigkeiten bereits erst in der Unterstufe bzw. Oberstufe auffallen, ist nicht von einer Rechenstörung zu sprechen. Dabei kann es natürlich vorkommen, dass man in einzelnen Fällen, die Beeinträchtigung aus irgendwelchen Gründen nicht diagnostiziert hat. (Landerl & Kaufmann, 2008)

3.3 Defizite nach Lambert (2015) und Landerl & Kaufmann (2008)

Die typischen Fehler liegen oft bei Defiziten in den Zählfunktionen, Schwierigkeiten beim Transkodieren von Zahlenwörtern und arabischen Zahlencodes, arithmetischen Kompetenzen, Textaufgaben sowie auch beim Erlernen und Speichern von mathematischem Basiswissen und deren Ausführung von den einfachen Rechenoperationen, wie die Addition, Subtraktion, Multiplikation und Division. (Lambert, 2015)

Im folgenden Abschnitt werde ich auf die von den Autoren und Autorinnen meist beschriebenen Defizite von rechenschwachen Kindern eingehen. Die in Folge beschriebenen Schwierigkeiten sind in den Rechenfehlern von Kinder mit einer Rechenschwäche deutlich zu erkennen.

Defizit in den Zählfunktionen

Was die Defizite in diesem Bereich angeht, sind sich Lambert (2015) und Landerl & Kaufmann (2008) ziemlich einig. Bereits bis in die ersten zwei Schulklassen beherrschen einige Kinder bzw. Kinder mit einer rechenschwäche die wesentlichen Konzepte der Zählfunktionen, wie die Eins-zu- Eins Zuordnungen oder das Kardinalitätsprinzip nicht. Um die Fertigkeit der Erst- und Zweitklässlern im Bereich der Zählfunktion zu überprüfen, wird oft eine Handpuppe verwendet. Dabei führt die Handpuppe einen Zählvorgang durch und die Kinder müssen beurteilen, ob die Puppe korrekt zählt. Die Schwierigkeit des Prinzip der Irrelevanz der Zählabfolge kommt bei dem Zählen von Spielmarken mit abwechselnder Farbe (gelb-blau-gelb-blau usw.) besonders zum Vorschein. Einige Kinder sind der Meinung, dass das Ergebnis falsch ist, wenn man zuerst die gelben und dann die blauen Spielmarken zählt. (Geary et al. 1992; 1999; 2000 zit. n. Landerl & Kaufmann) Wird die erste Spielmarke doppelt gezählt, halten die Kinder das Ergebnis am Ende trotzdem für korrekt. Die Kinder merken diesen Fehler schon, es mangelt also nicht am Verständnis der Eins- zu

Eins- Zuordnung, sondern die Kinder können dies im Arbeitsgedächtnis nicht so lange abspeichern. (Geary et al. 1992; 1999; 2000 zit. n. Landerl & Kaufmann)

Defizite im Transkodieren von Zahlenwörtern und arabischen Zahlencodes

Landerl und Kaufmann (2008) bemängeln die empirischen Befunde im Bereich der Dyskalkulie in Bezug auf die Defizite von arabischen Zahlencodes, den Zahlenwörter und des Stellenwertsystemes. Obwohl gerade dieser Bereich in der Praxis extreme Schwierigkeiten von rechenschwachen Kindern beinhaltet. Das visuelle- verbale und verbal- visuelle Transkodieren von ein bis dreistelligen Zahlen bei rechenschwachen Kinder von acht bis neun Jahren wurde von Landerl und Kollegen (2004) untersucht. Dabei entdeckte man bei der Hälfte der Dyskalkuliker sogenannte „Zahlendreher“ (z.B. 36- „dreiundsechzig) und bei einem Viertel mindestens einen Stellenwertfehler (z.B. 724 geschrieben als 7024). Weiters benötigten diese Kinder auch deutlich mehr Zeit, um arabische Zahlen zu lesen. Das Verstehen und Beherrschen der Zahlensyntax, also das Einteilen mehrstelliger Zahlen in Einer, Zehner. Hunderte etc. bereitete ebenso einigen rechenschwachen Kindern Probleme (Seron & Fayol, 1994 zit. n. Lambert, 2015) „Nuerk und Kollegen (2004) vermuten, dass Dyskalkuliker möglicherweise spezifische Probleme bei der parallelen Verarbeitung und Integration der Ziffern mehrstelliger arabischer Zahlen haben könnten.“ (Landerl & Kaufmann, 2008, S. 104) Das rechenschwache Kinder häufig Probleme mit der „0“ als Platzhalter für einen Wert haben, zeigt sich in der Praxis auch häufig. Die Null wird häufig bei einem Zahlendiktat weggelassen, also die Kinder schrieben statt Zehntausendeins eine 1001. (Lambert, 2015)

Defizite in arithmetischen Kompetenzen

Das am besten belegte Defizit bei Dyskalkulikern ist das Aufbauen und Abrufen von arithmetischen Faktenwissen. Kinder, die eine Rechenschwäche haben, gelingt es nicht, den Übergang vom zählenden Rechnen zum direkten Abrufen von arithmetischen Fakten. (Lambert, 2015) Dyskalkuliker verwenden dabei ihre eigenen Strategien, die meist bekannte und meist vertretene unreife Strategie ist das Fingerzählen. Rechenschwache Kinder der ersten beiden Klassen verwenden häufig die „count all“ Strategie, bei der das Abzählen aller Finger, die Lösung ergibt ($2+3=$ 2 Finger und 3 Finger, das Abzählen aller Finger ergibt die Lösung 5) (Landerl & Kaufmann, 2008)

„Der genaue Zusammenhang zwischen Defiziten in den Zählfunktionen und dem Aufbau des arithmetischen Faktenwissens ist bisher nicht ausreichend geklärt. Offenkundig ist zählendes Rechnen die einzige verfügbare Strategie, solange kein ausreichendes Faktenwissen vorhanden ist.“ (Landerl & Kaufmann, 2008, S. 106)

Rechenaufgaben im Zahlenraum bis 20 sind bei Kindern mit einer Rechenschwäche auch noch am Ende der Volksschule nicht automatisiert.

„Geary (1993; Geary & Hoard, 2001) nimmt an, dass die Schwierigkeiten mit dem arithmetischen Faktenwissen auf Defizite im Langzeitgedächtnis, genauer im Zugriff auf das semantische Gedächtnis, zurückgeführt werden können. Dort ist Faktenwissen jeglicher Art gespeichert. Geary postuliert darüber hinaus einen Zusammenhang mit der Lese- Rechtschreibschwäche, da hier ebenfalls Faktenwissen (Diesmal die richtige Schreibweise von Wörtern) nicht gespeichert oder abgerufen werden kann“
(Lambert, 2015, S. 113)

Lambert (2015) und Landerl & Kaufmann (2008) sind sich auch einig, dass bei Dyskalkuliker auch Defizite im prozeduralen Faktenwissen vorhanden sind. Sie weisen erhebliche Defizite beim Lösen von Rechenaufgaben im Verständnis für Rechenprozeduren und Rechengesetze, wie zum Beispiel bei der Verwendung des Assoziativgesetzes auf. Dabei werden häufig Rechenoperationen verwechselt, Bezüge zwischen den Grundrechnungsarten können oft nicht hergestellt werden oder können auch nicht zum Lösen von Aufgaben korrekt genutzt werden. Ein klassisches Beispiel dafür wäre, wenn das Kind die schon richtig gelöste Aufgabe $3+4$ nicht auf $13+4$ transferieren kann oder die Multiplikation 2×5 nicht mit $5+5$ verknüpfen kann. Das Verständnis von der Addition und Multiplikation ist oft mangelhaft. Die Kinder verbinden die Addition mit „Vorwärtszählen“ und die Subtraktion mit „Rückwärtszählen“. Auch Aufgaben mit einem Zehnerübertrag fallen rechenschwachen Kindern besonders schwer.

Auch das Kommutativgesetz ($3+4$ ist dasselbe wie $4+3$) oder Aufgaben, die sich nur um einen Zähler unterscheiden ($25+38=63$ und $25+39=64$), bereitet den Kindern Schwierigkeiten. Die größte Schwierigkeit befindet sich jedoch bei der Verknüpfung von Rechenoperationen, wie zum Beispiel bei dem Inversionsprinzip ($14+12=26$ dann muss $26-12=14$ sein). (Lambert, 2015)

Defizite im Lösen von Textaufgaben

Das Lösen von Textaufgaben benötigt nicht nur das prozedurale Wissen, sondern auch das konzeptuelle Wissen, also nicht nur „wie“ sondern auch „warum“ man eine bestimmte Vorgehensweise anwendet. Das Arbeitsgedächtnis spielt beim Lösen von Textaufgaben eine zentrale Rolle. Kinder müssen zuerst mal die Sprache und Information einer Aufgaben verstanden haben, anschließend die wichtigen bzw. relevanten Informationen in ein mentales Modell übertragen, eine Lösungsstrategie entwickeln und zum Schluss die richtige Rechenprozedur anwenden. Kinder orientieren sich bei Textaufgaben oft an Schlüsselwörter wie

„weniger“ etc. oder an irrelevanten Informationen, die sie in ihren Rechenwegen einbauen. Ein klassisches Beispiel für das Orientieren an Schlüsselwörtern wäre „Max hat 5 Murmeln. Er hat 4 weniger als Lisa. Wie viel Murmeln hat Lisa?“ (Lambert, 2015, S. 115) Dabei verbinden rechenschwache Kinder das Wort „weniger“ mit einer Subtraktion, was in diesem Beispiel aber eine Addition impliziert. (Lambert, 2015)

Defizite bei der Einordnung von Zahlen auf dem Zahlenstrahl

Numerische Basiskompetenzen wurden in den letzten Jahren zu einem stark vertretenen Defizit von rechenschwachen Kindern. Besonders stark betroffen ist das Einordnen von Zahlen auf einen Zahlenstrahl. Dabei haben rechenschwache Kinder eine stark verzerrte Wahrnehmung, was die richtige Position und die Relation von Zahlen betrifft. Dies kann man in der Abbildung 2 deutlich erkennen. Deutlich zu erkennen ist in dieser Abbildung, dass rechenschwache Kinder keine Referenzpunkte benutzen. Es ist allerdings schwierig zu erkennen, ob es sich tatsächlich um ein rechenschwaches Kind handelt oder nicht, da beim Einordnen von Zahlen bis zur zweiten Klasse noch Schwierigkeiten auftreten können. Oft ordnen die rechenschwachen Kinder höhere Zahlen am Ende des Zahlenstrahls sehr eng neben einander. Geary und Kollegen (2008 zit. n. Landerl & Kaufmann, 2008) wiesen nach, dass Dykalkuliker der ersten und zweiten Klasse, eine logarithmische Anordnung „(abnehmender Abstand zwischen Einer- Einheiten mit anwachsendender Mächtigkeit der Zahlen) von Zahlen auf den Zahlenstrahl benutzten, [...]“ während Kinder, die keine Rechenschwäche aufzeigen, die Zahlen in einer linearen Anordnung darstellen. (Lambert, 2015, S. 91)

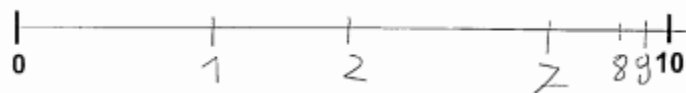


Abbildung 2 Zahlenstrahlbild eines rechenschwachen Grundschülers (Lambert, 2015, S. 116)

Defizite im Approximate Number System

Dieses System wird oft nicht nur als Symptom, sondern auch als mögliche kognitive Ursache der Rechenschwäche gesehen. Rechenschwache Kinder zeigen in diesem Bereich häufig Schwierigkeiten, vor allem wenn es um das Einschätzen der Mächtigkeit und das Vergleichen von Mengen geht. Aufgaben schätzen oder Überschlagsrechnungen durchführen, gelingt den rechenschwachen Kindern deutlich schlechter als den Kindern, die nicht von einer Rechenschwäche betroffen sind. Das Ergebnis liegt oft weit weg vom tatsächlichen Ergebnis, dies wird oft von den Kindern, die von einer Rechenschwäche betroffen sind, gar nicht bemerkt. Völlig unlogische und falsche Ergebnisse wie zum Beispiel $7+5=75$ bemerken sie oftmals überhaupt nicht. (Lambert, 2015)

Defizite beim Erlernen der Uhr

Dieses Defizit ist von der Forschung kaum untersucht worden. Es sind hauptsächlich Praxisberichte vorhanden, systematische Untersuchungen fehlen. Jedoch gibt es Hinweise, dass Kinder, die von einer Rechenschwäche betroffen sind, große Probleme beim Erkennen der Uhrzeit haben. (Lambert, 2015)

Defizite in der Geometrie und Maßeinheiten

Auch in diesem Bereich fehlen die allgemein gültigen Aussagen, ob und in welchem Ausmaß der Bereich Geometrie und Maßeinheit bei rechenschwachen Kindern ein Defizit darstellt. Jedoch schreiben immer wieder Autoren darüber und Erfahrungsberichte aus der Praxis sind auch vorhanden, die auf ein Defizit in diesem Bereich hinweisen. Hannafin, Truxaq, Vermillion & Liu (2008; zit. n. Lambert, 2015) argumentieren dieses Defizit durch die mangelnde Fähigkeiten des visuell- räumlichen Verständnis der rechenschwachen Kinder, das eng mit der Geometrie und dem Umgang mit Längen und Maßen zusammenhängt. Da einige rechenschwache Kinder in diesem Bereich ein Defizit aufweisen, gehen viele Autoren und Praktiker davon aus, dass ein Teil der rechenschwachen Kinder auch beim Lösen von Aufgaben in der Geometrie, dem Verwenden und Abwandeln von Längen und Maßen oder beim Einschätzen von Maßeinheiten von Objekten und Distanzen große Probleme haben. (Lambert, 2015)

3.4 Defizite nach Warnke et al.(2007)

- Zahlensemantik: Schwierigkeiten im Größer-Kleiner-Vergleich, Schätzen und Überschlagen von großen Mengen oder dem Einordnen von Zahlen auf einem Zahlenstrahl
- Sprachliche Zahlenverarbeitung: Schwierigkeiten im Faktenwissen, daher lernen die von einer Rechenschwäche betroffenen Kinder das Zählen sehr langsam
- Erwerb des arabischen Stellenwertsystems: Syntaktische Regeln und darauf aufbauenden Rechenprozeduren (z.B. Zehnerübergänge) werden missachtet.
- Übertragen von Zahlen aus einer Kodierung: Akustisch formulierte Zahlen können nicht richtig in eine arabische Zahl transferiert werden. (Petermann, Knievel, & Tischler, 2010)

3.5 Verhaltensmuster und Merkmale bei Kindern mit Rechenproblemen

Folgende Merkmale und Verhaltensmuster können bei Kindern auf eine Rechenschwäche hinweisen:

- Vermeiden von Rechenübungen

Das Kind verweigert die Hausübung zu erledigen und weicht allen möglichen Beschäftigungen aus, die mit Zahlen zu tun haben. Jedoch zeigt das Kind dieses Verhalten nur im Unterrichtsfach Mathematik und nicht in den anderen Fächern.

- Unsicherheit über den Rechenweg

Das Kind ist sich in seinem Tun sehr unsicher. Es mangelt an dem Gefühl der Sicherheit, dass es in der Lage ist, einen Rechenweg fortzusetzen. Dabei genügt oft ein zustimmendes Nicken oder eine verneinende Kopfbewegung von dem Lehrenden, um den Rechenweg fortzusetzen oder abubrechen und einen neuen zu beginnen. Dem Kind fällt es also schwer, selbst zu erkennen, wie bzw. mit welchen Rechenschritten man die Aufgabe erfolgreich bewältigen kann. Daher besteht die Gefahr, dass man auf die Rechenverfahren, die in der Schule gerade bearbeitet werden, zurückgreift, die jedoch keinen Bezug auf die Fragestellung haben. Dabei fühlen sich die Kinder in ihrem Tun, also bei ihren Rechenwegen einfach sicherer und haben das Gefühl, nicht allzu viel falsch zu machen, weil es gerade in der Schule durchgemacht wurde.

- Ablehnung vorgeschlagener Rechenwege

Ebenso kann es sein, dass das Kind den vom Elternteil vorgeschlagenen Rechenweg, auf Grund in der Schule anders gewählten Rechenweg, ablehnt. Jedoch kann die Abweisung auch dadurch erfolgen, dass das Kind sich an die im Unterricht bearbeiteten Rechenwege nicht mehr erinnert oder ihn nicht verstanden hat. Wichtig ist jedoch, dass man die Vorgehensweisen, wie sie im Unterricht, Schulbuch oder im Heft des Kindes notiert sind, verfolgt.

- Zurückweisung von Elterntipps

Weiteres kann auch das Zurückweisen von den Eltern erhaltenen Tipps zur Bearbeitung von Aufgaben, mit der Begründung, dass diese Vorgehensweise so nicht in der Schule gebraucht wird, abgewiesen werden, obwohl man sich an das vom Kind erhaltene Mathebuch oder Heft orientierte. Diese Zurückweisung deutet darauf hin, dass das Kind den Tipp nicht mit dem Schulwissen in Verbindung bringen und gedanklich verarbeiten kann, obwohl es korrekt wäre und dem Unterricht entspricht.

- Angst vor dem Rechnen

Das Kind hat fürchterliche Angst vor dem Rechnen, die Rechenaufgaben werden als zu schwer empfunden und die Kinder sind auf die Hilfe des Elternteils oder der Lehrperson angewiesen. Vor Klassenarbeiten im Mathematikunterricht zeigt das Kind große Angst und Furcht vor dem Versagen. Oft klagen Kinder dann über Bauch-, Kopfschmerzen oder anderes.

- Ständiges Üben ohne Erfolg

Auch durch ständiges kontinuierliches intensives Übens des Schulstoffes kommt es nicht zum Erfolg. Sowohl das Kind als auch die Eltern sind frustriert. Dies schließt auf eine mangelnde Grundlage, da darauf kein ausreichendes und gesichertes Verständnis der geübten Rechenwege aufgebaut werden kann. Darauf ist das Vergessen des ausgiebig geübten Stoffes bei der nächsten Klassenarbeit zurückzuführen. Dies wird jedoch noch mehr verstärkt, wenn das Kind bereits Ängste vor dem Unterrichtsfach Mathematik hat.

- Erfolgloser Nachhilfeunterricht

Regelmäßige Besuche bei der Nachhilfe weisen oft auch keine Verbesserung der schulischen Leistungen auf. Bei der Nachhilfe wird meistens der aktuelle Schulstoff, der zur nächsten Schularbeit kommt, behandelt. Der Stoff wird zwar in kleinen Schritten erklärt und wiederholt, jedoch wird das zuvor nicht Verstandene nicht wiederholt und die Verständnislücke bleibt somit offen. „Das bedeutet, dass vor dem Üben der aktuellen Rechenaufgaben, Inhalte aus vorangegangenen Schuljahren wiederholt, schrittweise erschwert und komplexer gestaltet werden müssen.“ (Zimmermann, 2010, S. 14f)

- Leidensdruck Ihres Kindes

Nicht nur das Kind leidet unter dem Problem mit dem Rechnen, sondern auch die Eltern. Kinder erleben nicht nur die Enttäuschung der Eltern, sondern leiden auch unter den Reaktionen der Lehrpersonen, Mitschüler und Freunden. Gibt es noch Geschwister, die keine Probleme beim Rechnen aufweisen, kann es zur Konkurrenz führen, die das Selbstwertgefühl negativ beeinflusst.

- Besonders auffälliges Verhalten oder Rückzug

Versucht ihr Kind sich von schulischen Misserfolgen zurückzuziehen oder weist ein sehr auffälliges Verhalten auf, um vom Rechnen abzulenken, so sollte dies kritisch betrachtet werden. Ein Kind, das ständig im Mathematikunterricht überfordert ist,

sieht sich oft als Versager und versucht in der Schule oder auch zu Hause, Auswege zu finden, um erfolgreich dazustehen. So versuchen Kinder oft, das Rechnen als unwichtig, durch Blödelei darzustellen. Auch ein rechthaberisches Verhalten kann für das Verstecken einer Schwäche herangezogen werden. Das Zurückziehen der Kinder in der Schule sowie auch zu Hause ist sehr gefährlich, da sich dies auch auf die Leistungen anderer Schulfächer auswirken könnte.

Treten soeben beschriebene Verhaltensmuster und Merkmale beim Arbeiten mit einem Kind auf, so könnten diese Hinweise auf eine Rechenschwäche sein. (Zimmermann, 2010)

3.6 Fazit

Wie oben beschrieben, weisen Kinder mit einer Rechenschwäche sehr viele unterschiedliche Symptome auf. Einige von denen sind noch nicht systematisch durch Studien überprüft worden, weisen aber in der Praxis immer wieder daraufhin, dass es sich um eine Rechenschwäche handelt. Am eindeutigsten sind die Probleme im Bereich des arithmetischen Faktenwissens, beim Einordnen von Zahlen auf dem Zahlenstrahl, sowie auch Defizit bei den Zählfunktionen in den ersten Schuljahren. Diese Probleme bzw. Schwierigkeiten bei manchen Kindern, konnten durch unterschiedliche Untersuchungen zeigen, dass rechenschwache Kinder einen deutlichen Rückstand zu den Gleichaltrigen, die keine Rechenschwäche aufweisen, haben. In denen von Lambert (2008) beschriebenen Defiziten, wie das Lösen von Textaufgaben, dem approximativen Rechnen, beim Lesen der Uhr und im Bereich der Geometrie und Maßen, sollte noch genauer geforscht werden, um festzustellen, ob Kinder mit einer Rechenschwäche in allen Bereichen Schwierigkeiten haben und wo diese genau liegen. Warnke et al., (2007) Lambert (2008) und Landerl & Kaufmann (2015) sind sich bei den Defiziten einig, jedoch erwähnt Warnke et al., die Defizite nur sehr knapp. In der Literatur werden meistens dieselben Defizite beschrieben. Die Grundlage bzw. das Hauptaugenmerk der Symptome bzw. Defizite bei rechenschwachen Kindern, bilden die von Lambert und Landerl & Kaufmann schon beschriebenen Defizite. Aus der Praxis und der Forschung gibt es also einige unterschiedliche Fehlermuster, die auf einen Verdacht einer Rechenschwäche hinweisen. Diese sollten dazu dienen, eine Vermutung auf Rechenschwäche zu testen, um wenn notwendig einen diagnostischen Prozess, zur Prüfung dieses Verdachtes, einzuleiten.

4 Ursachen

Man kann nicht von der einen gleichen Rechenstörung sprechen, deshalb kann man auch nicht von einer bzw. gleicher Ursache für die Entstehung einer Rechenstörung ausgehen. Es handelt allerdings um ein System von Wechselwirkungen zwischen Kind und Umwelt, jedoch kann man nicht von Ursachen im Sinne einer eindeutigen Ursache-Wirkung-Beziehung sprechen. (Gaidoschik, 2006)

„Solche eindeutige Ursachen für Rechenschwäche – „Immer wenn dies und das vorliegt, wird das Kind zwangsläufig rechenschwach werden“ – liegen nach dem heutigen Stand der Forschung nicht vor.“ (Gaidoschik, 2012, S. 14)

Natürlich sprechen einige Faktoren für eine Entstehung einer Rechenschwäche, selten einzeln, meist in sehr unterschiedlichen Wechselwirkungen. Jedoch kann über die Wirksamkeit, Häufigkeit und Gewichtung der einzelnen Faktoren noch keine gesicherte, allgemeine anerkannte Aussage geliefert werden. (Gaidoschik, 2012)

In der Abbildung ist zusehen, wie viele und welche Faktoren laut Gaidoschik (2012) die Rechenleistung beeinflussen bzw. stören können.

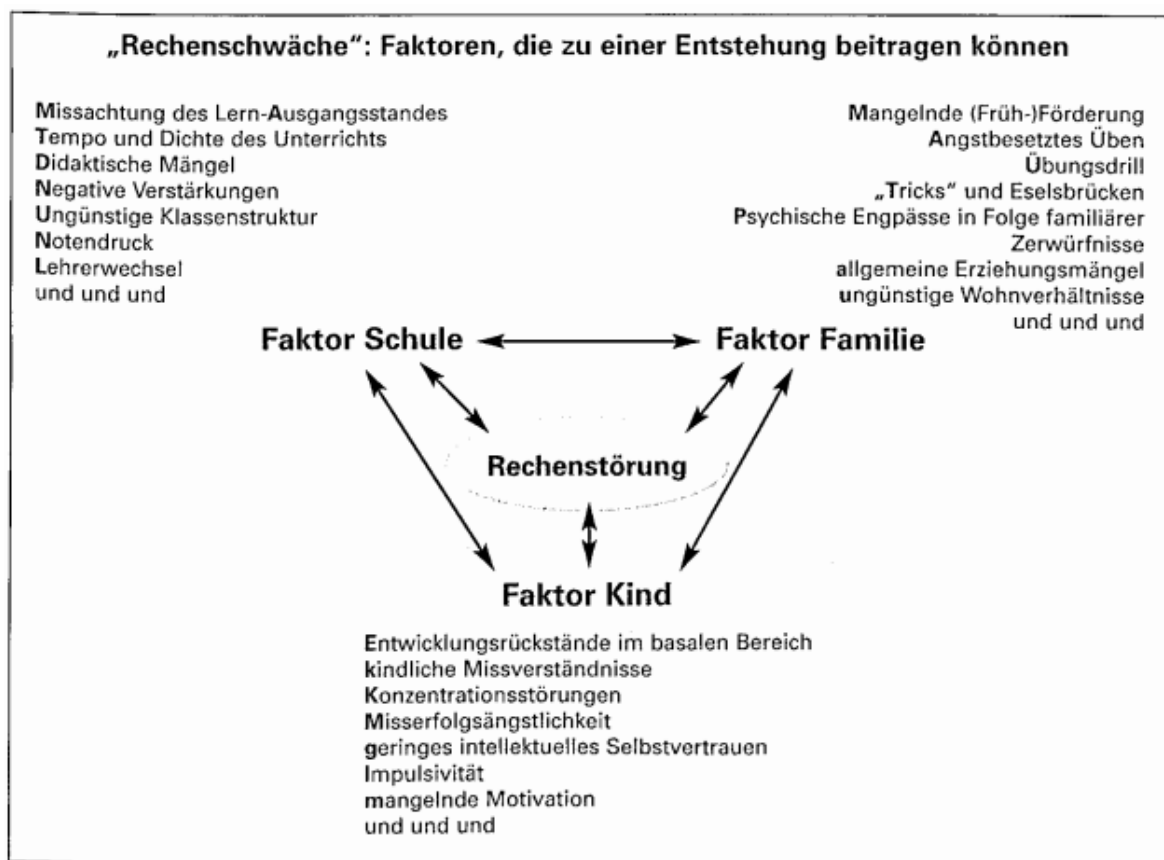


Abbildung 3 Faktoren die zur einer Rechenschwäche führen können (Gaidoschik, 2012, S. 15)

4.1 Ursachen nach Lambert

Nicht nur die Definitionsansätze, sondern auch die Ursachen der Dyskalkulie ist derzeit noch nicht eindeutig bzw. ausreichend geklärt. Das in der unten stehenden Abbildung gezeigte multikausale Erklärungsmodell, das von Petermann (2003, 2007) angenommene Modell, beruht, auf primären und sekundären Faktoren. (Petermann zit. n. Lambert, 2015). Zu den primären Faktoren zählen genetische Prädispositionen, abweichende Reifung des zentralen Nervensystems, neuropsychologische und psychosoziale Faktoren (z.B. Prüfungsangst). Hemmende Interaktionen zwischen Lehrkräften, Eltern und Kindern, schwacher sozioökonomischer Hintergrund oder auch psychische Erkrankungen umfassen die sekundären Faktoren. Die in diesem Modell beschriebenen Defizite, können jedoch nicht nur die Ursache für eine Rechenschwäche sein, sie können genauso Auslöser für Lese-Rechtschreibschwäche oder auch ADHS sein.

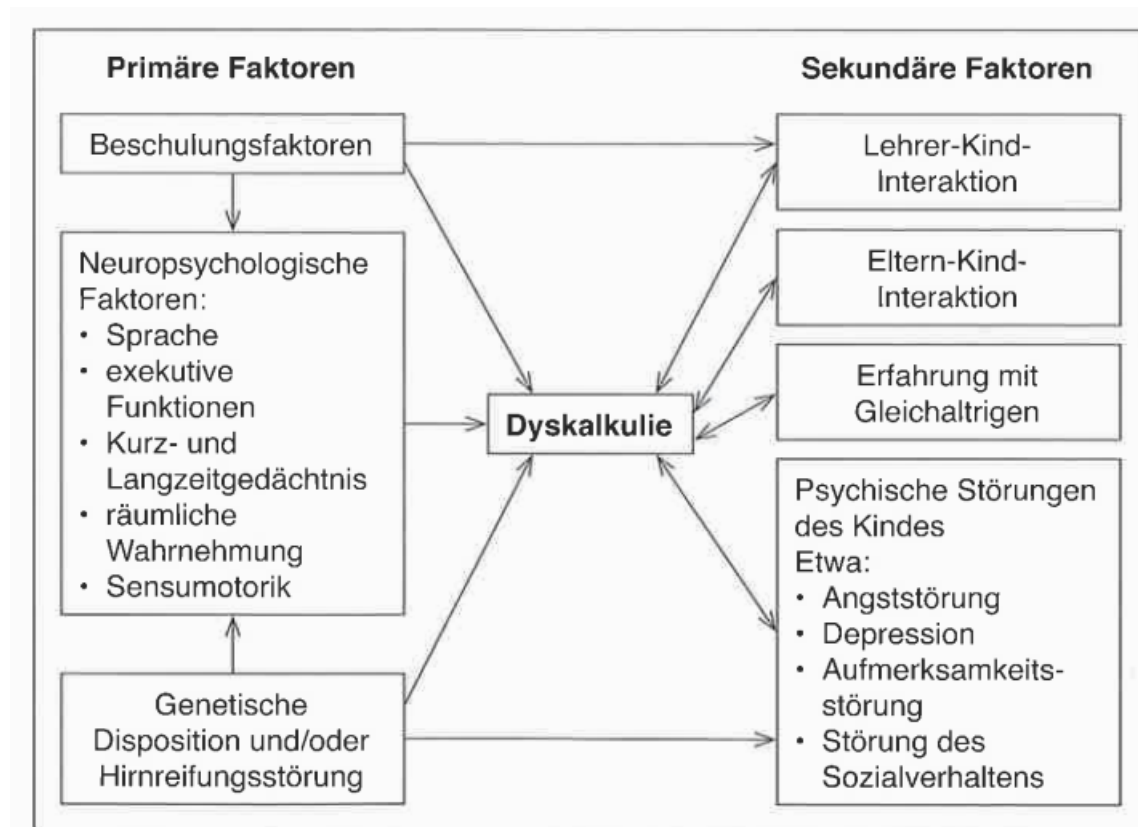


Abbildung 4 Mögliche Ursachen einer Dyskalkulie (nach Jacobs & Petermann, 2007, S16, zit. n. Lambert, 2015, S. 73)

In der Forschungsliteratur wird für die Ursache von Rechenschwäche von zwei grundlegenden Faktoren gesprochen. Die erste Annahme ist, dass jedes Kind einen Zahlensinn bzw. Number Sense¹ (Dehaene, 1997; Wilson & Dehaene, 2007 zit. n. Lambert, 2015) und ein

¹ „Number Sense drückt sich aus als die Fähigkeit, Mengen schnell zu erfassen, sie einzuschätzen und zu manipulieren, und fehlender Number Sense stellt ein Kerndefizit bei Rechenschwäche dar.“ (Wilson & Dehaene, 2007, zit. n. Lambert, 2015, S. 154)

Zahlenmodul besitzt, die eine Art kognitives Kernsystem verkörpern. Es kann zu bedeutenden Defiziten der numerischen Verarbeitung und somit zu einer Rechenschwäche führen, wenn dieses System defekt ist. Die zweite Annahme von Lambert ist, dass Defizite der allgemeinen kognitiven Verarbeitung zur Dyskalkulie führen. Die Erscheinungsform der Rechenschwäche hängt davon ab, welche kognitiven Systeme Defizite aufweisen. Die empirischen Nachweise fehlen jedoch auch dabei. (Lambert, 2015)

Lambert geht jedoch genauer auf folgenden vier möglichen Ursachen ein:

1. Genetische Ursachen
2. Neurowissenschaftliche Ursachen
3. Kognitive Ursachen
4. Weitere Einflussfaktoren

4.1.1 Genetische Grundlage

Kinder mit einer genetischen Erkrankung, sind häufig von einer Rechenschwäche betroffen, dies bestätigen einige Erkenntnisse aus der Forschung. Darunter zählen Erkrankungen wie Spina Bifida, Williams- Beuren-Syndrom, Turner-Syndrom sowie auch das Fragile-X-Syndrom etc.

Spina Bifida ist eine Missbildung des Neuralrohr, die sich während der Schwangerschaft ausbildet. Dabei kann es hauptsächlich zu körperlichen Behinderungen bis hin zur Querschnittslähmung kommen. Eine große Ansammlung von Hirnwasser oder auch Fehlbildungen des Gehirns können entstehen. Ein erhöhtes Risiko für das Entstehen einer Rechenschwäche, ist bei dieser Erkrankung deutlich. (z.B. Barnes et al., 2002; Mazzocco, 2001 zit. n. Lambert) 50% der Kinder mit dieser Erkrankung sind laut Fletscher et al., (2005) von einer Rechenschwäche betroffen, „wobei dieselben Kinder nicht häufiger von einer Leserechtschreibschwäche betroffen sind.“ (Lambert, 2015, S. 75)

Auch Kinder mit einem Williams- Beuren- Syndrom, einem Stückverlust von Chromosom 7, die unter einer kognitiven Behinderung und somit auch öfters unter einer Rechenschwäche leiden, sind betroffen.

Das Turner-Syndrom und das Fragile-X-Syndrom können ebenfalls Ursachen zur Entstehung einer Rechenschwäche sein. Dabei handelt es sich um einen Chromosomenfehler, der das X-Chromosom betrifft und dies eine schwache Leistung im Bereich der Mathematik auslösen kann. Insbesondere sind dabei auch die visuell- räumlichen Fähigkeiten stark betroffen. Diese Chromosomen-Anomalien beeinträchtigen insbesondere die numerischen Fähigkeiten stärker als andere kognitive Fähigkeiten. Das Turner- Syndrom betrifft nur die Mädchen, dabei fehlt das X-Chromosom teilweise oder sogar ganz. Ohne dieses Chromosom können Männer nicht überleben, daher tritt diese Erkrankung auch nur bei Frauen auf.

Der IQ Bereich betroffener Kinder liegt leicht unter dem Durchschnitt, jedoch in dem Normbereich. Diverse Studien ergaben, dass der verbale IQ mit acht bis 24 Punkten höher ist als der Handlungs- IQ. (z.B. Balottin et al., 1998; Tamm, Menon & Reiss, 2003 zit. in Lambert, 2015) Dieser Unterschied ist allerdings nur beim Turner- Syndrom und nicht beim Fragile-X-Syndrom. Der leicht verminderte durchschnittliche IQ bleibt jedoch bei 50% der Mädchen (Rousseau et al., 1994 zit. in Lambert, 2015) und fast allen Burschen (Bailey, Hatton & Skinner, 1998 zit. n. Lambert, 2015) bestehen. Das Fragile-X-Syndrom entsteht durch eine Veränderung eines Gens auf dem X-Chromosom.

Rovet (1993) berichtet von seiner Studie ähnliche Zahlen, was den Zusammenhang der Erkrankung von einem der beiden Syndrome und der mathematischen Leistung betrifft. Unter den 55% der Kinder mit einer Lernschwäche, weisen 20% eine Rechenschwäche und 35% eine kombinierte Störung auf. (Rovet; 1993, zit. n. Lambert, 2015) Beim Fragile-X-Syndrom sind laut Mazzocco & McCloskey (2005, zit. n. Lambert, 2015) 50% der Kinder von einer mathematischen Schwäche betroffen. 75% der Kinder mit einem dieser Syndrome erfüllen am Ende der Grundschule noch die Kriterien für eine Rechenschwäche. (Murphy, Mazzocco, Gernet & Henry, 2006, zit. n. Lambert, 2015) Das heißt, die verminderte Mathematikleistung bei Kindern mit einem dieser Syndrome bleibt in der gesamten Schulzeit bestehen.

Weitere kognitive Einschränkungen in der Mathematik können durch die beiden Syndrome bestehen, jedoch werde ich im Abschnitt 3.1.3 genauer auf die kognitive Ursache der Dyskalkulie eingehen.

„Betrachtet man die jeweiligen Fähigkeiten und Schwächen der Kinder mit den jeweiligen Syndromen genauer, so zeigen sich teilweise sehr unterschiedliche Profile, die jedoch beide in einer deutlich erhöhten Auftretenswahrscheinlichkeit von Rechenschwäche münden bzw. mit schwachen mathematischen Leistungen in Verbindung stehen. [...] Zum anderen lassen sich aufgrund der chromosomalen Basis der beiden Erkrankungen Rückschlüsse auf die genetische Grundlage von Dyskalkulie ableiten.“ (Lambert, 2015, S.76f)

All diese Befunde schließen darauf, dass die genetische Grundlage eine Ursache für die Rechenschwäche sein kann. Es gibt natürlich nicht ein Gen oder eine Kombination von Genen, die eine Rechenschwäche verursachen. Es muss von einer Sammlung verschiedener Komponenten bei der Entwicklung einer Rechenschwäche ausgegangen werden.

4.1.2 Neurowissenschaftliche Grundlagen

Durch Befunde von der Tier- und Säuglingsforschung wird davon ausgegangen, dass der Zahlensinn angeboren ist bzw. dass es ein biologisches System zur Erfassung und Unterscheidung von Mengen gibt. (Dehaene, 1997; Dehaene, Dehaene- Lambertz- Cohen, 1998

zit. in Lambert, 2015) Der Zahlensinn ist allerdings nicht bei allen Menschen gleich gut ausgebildet, deshalb vermuten Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler, dass bei rechenschwachen Kindern, bestimmte Bereiche im Gehirn beschädigt sind und es somit zu einer Störung des Zahlensinns führen kann.

Zwei wesentliche Systeme, das bildlich-räumliche und das sprachliche Zahlensystem, werden vom Gehirn beim Rechnen stark beansprucht. Das bildlich-räumliche Zahlensystem, das sich im linken und rechten Parietallappen, im Bereich des Gehirns befindet, verarbeitet visuell-räumliche Informationen. Das sprachliche Zahlensystem wird beim Lösen von einfachen Rechnungen, also beim Abrufen von sprachlich gespeichertem Faktenwissen, beansprucht.

Basierend auf dem Triple-Code-Modell, bei dem drei unterschiedliche Komponenten der Zahlenverarbeitung von Erwachsenen beteiligt sind, versuchte man, die in den Parietallappen verankerten Aktivierungsmuster genauer zu differenzieren. (Dehaene et al., 2003; Feigenson, Dehaene & Spelke, 2004 zit. n. Lambert, 2015) Folgende drei Bereiche sind dabei tatsächlich wichtig:

1. „Horizontales Segment des intraparietalen Sulcus (HIPS): Mengenverarbeitung und Sitz des Zahlenstahls.
2. Linker Gyrus angularis: Sprachliche Verarbeitung beim Rechnen; Speicherung von Faktenwissen.
3. Posterior-superiorer Parietallappen: Dieser ist bei verschiedenen mathematischen Operationen aktiviert, aber auch bei visuell-räumlichen Aufgaben.“ (Lambert, 2015, S. 78)

Einige Studien untermauern die Annahme des Triple-Code-Modells (vgl. Überblick von Kucian & von Aster, 2005 zit. n. Lambert, 2015) Der Parietallappen ist natürlich nicht nur für die Zahlenverarbeitung zuständig, dort befinden sich auch nicht-numerische Fähigkeiten, wie räumliche Fähigkeiten und die Aufmerksamkeit. Diese beiden Fähigkeiten weisen auch häufig bei rechenschwachen Kindern Defizite auf.

„Zur Erfassung der neuronalen Grundlage des Zahlensinns wird häufig der sogenannte Distanzeffekt mithilfe von bildgebenden Verfahren wie der funktionelle Magnetresonanztomografie (fMRT), dem Elektroenzephalogramm (EEG) oder der transkraniellen Magnetstimulation (TMS) untersucht.“ (Lambert, 2015, S. 78)

Unterschiede in der grauen Substanz in rechts-parietalen Gebieten und dem frontalen Kortex, sowie auch unterschiedliche Aktivierungsmuster wurden von Rotzer und Kollegen (2008; zit. n. Lambert, 2015) bei einem Vergleich von rechenschwachen Kindern mit Kindern ohne Rechenschwäche festgestellt. Bei der Untersuchung von Kucian und Kollegen

(2006) zeigten sich keine Unterschiede bei den Aktivierungsmustern bei Aufgaben von Mengenvergleichen und exakten Rechnen, jedoch bei Aufgaben zum approximativen Rechnen. Aufgaben zum Distanzeffekt (2 vs. 3 schwerer zu unterscheiden als 2 vs. 8) wurden in einer weiteren Studie von Price und Kollegen (2007; zit. in Lambert, 2015) untersucht. In der Aktivierung des rechten IPS zeigten Kinder mit einer Rechenschwäche keine Empfindlichkeit gegenüber numerischen Distanzen. Für die Verarbeitung von numerischen und nicht-numerischen Ordinalitäten bei Kindern ohne mathematische Schwächen ist die Region im und um den Intraparietalen Sulcus zuständig. (Kaufmann und Kollegen (2009a) zit. n. Lambert, 2015) Unterschiede bei Kindern mit und ohne Rechenschwäche zeigten sich beim Ausmaß der Aktivierung in einigen Bereichen des inferioren Parietallappens (supramarginaler Gyrus und IPS). (Lambert, 2015)

Diese Befunde weisen darauf hin, dass es zu Schwierigkeiten beim Erlernen von mathematischen Inhalten und so zu einer Rechenschwäche kommen kann, wenn Unterschiede im IPS existieren. Ebenso untermauern sie, dass diese Schwierigkeiten mit einfachen Problemen in der Zahlenrepräsentation verbunden sind, die mit strukturellen und funktionellen Veränderungen des Parietalen Kortex korrelieren. (Lambert, 2015) Supekar und Kollegen (2013; zit. n. Lambert, 2015) führten eine Untersuchung mit rechenschwachen Kindern, vor und nach einer achtwöchigen Förderung, durch. Im Durchschnitt zeigten die Kinder eine deutliche Verbesserung und einen höheren Leistungszuwachs in den Bereichen, in denen die Förderung stattgefunden hat. Die Leistungszuwächse wurden nicht mit dem IQ gemessen, sondern mit verschiedenen Messverfahren. Dabei stellten sie Unterschiede in der Hirnanatomie und der funktionalen Verbindungen fest. Kinder, die eine größere graue Masse im Hippocampus haben, wiesen höhere Leistungszuwächse im Bereich der Problemlösefähigkeiten auf.

4.1.3 Kognitive Grundlage

Die verschiedenen kognitiven Defizite von rechenschwachen Kindern stellen ebenso einen Erklärungsansatz zur Entstehung einer verminderten Leistung in der Mathematik dar. Die kognitive Fähigkeit wird einerseits wegen der mentalen Aktivitäten, wie Zahlenvergleiche, Durchführung mentaler Rechnungen und Transkription von Mengen in internalen Repräsentationen verlangt. Die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler sind sich nicht einig, ob es sich bei den Schwierigkeiten von Kindern mit einer Rechenschwäche um domänenspezifische Defizite oder domänenübergreifende Prozesse der kognitiven Verarbeitung von Mengen handelt.

Das Arbeitsgedächtnis beeinflusst die Rechenleistung stark. Eine Störung des Arbeitsgedächtnisses kann zu einer verminderten Leistung bei der Ausführung von Rechenoperationen

nen und der Speicherung von arithmetischen Faktenwissen führen. Ob das visuell-räumliche Arbeitsgedächtnis im Zusammenhang mit der Rechenleistung steht, ist umstritten. Doch die neueren Studien (z.B. Bull, Espy & Wiebe, 2008, zit. n. Lambert, 2015) gehen von einem direkten Zusammenhang des visuell-räumlichen Arbeitsgedächtnis und mathematischen Leistungen aus.

Die kognitive Repräsentation von Mengen und Zahlen stellt neben dem Arbeitsgedächtnis einen weiteren Einflussfaktor zur Ursache einer Rechenschwäche dar. Eine Störung des Startermechanismus, also ein defekter Number Sense (Deheane, 1997, zit. n. Lambert, 2015), von rechenschwachen Kindern, wurde in Bezug auf die Verarbeitung von Mengen und Zahlen, immer wieder als eine Schwäche nachgewiesen. Dies zeigte sich besonders in Bereichen wie Zahlenvergleiche, Approximatives Zahlensystem (ANS), Zahlenstrahl und Mengenerfassung. Die Probleme im Bereich des Zahlenvergleichs können auf zwei verschiedene fehlende Kompetenzen von rechenschwachen Kinder deuten. Möglicherweise auf ein fehlendes Verständnis der Symbolfunktion von arabischen Zahlen oder generelle auf Schwierigkeiten beim Vergleichen von Mengen. Starr und Kollegen (2013; zit. n. Lambert, 2015) erklären nach ihren Befunden, dass das Defizit im Approximativen Zahlensystem sich auch durch das mangelnde symbolische Verständnis erklären lässt. Das Erlernen von Zahlenwort- Bedeutungen und mathematischen Symbole könnte daher nicht nur das ANS sondern generell die Repräsentation von Mengen und Zahlen positiv beeinflussen. Fischer et al. (2008; zit. n. Lambert, 2015) führte mit rechenschwachen Kindern ein Training zur Verbesserung der Fähigkeit zur simultanen Mengenerfassung (Subitizing) durch. Dabei konnte man Verbesserungen der Reaktionszeit von Mengenerfassungen sowie einen Transfereffekt der mathematischen Kompetenzen feststellen. Daraus kann man schließen, dass das Subitizing, also das simultane Zusammenfassen von kleinen Mengen, eine weitere wichtige einfache Fähigkeit zur Entwicklung von mathematischen Leistungen ist und das Fehlen dieser Kompetenz eine weitere Ursache für eine Rechenschwäche darstellen könnte.

Eine visuell-räumliche Funktionsstörung kann eine weitere Ursache einer Rechenstörung sein. Die visuell-räumliche Fähigkeit und das Verarbeiten von Mengen und Zahlen ist im Parietallappen verankert, dies bestätigt unsere Annahme als weitere Ursache einer Rechenstörung, da es bei den genetisch bedingten Erkrankungen häufig zu visuell-räumlichen Funktionsstörungen kommt.

Zu der kognitiven Ursache zählt Lambert (2015, S.96) auch weitere exekutive Funktionen, darunter versteht man geistige Fähigkeiten, mit denen wir unser Denken und Handeln leiten, „[...] also Fähigkeiten, mit denen wir bewusst Handlungen planen, Verhalten oder Impulse unterdrücken, unsere Emotionen regulieren oder unsere Aufmerksamkeit steuern.“ Zu den exekutiven Funktionen zählt auch das Inhibition und Shifting.

„Inhibition ist die Fähigkeit, irrelevante, automatische oder vorherrschende Impulse zugunsten von aufgabenrelevanten, adäquaten und situationsangemessenen Reaktionen zu unterdrücken. Dies gilt sowohl für das soziale Verhalten, wie auch für das Lernen und bearbeiten von Aufgaben.“ (Lambert, 2015, S. 96)

Wird die Fähigkeit, Verhalten zu unterdrücken, beherrscht, so kann man flexibel und zielgerichtet denken sowie auch handeln. Der Zusammenhang von Inhibition und mathematischen Leistungen wurde zwar in diversen Studien erkannt (z.B. Mazzocco & Kover, 2007, zit. n. Lambert, 2015), jedoch in manchen Studien auch abgelehnt. Um von einem sicheren Zusammenhang von Inhibition und mathematischen Leistungen auszugehen, fehlen weitere Untersuchungen, die dies bestätigen können.

Unter Shifting versteht man das schnelle Wechseln können zwischen unterschiedlichen Sets von Informationen, Aufgaben oder Strategien. Voraussetzung dafür ist allerdings, dass man sich schnell von irrelevanten Aufgaben lösen kann und somit sich einer anderen Anforderung stellen kann. (Van der Sluis et. al., 2007, zit. n. Lambert, 2015) Auch hier sind sich die Autorinnen und Autoren nicht einig, bzw. die Ergebnisse der Studien weisen nicht eindeutig auf einen direkten Zusammenhang zur Rechenleistung hin.

4.1.4 Weitere Einflussfaktoren

Neben den bereits schon beschriebenen und stärker vertretenen Ursachen können weitere Einflussfaktoren, wie zum Beispiel psychische Probleme wie Depressionen, Verhaltensauffälligkeiten oder Mathematik- oder Prüfungsangst zur Rechenschwäche führen. „Prüfungsangst bezeichnet eine negative physische und kognitive Reaktion, die durch negative Gefühle und Wahrnehmungen in Bezug auf eine Prüfungssituation entstanden ist.“ (Lambert, 2015, S. 99) Diese Angst kann sich deutlich durch das Verhalten ausdrücken, im Sinne eines Vermeidungsverhaltens. Dieses Gefühl kann bei Prüfungssituationen bzw. Tätigkeiten dazu führen, dass mathematische Inhalte unterlassen werden. Dieses Vermeiden kann dazu führen, dass sich Kinder in einem Teufelskreis von Misserfolg, Leistungsrückstände oder Schulangst und psychosomatischen Problemen befinden. Angstbezogene Kognitionen können nicht unterdrückt werden, dies hemmt eben die Aufmerksamkeits- und Arbeitsgedächtniskapazität, das allerdings zum Lösen von mathematischen Aufgaben gebraucht wird. Wird das Arbeitsgedächtnis gestört, kann es, wie in 3.1.3 erwähnt wurde, zu einer verminderten Rechenleistung kommen.

In einigen Untersuchungen wurde festgestellt, dass Kinder mit einer Lernschwäche durchschnittlich stärker von psychischen Belastungen betroffen sind, als Kinder ohne Lernschwäche. Dies trifft natürlich nicht auf alle Kinder mit einer Rechenschwäche zu. Jedoch haben

Kinder mit Lernschwächen ein erhöhtes Risiko, was externalisierende oder internalisierende psychische Problem betrifft. Der derzeitige Forschungsstand ist jedoch noch nicht so weit, um genau zu sagen, wie viel höher ein solches Risiko ist.

Externalisierende Störungen, wie zum Beispiel ADHS oder oppositionelles Verhalten sind bei Kindern mit Dyskalkulie häufiger als bei Kindern mit unauffälligen Schulleistungen. Ein erhöhtes Risiko für depressive Verstimmungen oder Angsterkrankungen, die die internalisierenden psychischen Störungen umfassen, sind bei Kindern mit einer Lernschwäche deutlich erhöht.

Dass sich internalisierende und externalisierende Erkrankungen negativ auf die Schulleistung auswirken, haben einige Studien bestätigt. (z.B. Bender & Wall, 1994; Maag & Reid, 2006; Nelson & Harwood, 2011 zit. n. Lambert, 2015) Dabei müssen die betroffenen Kinder und Jugendlichen klinische Befunde nachweisen.

Allerdings ist nicht klar, welche Wirkrichtung der Zusammenhang von einer Lernschwäche und psychischen Erkrankungen bzw. Auffälligkeiten hat. Lambert (2015) schreibt von zwei Richtungen. Einerseits, dass Kinder mit einer Rechenschwäche emotionale und Verhaltensprobleme entwickeln und zum anderen besteht der Verdacht, dass Kinder mit psychischen Erkrankungen als Folge eine Rechenschwäche entwickeln könnten.

Das Fähigkeitsselbstkonzept und die Selbstwirksamkeit sind weitere Einflussfaktoren auf schulische Leistungen. Zahlreiche Studien (z.B. Marsh, Relich & Smith, 1983; Schilling, Sparfeldt & Rost, 2004; Skaalvik & Skaalvik, 2008 zit. n. Lambert, 2015) zeigten, dass ein Zusammenhang von Schulleistungen und dem Selbstkonzept besteht. Im Unterrichtsfach Mathematik wird der Zusammenhang von Leistung und der eigenen Einschätzung der eigenen Fähigkeit am deutlichsten erkannt. Auch hier ist die Wirkrichtung des Zusammenhangs zwischen Leistung und der Kompetenzüberzeugung unklar.

4.2 Ursachen nach Landerl und Kaufmann

Bei der Dyskalkulie kann man nicht von einem einheitlichen Störungsbild sprechen, es handelt sich um eine heterogene Störung, die von vielen verschiedenen Faktoren beeinflusst wird. In der Abbildung werden die Faktoren in einem Kausalmodell dargestellt, (Morton/ Frith 2004, zit. n. Landerl & Kaufmann, 2008) das auf drei Ebenen beruht:

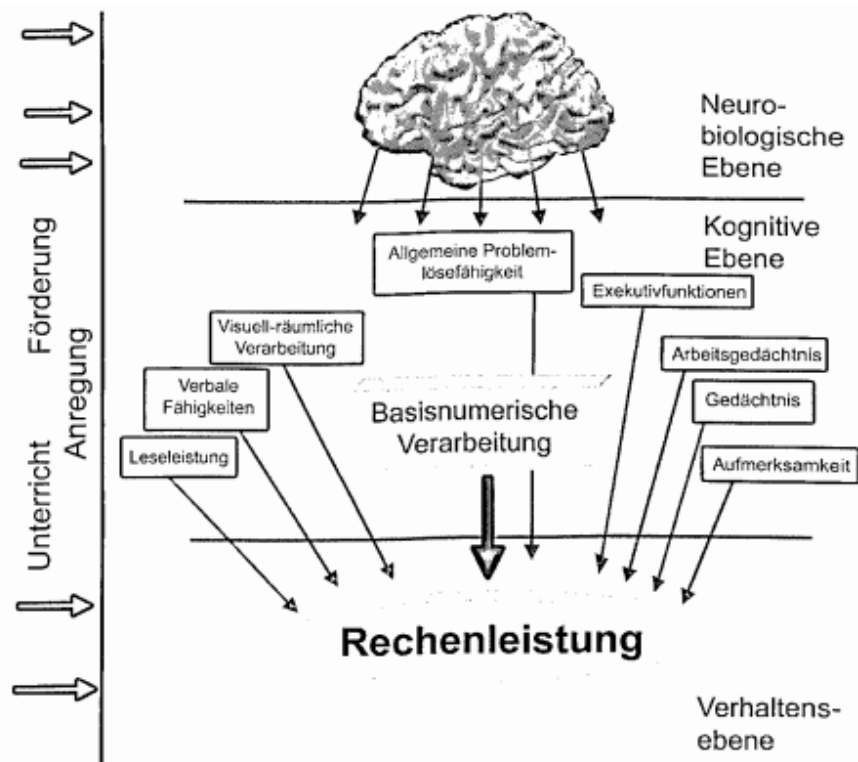


Abbildung 5 Kausalmodell zu den Einflussfaktoren für die Entwicklung der Rechenleistungen (Landerl & Kaufmann, 2008, S. 144)

Die Grundlage, also die oberste Ebene bildet die neurobiologische Ebene, auf deren die in der kognitiven Ebene dargestellten Faktoren basieren. Die in der kognitiven Ebene dargestellten Funktionen sind für uns nicht wirklich beobachtbar, es spiegelt quasi das wieder, was in unseren Köpfen vorgeht. Diese Funktionen spiegeln sich wiederum auf der Verhaltensebene, also unsere Rechenleistung.

Die Forschung hat bisher nur die basisnumerische Verarbeitung gut belegt, die anderen Faktoren müssen noch weiter genauer untersucht werden, inwiefern sie die Entwicklung der Rechenleistung beeinflussen. Die basisnumerische Verarbeitung setzt sich auch aus mehreren Teilaspekten zusammen, auch die müssen noch genauer untersucht werden, auf welche Art und Weise diese zusammenwirken und wie sie die Entwicklung der Rechenleistung beeinflussen.

In der Abbildung wird versucht, die Teilaspekte genauer darzustellen. Die drei zentralen

Punkte sind die im Triple-Code-Modell notwendigen Codes der kognitiven Repräsentation von Numerositäten, also die approximative Mengenrepräsentation und die arabische und verbale Repräsentation von Zahlen.

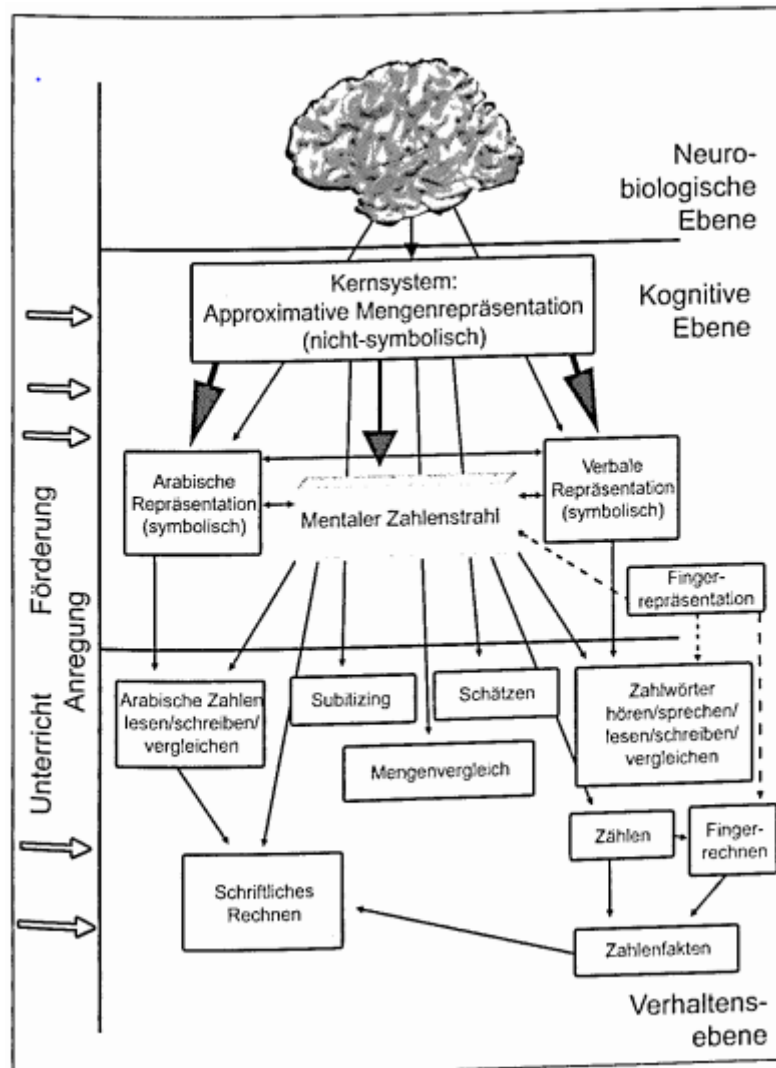


Abbildung 6 Kausalmodell der basisnumerischen Verarbeitung (Landerl & Kaufmann, 2008, S. 145)

Die approximative Mengenrepräsentation (nicht-symbolische) ist genetisch veranlagt, also „[...] von der Geburt an funktionsfähig und neurologisch im Wesentlichen der Struktur des horizontalen intraparietalen Sulcus zuzuordnen (obwohl derzeit noch unklar ist, ob der HIPS von Geburt an die Verarbeitung von Numerositäten übernimmt oder ob sich diese neurofunktionale Struktur erst im Laufe der Entwicklung herausbildet)“ (Landerl & Kaufmann, 2008, S. 144) Die beiden symbolischen Repräsentationen, die arabische Zahlennotation und die Zahlenwörter, die sich in der Vorschule und den ersten Schuljahren entwickeln,

basieren auf dem Kernsystem, der approximativen, nicht-symbolischen Mengenrepräsentation, die unter anderem wieder andere neuronale Strukturen beeinflussen.

Wie das Kausalmodell deutlich macht, kann die Ursache für Dyskalkulie bereits durch ein von Anfang an defektes Kernsystem, also durch Defizite in der approximativen Mengenrepräsentation, liegen oder auch durch Defizite von arabischen und verbalen (symbolischen) Repräsentationsformen. Defizite in diesen drei Bereichen würden die Entwicklung des mentalen Zahlenstrahls negativ beeinflussen. Wie in der Verhaltensebene zu erkennen, sind bereits sehr einfache Tätigkeiten an ein komplexes neurokognitives System gebunden. Beispielsweise sind für die Entwicklung des arithmetischen Faktenwissens die verbalen Fähigkeiten notwendig und für das schriftliche Rechnen benötigt man einen erfolgreichen Umgang mit der arabischen Repräsentation.

Nach diesem Modell kann man sagen, dass Dyskalkulie nicht so einfach diagnostiziert werden kann. Man muss zuerst die basisnumerischen Funktionen, auf denen die Rechenleistungen basieren, mit geeigneten Aufgabenstellungen überprüfen, um über eine Diagnose von Dyskalkulie sprechen zu können. Die alleinige Feststellung der Defizite reicht dafür nicht aus.

Dieses Modell ermöglicht erste Schlussfolgerungen für eine Diagnose und Intervention von Dyskalkulie, auf die ich im Punkt 4 und 5 genauer eingehen werde. (Landerl & Kaufmann, 2008)

4.3 Ursache nach Thiel

Thiel (2001) ergänzte die von Grisseman (1989 zit. n. Thiel) beschriebenen Ursachen von einer Rechenstörung. Grisseman geht davon aus, dass folgende Ursachen eine Rechenstörung auslösen können:

- kongentiale Ursachen
- neuropsychologische Ursachen
- soziokulturelle und familiäre Bedingungen
- schulische Ursachen
- neurotisch-psychogene Ursachen

4.3.1 Kongenitale Ursachen

Die Annahme, dass eine Rechenschwäche angeboren ist und genetisch bedingt sein kann, beruht auf Weinschenk (1970; zit. n. Thiel, 2001). Autorinnen und Autoren sind sich bei der Annahme, dass Rechenschwäche genetisch bzw. angeboren sein kann, nicht einig. Für die Förderungsmaßnahmen und die Therapie der Dyskalkulie sind kongenitale Ursachen kaum oder gar nicht mehr relevant, da sich diese später nicht mehr steuern lassen.

4.3.2 Neuropsychologische Ursachen

Zu dieser Ursache zählt Grisseemann (1989 zit. in Thiel, 2001) hauptsächlich die Teilleistungsschwächen, wie:

- visuelle Wahrnehmungsstörungen
- Speicherungsschwierigkeiten
- Automatisierungsschwierigkeiten
- impulsiver Kognitionsstil
- grafomotorische Störungen
- Richtungsstörungen des Rechnens

Auch wenn die einzelnen Funktionen unversehrt sind, kann es zu einer integrierten Funktionsstörung und damit zu einer Rechenschwäche kommen.

4.3.3 Soziokulturelle und familiäre Bedingungen

Diese vier Bedingungen geben laut Grisseemann (1989; zit. in Thiel, 2001, S.23) Hinweise auf eine Rechenschwäche:

- mangelnde Leistungsmotivation
- impulsiver Kognitionsstil
- Arbeitshaltung, Ausdauer
- sprachliche Schwierigkeiten

Viele amerikanische Autoren sprechen von einem geringen psychosozialen Einflussfaktor, jedoch Untersuchungen von Esser (1994; zit. n. Thiel, 2001, S.23) deuten auf einen eindeutigen Einfluss hin.

„In der Unterscheidung zwischen Kindern mit TLS und normalbegabten Kindern ohne TLS² spielten psychosoziale Faktoren also eine durchaus bedeutende Rolle. Insbesondere umweltabhängige Belastungen in der früheren Kindheit und chronische widrige familiäre Bedingungen waren bei Kindern mit TLS gehäuft zu beobachten.“ (Esser, 1994, S.57, zit. n. Thiel, 2001, S.23)

4.3.4 Schulische Ursachen

Dabei nennt Grisseemann (1989; zit. in Thiel, 2001, S.23) Ursachen, die erst in der Schule, oftmals im Zusammenhang mit andern Störfaktoren auftreten. Darunter versteht er:

² Teilleistungsschwäche

- Lücken in den Basisoperationen durch mangelnde Beschulungskontinuität, durch unterrichtliche Qualitätsmängel, Lücken als Folge der Irritation durch die neue Mathematik
- Mangelnde operative Flexibilität infolge Drillrechnens
- Erhöhte schulische Misserfolgsängstlichkeit.

Gerster (1997, zit. n. Thiel, 2001) geht davon aus, dass Lernschwierigkeiten meistens Lehr-Lernschwierigkeiten sind. Schüler und Schülerinnen sind von Lernschwierigkeiten betroffen, weil die Schule Lehrschwierigkeiten hat, das heißt, dass die Schule oftmals ungenügend eingerichtet ist, um für die Lernfortschritte der Kinder zu sorgen und ihren Beitrag am Scheitern der Schülerinnen und Schüler nicht verborgen bleibt.

Solche Lernhindernisse im Mathematikunterricht der Grundschule wurden von Lörcher (1990, zit. n. Thiel, 2001, S.24) beschrieben:

„1. Lernhindernisse bei der Informationsaufnahme

- Verwendung unbekannter Elemente
- Verwendung schwer deutbarer Elemente
- Fehlende Stabilität

2.Lernhindernisse bei der Informationsverarbeitung

- Fehlende Erklärungen
- Fehlende Vorbereitung auf den Gebrauch von Hilfsmitteln
- Zu große Komplexität
- Einbau unnötiger Schwierigkeiten
- Fehlende Vorbereitung auf Fehler“

Schwarzer (1980; zit. n. Thiel, 2001) betont die Bedeutung von Vorkenntnissen. Didaktische Mängel können die Schulschwierigkeiten deutlich erhöhen, da es durch verschiedene Ziele, Inhalte und Methode des Unterrichts zu erhöhten individuellen Unterschieden kommen kann. Eine zentrale Rolle spielen die Auswahl und deren Lehrziele, da sich daraus ein spezifischer Leistungsdruck entwickeln kann, beispielsweise wenn die von der Lehrperson gestellten Ziele zu anspruchsvoll oder zu viele sind und in der besprochenen Zeit nicht absolviert werden könnten. Das ist jedoch sehr problematisch, wenn der Unterricht lehrgangsartig strukturiert ist und jedes Lehrziel von den bereits vorhergegangenen anknüpft bzw. abhängt. Dabei könnte es zu Vorkenntnislücken kommen, aus denen sich dann Defizite anhäufen, wenn keine unterstützenden pädagogischen Interventionen angewendet werden.

In der Regel werden meistens für alle Schülerinnen und Schüler dieselben Lehrziele ausgesucht und die fähigkeits- und bedürfnisgerechte Abstimmung der Interventionen von Lehrpersonen und Schülerinnen und Schüler missachtet.

Laut Kutzer (1999; zit. n. Thiel, 2001, S.24) basiert Lernversagen auf didaktischen Fehlentscheidungen, die allerdings nicht nur auf die Lehrpersonen, sondern auf den lernpsychologischen und didaktischen Forschungsstand zurückzuführen sind.

4.3.5 Neurotisch-psychogene Ursachen

„Nach psychoanalytische Auffassung verstehen wir unter der Neurose ein intrapsychisch ablaufendes Geschehen, bei dem einander wiederstrebende Kräfte wirksam sind. Antriebe, Strebungen, Tendenzen, aber auch Motive sind so konstelliert, dass die Bewältigung und Lösung der sich ergebenden Situation unmöglich ist [...]“ (Thiel, 2001, S. 25)

„In manchen Fällen kommt daraufhin der Entwicklungsfluss zum Sistieren und solche Fixierungen wirken sich als Entwicklungsbremse aus. Also: intrapsychischer Konflikt, Energieverlust, Repetition des Symptoms und Symbolisierung des Konfliktes; das und nur das, wollen wir als Neurose bezeichnen.“ (Spiel, 1977, S. 135, zit. n. Thiel, 2001, S.25)

Aus dieser Definition lassen sich drei Komponenten für Lernstörungen ableiten:

1. „Der Verlust an frei zur Verfügung stehender Energie, die zur Bewältigung motivationaler Prozesse gebraucht wird.“ Wegen der Konfliktsituation hat das Kind nur noch wenig Energie, um die Leistungsanforderungen zu erfüllen. Es wird unkonzentriert. Seine Motivation und sein Interesse sinken.
2. „Einschränkung der Bewältigungs- und Entfaltungsmöglichkeiten, was einer Fixierung und Erstarrung im erlernten Muster gleichkommt“. Informationsinhalte, die konfliktevozierend wirken könnten, werden abgewehrt. Die kreativen Fähigkeiten des Kindes sind reduziert.
3. „Symbolcharakter der Störung: Lernen und Üben bedeutete im gegenständlichen Fall etwas ganz Individuelles, Besonderes.““ (Spiel, 1977; zit. n. Thiel, 2001, S.25f)

„Grissemann (1989; zit. n. Thiel, 2001, S.26) nennt drei Störfaktoren, die sich bei neurotischen Entwicklungen innerhalb und/oder neben der Leistungsproblematik ausbilden können:

- Ängstlichkeit
- Angstabwehrmechanismen
- Komplexbezüge zum Rechnen“

4.3.6 Ungenügende Passung

Die alleinige Aufzählung von Defiziten in bestimmte Merkmalsbereiche zur Bestimmung als Ursachen für Lernschwierigkeiten ist nicht ausreichend, da die Ursachen für verminderte Leistungen im Mathematikunterricht sehr vielfältig und vernetzt sein können. (Schulz zit. n. Thiel, 2001, S.26)

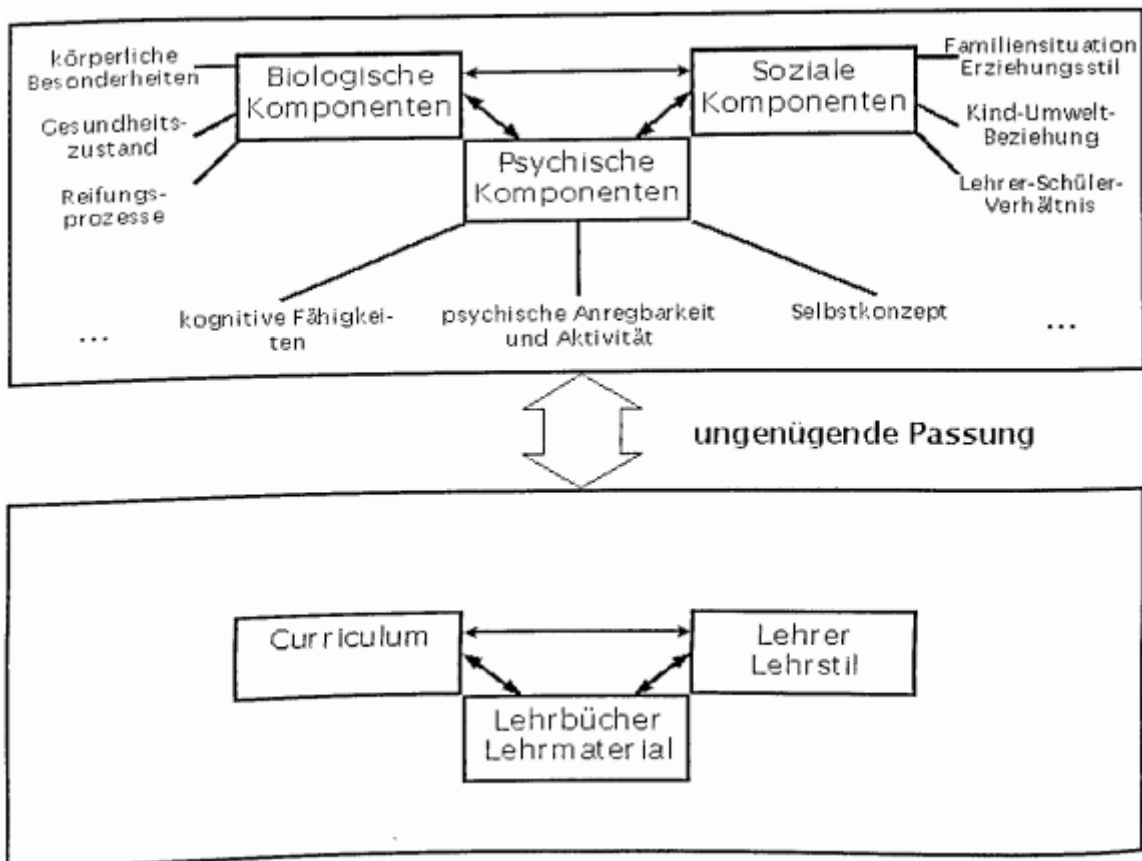


Abbildung 7 Ursachen für Lernschwierigkeiten (nach Schulz 1994b, S.6, zit. n. Thiel, 2001, S. 26)

Wie man in der obigen Abbildung erkennen kann, sind Ursachen für Lernschwierigkeiten im komplexen Zusammenspiel von psychischen, physischen und sozialen Faktoren der Schülerinnen und Schüler, sowie in den Bildungs- und Erziehungsprozessen gesetzten Bedingungen zu erkennen.

Lernschwierigkeiten sind keine Charakteristika der Schülerinnen oder Schüler, sondern treffen in bestimmten Situationen unter bestimmten Bedingungen auf, die deshalb auch situationsbezogen analysiert und charakterisiert werden sollten.

„Erst eine ungenügende Passung der Voraussetzungen des Lernenden mit den Lernanforderungen führt zum Auftreten und zur Verfestigung von Schwierigkeiten.“ (Schulz 1994b, S.6f zit. n. Thiel, 2001, S.27)

Gerster und Schulz sind einer Meinung. (Gerster; 1997 & Schulz; 1995 zit. n. Thiel, 2001, S.27) Schulz beschreibt die in der Abbildung genannten Komponenten:

- „Biologische Komponenten: „Für einen optimalen Ablauf von psychischen Prozessen sind ein funktionsfähiges Zentralnervensystem (ZNS) und ein intaktes Sinnessystem erforderlich.“
- Psychische Komponenten der Persönlichkeit lassen sich in kognitive und nicht-kognitive Faktoren aufgliedern. Zu den kognitiven Faktoren gehören Intelligenz, Fähigkeiten der Informationsaufnahme und –verarbeitung, Wissensstruktur und Strategien, Stützfunktionen wie Konzentration und Gedächtnis. Zu den nicht-kognitiven Faktoren gehören Motivation, Einstellungen, Werte, Haltung, Arbeitsverhalten, Selbstkonzept“.
- Soziale Komponenten: „Dazu gehören zum Beispiel die Lernumwelt sowie Gestaltung und Wirkung familiärer und schulischer Sozialisationsprozesse.“
- Zu den Ursachen für Lernschwierigkeiten, die sich nicht unmittelbar auf die Person des Schülers beziehen lassen, gehören u.a. die fachliche und didaktische Kompetenz des Lehrers, die von ihm ausgewählten und benutzten Lehrbücher und anderen Lehrmaterialien, das Curriculum sowie schulorganisatorische Bedingungen wie Klassengröße, Lehrerwechsel, Anzahl der Stunden u.ä.“ (S.19)“ (Schulz, 1995 zit. n. Thiel, 2001, S.27)

4.4 Ursachen nach Spiegel und Selter

Laut Spiegel und Selter (2011) lassen sich keine Ursachen finden, die zwangsläufig eine Rechenschwäche als Folge haben. Eine Rechenschwäche entwickelt sich nicht aus Zufall, sondern es gibt Risikofaktoren, die durch das Zusammenwirken, Schwierigkeiten im Rechnen auslösen können. Treten die in Folge beschriebenen Faktoren auf, heißt es natürlich nicht, dass man mit Sicherheit von einer Rechenschwäche betroffen ist, sowie auch dass nicht alle drei Faktorenbündel bei einem Kind mit einer Rechenschwäche auftreten müssen.

Individuelle Risikofaktoren

Beispiele für individuelle Risikofaktoren sind neurologische Fehlleistungen (z.B. Wahrnehmungsstörungen), Mathematikangst, mangelndes Selbstvertrauen in die eigenen Lernmöglichkeiten, Schwierigkeit die Motivation und Aufmerksamkeit hochzuhalten, Probleme bei der Aufnahme und Speicherung von Informationen im Langzeitgedächtnis und auch im Kurzzeitgedächtnis, Beeinträchtigung im Hören und Sehen.

Didaktische Risikofaktoren

Didaktische Faktoren werden als Ursache häufig unterschätzt. Verständnisprobleme zwischen dem Erwachsenen und dem Kind können dies auslösen. Beispielsweise unverständ-

liche Aufgabenstellungen in unübersichtlichen Schulbüchern, das Beharren auf bestimmten Lösungs- Denkwegen, kein guter Einsatz von Medien, eine zu frühe Behandlung von Darstellungen oder unpassenden Materialien. Vereinfachungen können für manche Kinder auch zur Erschwerung führen. In der Schule müssen es nicht unbedingt Schwierigkeiten in der Mathematik sein, sondern es können auch Schwierigkeiten mit dem Mathematikunterricht sein. Ebenso können persönliche Probleme mit der Lehrperson, mangelnde Bereitschaft oder Kompetenz einer Lehrkraft, die sich nicht auf die teilweise fehlerhaften Denkwege von den Kindern einlässt, zur Entstehung einer Rechenschwäche führen.

Eine verfehlte Übungspraxis kann ebenso eine Lernschwierigkeit verstärken. „Etwa ein frühes Abkoppeln von anschaulichen Darstellungen, nicht ausreichende Anregungen, um sich vom zählenden Rechnen zu lösen oder die Überhäufung mit Übungsaufgaben, die nicht auf individuelle Schwierigkeiten eingehen.“ (Spiegel & Selter, 2011, S. 93)

Ein weiterer didaktischer Faktor könnte auch eine Missachtung des Entwicklungsstandes des Kindes in Bezug auf das Unterrichtsangebot sein.

Familiäre und soziale Risikofaktoren

Darunter fallen beispielsweise die Unselbständigkeit durch überbesorgte Eltern, mangelnde Voraussetzungen für erfolgreiches Lernen (eigener Arbeitsplatz), das Erzeugen von Angstzustände vor Misserfolg, psychische Belastungen durch schwere familiäre Situationen (Scheidung, Tod), außerschulische Überanstrengung oder soziale Isolation.

4.5 Arten von Lernschwierigkeiten, die den Mathematikunterricht und die Rechenschwäche beeinflussen können

Lernschwierigkeiten wirken sich bei jedem Kind individuell aus, weshalb der Mathematikunterricht auf verschiedenste Weise beeinflusst werden kann. Im Anschluss werde ich ein paar der bekanntesten und häufigsten auftretenden Lernschwierigkeiten, die den Mathematikunterricht und eine Rechenschwäche beeinflussen können, nennen.

- **Allgemeine Lernschwäche**
Unter einer Lernschwäche versteht man die Schwierigkeit die Grundlage des Lesens, Schreiben und Rechnen zu lernen. Durch diese Schwierigkeiten gelingt es den Schülerinnen und Schülern nicht, problemlos am Unterricht teilzunehmen, weshalb sie dem Leistungsstand der Klassenkameraden zurück liegen. (SCOYO ELTERN! Magazin, 2018)
- **Dyslexie (Lesestörung)**
Umfasst ein eingeschränktes Verstehen von gelesenen Texten und vermehrten Rechtschreibfehlern. (Petermann, Knievel, & Tischler, 2010)
- **Dyskalkulie (Rechenstörung)**

Siehe Kapitel 2.

- Legasthenie
„Mit dem Begriff "Legasthenie" - in der Fachwelt wird korrekterweise von "Lese-/ Rechtschreib-Störung" (LRS) gesprochen - wird eine Störung bezeichnet, die durch ausgeprägte und nachhaltige Schwierigkeiten beim Erlernen des Lesens und / oder des Rechtschreibens gekennzeichnet ist.“ (Kerschbaumer, 2018)
- Lese und Rechtschreibstörung
„Nach dem internationalen Klassifikationsschema ICD-10 der Weltgesundheitsorganisation (WHO) ist eine umschriebene Lese- und Rechtschreibstörung vorhanden, wenn anhaltende und eindeutige Schwächen im Bereich der Lese- und Rechtschreibung nicht auf das Entwicklungsalter, eine unterdurchschnittliche Intelligenz, fehlende Beschulung, psychische Erkrankungen oder Hirnschädigungen zurückzuführen sind. [...] Diese äußert sich in Leistungsdefiziten des Leseverständnisses und der Fähigkeit, gelesene Worte wiederzuerkennen und vorzulesen sowie in Bereichen, die die Lesefähigkeiten erfordern. Außerdem wird betont, dass die Lesestörung meist gemeinsam mit einer Rechtschreibstörung auftritt. Die isolierte Rechtschreibstörung zeigt sich nach ICD-10 durch Leistungsdefizite im Buchstabieren und in der korrekten Wortschreibung. Diese Beeinträchtigung kann auch unabhängig und ohne beobachtbaren Schwächen im Lesen isoliert auftreten.“ (Bundesverband Legasthenie & Dyskalkulie e.V., 2018)
- Sprachstörung
Dabei sind Schwierigkeiten im Textverständnis, sowie das richtige Verständnis von gesprochener Sprache und die Gedanken wörtlich auszudrücken gemeint. (Petermann, Knievel, & Tischler, 2010)
- Nichtsprachliche Lernstörung
„Die nichtsprachliche Lernstörung umfasst verschiedene kognitive Defizite, die sich primär auf visuelle und taktile Schwierigkeiten beziehen, aber auch Beeinträchtigungen in der Flexibilität des Denkens und der Psychomotorik berücksichtigen.“ (Knievel & Petermann, 2008, S. 126)
- Visuelle Wahrnehmungsstörung
Darunter fallen Vertauschungen von Buchstaben wie p mit q und b mit d, das nicht fehlerfreie Abschreiben, das Verlieren der Zeile beim Lesen und das Klagen über Augenschmerzen und –stechen. (Petermann, Knievel, & Tischler, 2010)

- Underachievement

„Als Underachiever werden Schülerinnen bzw. Schüler bezeichnet, die ihren schulischen Leistungen (Noten und Schulleistungstests) weit hinter dem Niveau ihrer intellektuellen Grundfähigkeiten (Intelligenz) zurückbleiben. In der Schule schöpfen sie ihr Lernpotenzial nicht annähernd aus.“ (Brunstein & Glaser, 2014, S. 33)

5 Diagnostik

Die Grundlage des diagnostischen Prozesses zur Feststellung einer Rechenschwäche orientiert sich an der Klassifikation nach ICD-10 und an den Leitlinien der Deutschen Gesellschaft für Kinder- und Jugendpsychiatrie. Die Durchführung von standardisierten Mathematiktests ist der erste Schritt in Richtung einer Diagnose. Allerdings wird eine mehrdimensionale Diagnostik empfohlen. Das bedeutet, dass neben der Überprüfung des Entwicklungsstandes im Bereich der Zahlenverarbeitung und des Rechnens auch die nichtnumerischen Kompetenzen, wie die visuelle-räumliche Fähigkeit, die Sprachfähigkeit, allgemeine Problemlösefähigkeit sowie auch die psychoemotionale Befindlichkeit abgeklärt werden sollten. „Ziel des diagnostischen Prozesses ist die Feststellung des Ist-Zustandes, also der Stärken und Schwächen eines Kindes in allen Bereichen, die für die Erstellung eines geeigneten Interventionsprogramms, sowie für die Erstellung einer Prognose der weiteren Entwicklung relevant sein können.“ (Landerl & Kaufmann, 2008, S. 148)

In der Diagnostik ist es wichtig, dass man nicht nur die von den Kindern erzielten Ergebnisse mit richtig, fast richtig oder falsch bewertet, sondern die Vorstellungen und Tätigkeiten der Kinder beim Rechnen analysiert. Man soll also versuchen zu verstehen, wie ein Kind zu diesem Ergebnis kommt. Kinder verfügen über eine Menge von Kompensationsstrategien, um Aufgaben richtig zu bewältigen. Es macht also einen entscheidenden Unterschied, ob das Kind Aufgaben zum Beispiel durch Zählen oder „echtes“ Rechnen lösen kann. Dabei ist es besonders hilfreich, wenn man die Kinder schon im Unterricht dazu ermutigt, über ihre Lösungswege nachzudenken. (Dusseldorf, 2017)

Diagnose und Förderung sind heute pädagogisch-didaktische Grundvoraussetzungen für den Unterricht in allen Schularten und Klassen. Dabei sollen die Schülerinnen und Schüler mit ihren Bedürfnissen und Perspektiven im Mittelpunkt des Lernprozesses stehen. (Bauer, 2009)

Bauer (2009) versteht unter einer Diagnose, die Lernprozesse genau zu beobachten und kritisch zu überprüfen, eine systematische Beschreibung der wichtigsten Variablen und die Wirkungszusammenhänge der Lernprozesse zusammenfassend beurteilen.

Die nun unten angeführten Elemente bilden die Grundlage für einen diagnostischen Prozess zur Überprüfung bei Verdacht auf eine Rechenschwäche:

- | |
|---|
| <ol style="list-style-type: none">1. Durchführung eines standardisierten Mathematikleistungstests und/oder Dyskalkulie-Tests2. Durchführung eines Intelligenztestes3. Durchführung eines Arbeitsgedächtnistests4. Psychologische Abklärung von Prüfungs-/Mathematikangst und weiterer psychischer Auffälligkeiten (z.B. Depression, Angststörung, psychosomatische Beschwerden, etc.)5. Bei Verdacht: Durchführung eines Konzentrations- und Aufmerksamkeitstests6. Bei Verdacht: Durchführung eines Lese-Rechtschreibtests7. Kinderärztliche Überprüfung der Seh- und Hörleistung ggf. neurologische Untersuchung8. Ausführliches anamnestisches Gespräch mit den Eltern9. Wenn möglich: Befragung der Mathematiklehrerin/ des Mathematiklehrers |
|---|

Abbildung 8 Elemente des diagnostischen Prozesses bei Verdacht einer Rechenschwäche (in Anlehnung nach Lambert, 2015, S.120f)

Es existieren zahlreiche Tests zur Testung einer Rechenschwäche, auf die ich jedoch in meiner Arbeit nicht genauer eingehen werde.

Der diagnostische Prozess sollte von geschulten Fachkräften wie Schulpsychologinnen und -psychologen, geschulten Lehrpersonen oder Dyskalkulietherapeutinnen und -therapeuten durchgeführt werden (Dusseldorf, 2017) Am Ende des diagnostischen Prozesses sollte ein umfassendes Befundgespräch mit den Eltern und eventuell mit der Mathematiklehrperson stattfinden. Dabei sollte über eine ausführliche Darstellung der Testergebnisse und eine mögliche weitere Intervention gesprochen werden. Dabei sollen die Eltern über konkrete Fördermöglichkeiten und Kostenübernahme einer Dyskalkulie-Therapie informiert werden. (Lambert, 2015)

3. Begrenzte Aufnahmekapazität des Arbeitsspeichers
4. Die überragende Bedeutung der Emotionen beim Lernen
5. Das häufig vergessene Wiederholen- Automatisierung durch ausreichendes Wiederholen“ (Born & Oehler, 2011, S. 112)

Eine umfassende Diagnostik ist die Grundlage für eine angemessene Dyskalkulie-Therapie, da sind sich die Autorinnen und Autoren einig. (z.B. Jacobs & Petermann, 2007). Aus der Dyskalkulie-Therapie ist bekannt, dass man Rechnen durch Rechnen lernt, darüber hinaus wird jedoch diskutiert, ob man das Konzeptwissen, also warum man eine Aufgabe so rechnet oder das prozedurale Wissen, wie etwas gerechnet werden muss, angehen muss. Aus der Praxis lässt sich jedoch schließen, dass Kinder mit einer Rechenschwäche mehr davon profitieren, wenn sie wissen, warum eine Regel angewendet wird. Dabei sollte die Erklärung kindgerecht erfolgen, die jedoch nicht unbedingt mathematisch-logisch, historisch einwandfrei sein muss, dabei geht es mehr darum, dass es für das Kind sinnstiftend ist. (Jacobs & Petermann, 2007)

Die Förderung eines Kindes mit einer Rechenschwäche muss individuell auf das Kind gerichtet sein. Das heißt, es muss auf die individuellen Voraussetzungen und Bedürfnisse des Kindes abgestimmt sein. Dies ist allerdings ein langfristiger Prozess.

Es gibt nicht die eine Rechenschwäche, jedes Kind ist individuell von dieser Schwäche betroffen, deshalb muss auch jeder Fall einzeln und genau analysiert werden. Dies bezieht sich natürlich auch auf die Anschauungsmittel beim Lernen.

Aus der Sicht der Mathematikdidaktik sollten sich also die Förderinhalte aus den Symptomen der Rechenschwäche ableiten und deshalb jeder Fall individuell in Betracht gezogen werden sollte. (Lesemann, 2016)

In der Regel reicht also eine individuelle Förderung für rechenschwache Kinder im normalen Schulunterricht nicht aus, weshalb eine zusätzliche außerschulische Förderung notwendig ist. (Käpnick, 2014)

Auch Kaufmann und Aster (2012) schreibt, dass es aufgrund der Heterogenität von Rechenstörungen sowie damit verbundenen komorbiden Störungen ein komplexes Programm zur Förderung und Behandlung einer Rechenschwäche kommen muss.

„Eine erfolgreiche und nachhaltige Intervention sollte deshalb entlang der diagnostischen Befunde maßgeschneidert, an individuelle kognitive Funktionsprofile und Symptomausprägungen angepasst sein und gegebenenfalls auch psychotherapeutische und medikamentöse Maßnahmen einschließen, wenn der Schweregrad beleitender

psychopathologischer Symptome (zum Beispiel Angst, Depressivität, ADHS) die nahelegt.“ (Kaufmann & Aster, 2012, S. 773)

Die basisnumerische Fertigkeit, der Aufbau und die Festigung der Zahlenraumvorstellungen, die Entwicklung des arithmetischen Verständnisses, das prozedurale Wissen und das Automatisieren von Faktenwissen stehen laut Kaufmann (2012) im Zentrum, der zu behandelnden Fähigkeiten. Dass an den oben erwähnten Fähigkeiten, zur Förderung mathematischer Leistung, angesetzt werden sollte, wird auch von anderen Autoren wie Jacobs & Petermann (2007) und Born & Oehler (2009) geschrieben.

Die von Ise et al. (2012) durchgeführte Metaanalyse, die acht Studien mit 10 unterschiedlichen Kontrollgruppen und 328 rechenschwachen Kindern umfasst, stellt folgende Fakten zur Förderung von rechenschwachen Kindern dar. Es wurden Studien zur Durchführung der Intervention, Interventionsleiter, Dauer und Umfang und Förderprogramm ausgewertet.

Die Durchführung der Interventionen zeigen signifikante Unterschiede in verschiedenen Subgruppen. Das wirksamste Förderungssetting, also die größte mittlere Effektstärke, zeigte die Einzelförderung gefolgt von der PC-Förderung, Gruppenförderung und dem Klassenunterricht. Statistisch abgesichert waren allerdings nur die Einzelförderung. Ebenso zeigten sich signifikante Unterschiede bezüglich des Interventionsleiters. Die größte mittlere Effektstärke konnte sich bei den Rechenschwächetherapeuten und bei einer Studie, bei der keine Angaben bezüglich des Leiters gegeben wurden, zeigen. Bezüglich der Dauer und des Umfangs der Förderung ergaben sich ebenfalls signifikante Unterschiede. Eine Förderdauer, die über 10 Wochen stattgefunden hat, zeigte eine deutlich höhere mittlere Effektstärke als die unter 10 Wochen. Ebenso ist die mittlere Effektstärke bei einem Umfang von mehr als 600 Minuten deutlich höher als bei Studien, in denen der Gesamtumfang geringer als 600 Minuten war. Keine signifikanten Subgruppenunterschiede zeigten sich bei den eingesetzten Testverfahren, sowie bei dem Maß der Rechenleistungen, wobei die selbstentwickelten Testverfahren und die Ergebnisse, die in standardisierten Werte dargestellt wurden, nicht statistisch abgesichert waren. Die einzelnen Studien haben auch den langfristigen Effekt untersucht. Dabei gab es Unterschiede zwischen den einzelnen Studien. Ein Wissenschaftler untersuchte die Wirksamkeit eines nicht-curricularen Förderprogramms (MZZ³) und stellte nach einer fünfwochigen Förderung keine Transfereffekte der Rechenleistung fest, jedoch nach einer drei Monate späteren Follow-up Erhebung. In einer anderen Studie zeigten sich jedoch

³ Programmbeschreibung in Kapitel 7.10

direkt nach Abschluss desselben Förderprogramms, mit jedoch zwei Kontrollgruppen, die sich lediglich nur durch den Interventionsleiter unterscheiden, in beiden Gruppen bessere Transfereffekte. Nach einer sechswöchigen Follow-up Erhebung ist bei beiden Gruppen die Effektstärke noch weiter angestiegen. Auch in einer Studie, die das Dortmunder Zahlbegriffstraining⁴ untersuchten, wurde nach 5-6 Wochen einen Transfereffekt erbracht. (Ise, Dolle, Pixner, & Schulte-Körne, 2012)

Ähnliche Ergebnisse liefert auch eine Übersichtssudie der niederländischen Dyskalkulieexperten Kroesbergen und van Luit (2003). Sie testeten die Effektstärken von den Inhalten der Intervention, Design, Instruktionsart und die Dauer. Dabei wurden 58 Interventionsstudien mit Daten von 2509 Kindern mit maximal 12 Jahren, die von mathematischen Lernschwierigkeiten betroffen sind, untersucht. In 13 der insgesamt 58 Studien wurden die numerischen Vorläuferfertigkeiten vermittelt, in 31 Studien die mathematischen Basisfertigkeiten und in 17 Studien arithmetisches Problemlösen. Bei den mathematischen Basisfertigkeiten erwies sich die höchste Effektstärke. Jedoch ist zu berücksichtigen, dass die Basisfertigkeiten am einfachsten zu vermitteln sind und die Grundlage für jede weitere Fähigkeit darstellt. Einzelförderung sowie die Wissensvermittlung durch eine Lehrperson erwiesen sich ebenfalls effektiver als gruppenorientierte Förderung und computerunterstützte Programme. Die optimale Dauer einer Förderung muss in zukünftigen Studien noch genauer untersucht werden. Kroesbergen und Luit (2013) schreiben, dass die Dauer von der breite des Spektrums, der zu vermittelnden Fähigkeiten, abhängt. Dass für die Vermittlung von Vorläuferfertigkeiten eine kürzere Förderdauer notwendig ist, ist darauf zurückzuführen, dass hier sehr spezifische Fertigkeiten trainiert werden und nicht ein sehr breites Spektrum an Fähigkeiten. In den meisten Förderprogrammen werden jedoch mehrere Bereiche gefördert, weshalb auch längere Förderintervalle zu besseren Ergebnissen führen. (Kroesbergen & Van Luit, 2003)

6.2 Prävention

Die beste Förderung von Kindern mit einer Rechenschwäche ist die Prävention im Unterricht. Einen aufmerksamen Blick auf einzelne Kinder, Differenzierung und mathematische Inhalte verstehen und nicht „nur“ trainieren, können oft eine Entstehung von einer Rechenschwäche verhindern. Dies bedeutet natürlich nicht, dass die Lehrpersonen schuld sind, wenn ein Kind von Dyskalkulie betroffen ist. Auch der didaktisch beste Unterricht kann manchmal eine Rechenschwäche nicht verhindern. Der erste Schritt zur Förderung ist eine möglichst rasche bzw. frühe Erkennung des Problems, um die Verständnislücken möglichst gering zu halten. (Leuders, 2017)

⁴ Programmbeschreibung in Kapitel 7.7

Der Zeitpunkt der Erkennung ist natürlich sehr ausschlaggebend.
„Je früher gezielte Gegenmaßnahmen ergriffen werden,

- umso rascher und mit umso geringerem Aufwand können in der Förderung Erfolge erzielt werden,
- umso größer sind also die Chancen für das betroffene Kind,
- umso geringer ist also das Risiko, dass es zu Folgeproblemen im Bereich der Psyche, der Motivation... kommt.“ (Das Recheninstitut zur Förderung mathematischen Denkens, 2018)

Auch Lambert (2015) vertritt die Meinung, dass man möglichst früh mit einer Förderung beginnen sollte. Kinder besitzen bereits vor dem Eintreten in die Schule mathematische Kompetenzen. Besonders Kinder aus sozial schwächeren Familien weisen oft Defizite in diesen Basiskompetenzen auf, die in weiterer Folge zur einer Rechenstörung führen können. Daraus kann man schließen, dass die davon betroffenen Kinder in der Schule nicht ausreichend gefördert werden können, um die Verständnislücken zu schließen. (z.B. Jordan & Levine, 2009, zit. n. Lambert, 2015) Auf die Vermeidung von Rechenstörungen im Unterricht werde ich im Kapitel 6.2.1 genauer eingehen. (Lambert, 2015)

Schwache Leistungen in der Mathematik können bis zur Oberstufe erhalten bleiben. Dyskalkulie wird jedoch oft erst in der dritten und vierten Klasse Volksschule diagnostiziert, woraufhin die Schüler und Schülerinnen oft erst spät eine Förderung erhalten und deshalb der zukünftige Handlungsbedarf sehr groß ist. Häufig treten in den Bereichen Defizite auf, die präventiv behandelbar gewesen wären. Die oft zu spät gestellte Diagnose ist oft ausschlaggebend dafür, dass sich Kinder ungünstige oder auch falsche Rechenstrategien aneignen und verfestigen. Ebenso kann es durch die angehäuften Misserfolge zur Verzweiflung und/oder Mathematikängste oder allgemeiner Schulangst kommen. Eine Rechenstörung tritt meistens mit einer Begleiterkrankung auf, welche die Therapiezeit verlängert. (Jacobs & Petermann, 2007)

Welchen Umfang, Dauer und Inhalte eine Dyskalkulietherapie beinhaltet wird im Kapitel 6.5 beschrieben.

Eine weitere präventive Maßnahme gegen Rechenschwäche kann der Aufbau der Lernschritte sein. Dabei ist der Aufbau der Rechendidaktik, der Reihenfolge von arithmetischen Inhalten gemeint. In vielen Büchern findet man als ersten Schritt das Zerlegen von Zahlen, dies wird jedoch von Kühnel (zit. n. Dreher, 2010) kritisiert. Kinder lösen Aufgaben oft durch abzählen, jedoch ist es das Ziel von dieser Fehlstrategie

wegzukommen. Um ein richtiges Verständnis von Zahlen und Mengen aufzubauen, verfolgten viele Autoren die Abfolge dieser Lernschritte:

1. Entwicklung des Zahlenbegriffes durch handelndes und sprechendes Zählen, anschließend Aufschreiben der Zahlen in Ziffern.
2. Dazu und Wegnehmen als Operation zuerst handelnd und sprechend, dann im Kopf und zum Schluss schriftlich.
3. „Kleiner Zehnerübergang“ durch eine Addition, die kleiner als 4 ist. (Dabei können die Kinder beobachten bzw. üben wie sich Zweier-, Dreier- und Viererschritte auf das Zehnersystem auswirken)
4. Zuerst handelnd und sprechend sich mit dem Zerlegen und Ergänzen als Operation vertraut machen und anschließend im Kopf und zum Schluss wieder schriftlich
5. „Großer Zehnerübergang“
6. Multiplikation, zuerst handelnd und sprechend, anschließend im Kopf und als Letztes schriftlich.
7. Zuletzt das Teilen und Messen in gewöhnlicher Reihenfolge (Dreher, 2010)

6.2.1 Aufgabe der Schule- Anregung zur Vermeidung von Dyskalkulie

Gaidoschik (2012) schreibt in seinem Buch „Rechenschwäche- Dyskalkulie“ über Anregungen zur Vermeidung und Vorbeugung von Rechenschwäche. Er bietet Antworten auf die Fragen wie zum Beispiel „Was kann eine Lehrperson dazu beitragen, um eine Rechenschwäche in einer Klasse zu vermeiden oder entgegenzuwirken?“

Die Förderung des mengen- und zahlenbezogenen Vorwissens ist eine präventive Maßnahme, die den Schulstart für Kinder erleichtern kann. Das Bundesministerium für Bildung schreibt in ihrer Handreichung „Die schulische Behandlung der Rechenschwäche“, dass in den ersten Schulwochen der Fokus auf die Zählkompetenz, sowie die Beziehung zu den Zahlennachbarn und Zusammensetzung gelegt werden sollte, weil dies die Grundlage zum Rechnenlernen ist. (Neuner-Heiss, 2017)

Absichern der Eins-zu-eins-Zuordnung sowie der quantitativen Grundbegriffe „gleich viel“, „mehr“ und „weniger“

Viele Kinder wissen bereits beim Schuleintritt nicht, was diese Grundbegriffe bedeuten. Sie sehen diese als Eigenschaften und nicht als Relationen. Sie verstehen also nicht, dass wenn eine Menge mehr ist, dass die andere weniger sein muss. Die Relationalzahl ist ihnen nicht bekannt. Sie können also nicht erkennen, um wie viel eine Menge mehr ist als die andere. Dies kann durch die unten angeführten Teilschritte gefördert werden:

- Vergleichen zweier ungeordnete Anzahlen ohne Zählen

- Alltagsbezogene Zuordnungen
- Das Kind soll selbst mit verschiedene Materialien Zuordnungen durchführen
- Zuordnung muss auch ohne inhaltliche Begründung erfolgen
- Anzahlvergleiche bei gleichbleibender, reduzierter oder erweiterter Mengen (die Begriffe „mehr“, „weniger“ und „gleich viel“ sollen verstanden werden) (Gaidoschik, 2012)

Erarbeitung des Zahlverständnisses

Das Verstehen einer Zahl als „wie viel?“ und „der wievielte“, also eine Zahl als Menge bzw. Kardinalzahl und eine Zahl als Rang bzw. als Ordinalzahl muss gefördert werden. Ebenso wie die Zahlenbeziehungen zueinander. (z.B. 7 ist um 1 mehr als 6; 7 ist um 1 weniger als 8; kann zerlegt werden in $4+3, 5+2, 6+1$)

Das simulante Erfassen einer ungeordneten Menge soll im Unterricht gefordert werden, damit die Kinder sich eine strukturierte Zahlenauffassung anschaffen.

Weiteres sind das Einbauen von Schätzaufgaben, Überschlagsrechnungen etc. in den Unterricht von großer Bedeutung, denn somit können die Kinder ein Gefühl für Zahlen und Mengen entwickeln. (Neuner-Heiss, 2017)

Aufbau eines „Fingerbildes“ der Zahlen bis 10

Ein Kind soll eine Zahl kardinal auffassen können, damit ist gemeint, dass das Kind ein Beziehungsgeflecht zu den anderen Zahlen herstellt. Es muss also die Zahlen zerlegen können bzw. wissen, dass 8 in $7+1$, $6+2$ etc zerlegt werden kann. Ein Rangplatzdenkendes Kind hingegen verbindet die Zahl 8 mit 8 kommt vor 9 und nach 7. (Gaidoschik, 2012)

Um diesen Ansatz zu durchbrechen, sollte als erstes das Fingerbild der Zahl 5 (=alle Finger an einer Hand) und im zweiten Schritt die Zahl 10 (=alle Finger an beiden Händen zusammen) bearbeitet werden. Dabei ist das Ziel, dass die Kinder lernen, auf den Einsatz der Finger/ Hände zu verzichten. Wenn den Kindern bewusst wird, dass sie die Zahl 10 in zweimal Fünf teilen können, werden ihnen die nächsten Rechenschritte nicht mehr so schwer fallen. (Neuner-Heiss, 2017)

Allgemeines zum Materialeinsatz: und Erarbeitungsmaterial als „Leiter“ statt als „Krücke“

Visuelle Veranschaulichungen erleichtern den Kindern das Erlernen mathematischer Kompetenzen, da dadurch das Arbeitsgedächtnis weniger beansprucht wird und sie beim Umgang mit Mengen entsprechende Hilfsmittel bekommen. (Krajewski, 2005 zit. n. Neuner-Heiss, 2017) Diese Materialien dienen allerdings nicht zum Abzählen von Mengen, sondern sollen durch günstige Aufgabenstellungen und Denkanstöße zum Lösen der Aufgabe angewendet werden.

Dabei ist auch da das Ziel, dass der Einsatz der Materialien überflüssig wird. Dienen diese jedoch als heimliche Abzählhilfe, sollte dies nicht verboten werden, jedoch der Aufbau strukturierter Zahlen sollte wiederholt und geübt werden. (Neuner-Heiss, 2017)

Aufbau von Zahlwissen und Rechenfertigkeit im Zahlenraum 10 durch „vergleichendes Rechnen“

Das vergleichende Rechnen knüpft genau dort an, wo das Kind bereits über das Zählen hinaus ist. (Gaidoschik, 2012) Gaidoschik (2012) und Neuner- Heiss (2017 schreiben beide von diesen drei Schritten, um das zählende Rechnen zu überwinden:

1. der Aufbau eines gegliederten Zahl-Wissens (z.B. „6“ besteht aus $4+2$ - folgt $6-4=2$)
2. das Auswendigmerken von Zahlverknüpfungen (z.B. $3+3=6$, $3+4=7$...) soll gefestigt werden
3. die Kinder sollen zum vergleichenden Rechnen befähigt werden und das Zählen dabei überflüssig werden lassen

Zahlenzerlegen durch Einsicht in die Zerlegungs-Handlung

„Eine tragfähige Zahlauffassung besteht, wie ausgeführt, darin, dass ein Kind diese Zahl in ihren Bezügen zu anderen Zahlen denkt. Die dafür wesentliche Verknüpfung ist das Zahlenzerlegen: „8“ beispielsweise ist erst dann hinreichend verstanden, wenn dabei „ $7+1$ “, „ $6+2$ “, „ $5+3$ “ .. selbstverständlich mitgedacht wird.“ (Gaidoschik, 2012, S. 78) Wenn sich ein Kind also bei einer Zahl auf ihren Rangplatz fixiert, hat es dies nicht verstanden. Dabei ist es wichtig, dass man das „innere Fingerbild“ der Zahlen 6-9 wiederholt und anschließend bildet das „innere Fingerbild“ die Grundlage zum Erlernen des Verständnis für die Zahlenzerlegung. Hat man bereits verstanden bzw. die Vorstellung, dass 6 aus $5+1$ oder 7 als $5+2$ zerlegt werden kann, liegt ja bereits das Verständnis für eine Zerlegung vor. Um jedoch das Verständnis für mehrere Möglichkeiten der Zahlenzerlegung zu bekommen, benötigt es weitere Schritte. Dies lässt sich am besten durch Veranschauungsmaterial wie zum Beispiel eine Kugelskette erarbeiten. Als Fortsetzung des „Fingerbildes“ eignet sich eine farbliche Gliederung in „ $5+x$ “ für die Zahlen von 6 bis 9, weiteres empfiehlt sich für jede Zahl eine eigene Zahlenkette zu verwenden. Wichtiger als das Veranschauungsmaterial ist natürlich wieder, wie man dabei vorgeht:

- Es muss die Einsicht erarbeitet oder abgesichert werden, dass eine bestimmte Anzahl an Kugeln in zwei kleinere Anzahlen zerlegt werden kann und dass diese durch das Verschieben der Kugeln beliebig verändert werden kann ohne Veränderung der Gesamtanzahl der Kugeln.

- „Nachbarzerlegung“ muss verstanden werden. Das heißt, es wird genau eine Kugel auf die andere Seite geschoben, dadurch wird die Teilanzahl der einen Seite um 1 weniger und die andere um 1 erhöht.
- Eigenständiges Verschieben unter einer Anleitung und mit der Ausgangszerlegung vergleichen
- „Handeln in der Vorstellung“ soll erfolgen. Das heißt, dass man vom Materialeinsatz wieder wegkommen soll. Ausgangslage ist zum Beispiel die „Handzerlegung“, diese wird durch die Kugelskette ersetzt und anschließend sollte die Kette unter einem Tuch verdeckt werden. Dabei verschiebt das Kind unter dem Tuch eine Kugel und soll versuchen die neue Zerlegung bekanntzugeben.

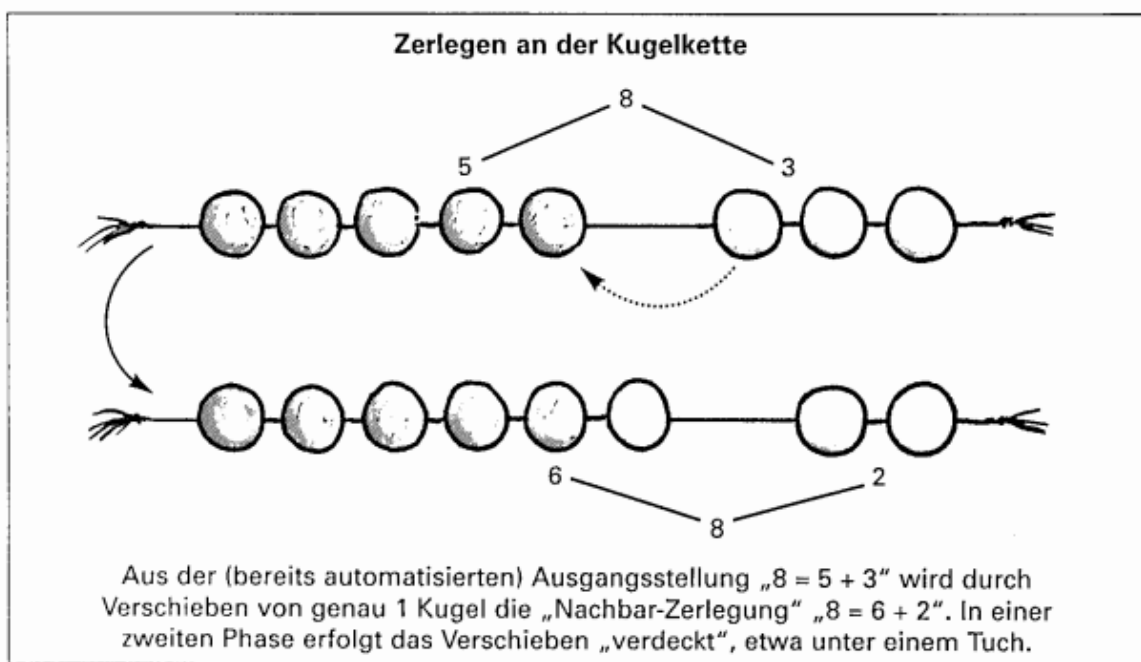


Abbildung 10 Kugelskette (Gaidoschik, 2012, S. 80)

- Fällt dies einem Kind schwer, so sollte man dem Kind konkrete Denkanstöße, wie „Was ist denn auf dieser Seite passiert?“, „Hast du eine Kugel von hier dazu oder weggeschoben?“, „Sind hier mehr oder weniger Kugeln als vorher?“, geben.
- Die Hilfestellungen sollen immer weniger werden. „So wenig wie möglich aber so viele wie nötig. Letztlich wird es dem Kind auf diese Weise gelingen, den Grundgedanken des Zahlenzerlegens zu verstehen.“ (Gaidoschik, 2012, S. 80)

Gezieltes „Automatisieren“

Ist ein Kind mit dem Umgang von gegliederten Zahlen und vergleichendem Rechnen vertraut, so kann mit dem systematischen Üben begonnen werden. Dazu müssen zuerst die „einfachen“ Aufgaben wie $\pm 1, \pm 5, \pm 10$, Verdopplungen und Partneraufgaben

automatisiert werden, um bei späteren Rechnungen Ableitungsstrategien verwenden zu können. Ableitungsstrategien beinhalten Nachbaraufgabe, Tauschaufgaben und Umkehraufgaben des bereits schon vorhanden automatisierten Wissens. Durch diese Vernetzungen bildet sich eine Unendlichkeit von zusammenhängenden Rechnungen, sowie ein strukturierter Zahlenraum. Der Zeitpunkt des Übergangs von der Abzähl- zur Abrufstrategie tritt bei den Kindern unterschiedlich ein. Die Übungsprozesse und das Automatisieren kann dazu dienen, dass die Kinder schnell zu Ergebnissen kommen, jedoch gilt es von besondere Bedeutung, wenn man das langfristige Lernen von mathematischen Kompetenzen erleichtern will, dass man gleichzeitig auch das Verständnis von Zahlen und Mengen in den Vordergrund stellt. (Neuner-Heiss, 2017)

Verstehen vor Automatisieren betont auch Lang (2017). Bei rechenschwachen Kindern wird häufig als letzte Möglichkeit auf das Auswendig lernen von kurzen Rechnungen zurückgegriffen. Beispielsweise bei der Addition im Zahlenraum 10, da existieren schon 66 mögliche Additions- und Subtraktionsmöglichkeiten, sodass das bloße Auswendiglernen nicht nachhaltig ist. Schaffen es Kinder jedoch diese Aufgaben ohne wirkliches Verstehen zu merken, führt es bei späteren Sachaufgaben und aufbauenden Rechenoperationen zu Problemen. „Automatisieren soll nicht an die Stelle des Verstehens treten!“ (Lang, 2017, S. 26)

Gaidoschik (2012) empfiehlt das Arbeiten mit Lernkärtchen für das Automatisieren von Rechenaufgaben.

Vorsicht vor Missverständnissen am Zahlenstrahl

Für den Aufbau mathematischer Grundvorstellungen ist es wichtig, dass man im Unterricht viel Wert darauf legt, dass das Kind versucht, die Zahlen als „Wie viel?“ zu begreifen. Allerdings sollte natürlich nicht nur der kardinale Aspekt der Zahlen thematisiert werden. Da die rechenschwachen Kinder meist einseitig rein zählend (ordinal) mit Zahlen umgehen, erfordert dies Gegenmaßnahmen. Dabei sollte man Aufgabenstellungen meiden, die rein zählend gelöst werden können. Dabei spielt der Zahlenstrahl eine bedeutende Rolle. Er kann nämlich zu folgendem Problem, nämlich zu Missverständnissen des ordinalen und kardinalen Zahlenaspekts im Erstunterricht werden. Der kardinale Zahlenaspekt wurde verstanden, wenn zum Beispiel die Zahl 6 am Zahlenstrahl als eine Summe von sechs Einerstrecken⁵ verstanden wurde.

Der Zahlenstrahl dient nicht als Hilfsmittel zur Erleichterung vom Verständnis für Zahlen, es wird ein richtiges Verständnis für eine sichere Zahlauffassung vorausgesetzt. „Grundsätzlich gilt also: Der Zahlenstrahl ist für „rechenschwache“ Kinder kein geeignetes

⁵ Der Abstand zwischen zwei Markierungen

Mittel für den Eingangsbereich. Auch im weiteren Verlauf der Grundschule sollte er nur sehr gezielt bei einigen wenigen, klar umrissenen Aufgabenstellungen zum Einsatz kommen. Dafür ist es allerdings zu diesem späteren Zeitpunkt unabdingbar, zunächst ein richtiges, „kardinales“ Grundverständnis des Zahlenstrahls Schritt für Schritt zu erarbeiten [...]“ betont Gaidoschik (2012, S.84).

„Kardinales“ Verständnis: Sechs als Strecke, Summe von sechs Einer-Strecken

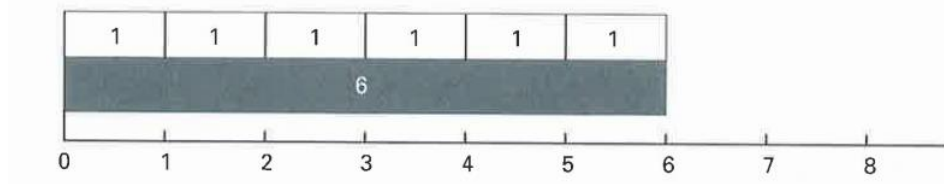


Abbildung 11 "Kardinales" Verständnis (Gaidoschik, 2012, S. 83) (noch schön einscannen)

Absichten des Zehner-Einer-Verständnis

Ein rein zählender Zahlenumgang muss abgebaut werden, bevor man über den Zahlenraum 9 hinausgeht. Die Erweiterung in den zweistelligen Zahlenbereich kann erst sinnvoll erfolgen, wenn ein kardinales Zahlenverständnis bei dem Kind erfolgt. Dabei muss ein völliges Verständnis für die Einer und Zehner bestehen. In therapeutischen Behandlungen für Kinder mit einer Rechenschwäche wird an einem sicheren Verständnis der Zahlen bis 10, also mehr oder weniger Einer, gearbeitet, bevor man den Zehner erarbeitet. „Dabei genügt es fürs Erste, wenn auch nur ein Vorverständnis des Zehners entsteht als „etwas, das mehr ist als ein Einer und deshalb auf einer anderen Stelle aufgeschrieben werden muss.“ Gaidoschik (2012, S.85)

Geeignete Materialien dafür wären Einer- Würfel oder –Plättchen, entscheidend ist jedoch immer noch die Art und Weise der Verwendung. (Gaidoschik, 2012)

Frühzeitige Vermeidung von zählendem Rechnen im Zahlenraum 20/100

Das Rechnen im Zahlenraum von 10 bis 20 soll erst nach einem sichern Verständnis der Unterscheidung von Zehnern und Einern erfolgen. „Diese Rechnungen sollen von Anfang an nicht zählend, sondern durch Einsicht in die „Analogie“ gelöst werden“ (Gaidoschik, 2012, S. 89) Das Kind muss also bereits zu Beginn schon verstehen, dass bei $13+3$ nur mit der Einerstelle gerechnet werden muss und dass somit $13+3$ nicht schwerer ist als $3+3$. Die Existenz eines Zehners erschwert also das Rechnen mit den Einern nicht. Die Lehrperson muss in diesem Bereich nicht nur dem Ergebnis, sondern vorwiegend auch dem Lösungsweg viel Aufmerksamkeit schenken. (Gaidoschik, 2012)

Aufbau eines „inneren Stellenrasters“ gegen den „Zifferntausch“

„Die wesentliche Grundlage von nicht bloß vorübergehenden Zifferntausch ist vielmehr zumeist das Fehlen jeglicher Einsicht in die Notwendigkeit einer Stellenunterscheidung.“ (Gaidoschik, 2012, S. 90) Der Ziffernvertausch ist auf mangelndes Stellenbewusstsein zurückzuführen. Die Grundlage, um allfällige Ziffernvertauschungen dauerhaft zu verhindern, ist nur die Erarbeitung eines Stellenbewusstseins. Weiteres ist natürlich ein ausgeprägtes Sprach- und Schreibvermögen erforderlich. Gaidoschik (2012) warnt allerdings von oberflächlichen „Tricks“ wie zum Beispiel, das Schreiben der Einerstelle zuerst, so wie man sie hört und anschließend die Zehnerstelle. Dadurch gelingt vielleicht die Schreibweise, aber es wird kein Verständnis bzw. kein sicherer Umgang mit den zweistelligen Zahlen gelingen. Hingegen wird empfohlen mit einer „Hilfszahl“ zu arbeiten. Das heißt, das Kind soll sich eine zweistellige Zahl merken, wobei sie sich bei dieser Zahl sehr sicher mit der Einer- und Zehnerstelle sein muss. Solch eine Zahl ist meistens im Zahlenraum von 12-19 zu finden. Dem Kind muss dabei klar gemacht werden, wenn es Schwierigkeiten hat und sich bei der Stellenschreibung nicht sicher ist, muss es einfach auf seine „Hilfszahl“ zurückgreifen und die gewünschte Zahl auch in einen Raster schreiben. Dabei ist gemeint, dass man über den Zahlen ein Z für die Zehner und ein E für die Einer schreibt. Für das Lesen einer zweistelligen Zahl muss dem Kind nur klar gemacht werden, dass man die Zehnerstelle mit „-zig“ ausspricht. (Gaidoschik, 2012)

Gezieltes Hörtraining

Treten solche Fehler vorwiegend in einem Zahlendiktat auf, so wird für das Erarbeiten des Grundverständnisses von Zehnern und Einern folgendes angeraten. Als erster Schritt soll das Kind beim Diktat nur mündlich sagen, wie viele Zehner es hört, anschließend wie viele Einer. Weiteres, wenn dies sicher beherrscht wird, soll das Kind beide Stellen nennen. Sind hier noch Schwierigkeiten vorhanden, soll das Kind die Reihenfolge, zuerst Einer dann Zehner, beibehalten. Der nächste und somit letzte Schritt ist, dass das Kind zuerst die Zehner- und dann die Einerstellen nennt. Also zum Beispiel bei „siebenundfünfzig“ soll das Kind zuerst sagen, dass es aus fünf Zehner und sieben Einern besteht. Bei der Aussprache wird nun also die Schreibreihenfolge beachtet. Daher sollte die richtige Schreibweise kein Problem mehr sein. (Gaidoschik, 2012)

Bündelungsgedanken handelnd erarbeiten

Der Bündelungsgedanke (10 Einern sind ein Zehner) ist der wesentliche Gedanke des Stellenwertsystems und der Grundstein für alles Weitere.

Dabei ist das Entbündeln als „zwingende Aufgabenstellung“ der erste Schritt. Um nachhaltig zu verstehen, dass ein Zehner in 10 Einer getauscht werden kann, ist es zwingend, dass

man vom zählenden Rechnen wegkommt. Um das Verständnis zu fördern, dass dabei ein Tausch von Zehner in Einer erfolgt, werden folgende Schritte beim Lernen berücksichtigt.

1. Ausgangslage für solche Aufgabenstellungen ist das Abziehen von Einern von einem Zehner. Zum Beispiel 70 weniger 5. Dabei wird empfohlen, dass die Kinder mit Stangen- und Würfelmaterial arbeiten. Die Kinder nehmen also 7 Zehnerstangen und sollen davon 5 Einerwürfel wegnehmen.
2. „Das funktioniert ja nicht!“ Dies wäre der erste Schritt in Richtung Verstehen.
3. Dabei sind eigentlich Fehler zu erwarten, wie zum Beispiel, dass von den 7 Zehnerstangen einfach 5 weggenommen werden oder da keine Einer zur Verfügung stehen, werden einfach zusätzliche Einer aus der Materialkiste genommen und wieder weggegeben.
4. „Aus Fehlern lernt man“. Daher sollte man den Kindern durch entsprechende Fragen helfen auf ihre Fehler aufmerksam zu machen und sie somit zum richtigen Lösen der Aufgabe hinlenken. Beispielsweise „Sag mir noch einmal, was du weggeben sollst: 5 Einer, 5 Zehner oder 5 Würfel?“ – „5 Einer!“ – „Und, hast du das auch gemacht?““ (Gaidoschik, 2012, S. 94)
5. Wird das Problem klar, wird auch die Lösung für das Kind nachvollziehbar. Es versteht, dass es Einer wegnehmen muss, wenn aber keine da sind, greift das Kind auf ein Zehner zurück und bündelt es in Einer um. Somit kann das Kind die gewünschten Einer wegnehmen.
6. Wenn das Tauschen und Wegnehmen durch den Materialeinsatz vollständig verstanden wurde, kann es anschließend zum Aufschreiben kommen, was sich an den Zehner- und Einerstellen als Lösung ergeben hat.
7. Weitere Aufgaben dieser Art sollen selbständig vom Kind geübt werden und die Ergebnisse in Ziffernschreibweise festhalten.
8. Treten dabei noch Schwierigkeiten auf, soll mit dem Kind geübt werden, jedoch sollte man nur gezielt Fragen stellen und nicht die Handlung selbst vormachen.
9. Als nächster Schritt soll das Kind Teile der Handlung in Gedanken vorwegzunehmen. Dazu kann das Material unter ein Tuch gelegt werden, dabei erfolgt die Handlung unter dem Tuch oder rein nur gedanklich.
10. Die vorletzte Stufe erfolgt ohne Material, jedoch wenn nötig durch Denkanstöße. Dabei kann ein Gespräch zur Hilfe herangezogen werden.
11. Hat das Kind ein Verständnis dafür aufgebaut, so ist der Weg zum selbständigen und materiallosen Beherrschen von dieser Art von Aufgaben nur noch das Wiederholen und Üben.

Der zweite Schritt ist das Bündeln von 10 Einern in 1 Zehner, dies erfordert ein besseres Verständnis des Stellenwertsystems. Die Schwierigkeit dabei ist das Verstehen vom Tausch von 10 Einer in 1 Zehner. Dabei muss den Kindern klar gemacht werden, dass an der Einerstelle maximal die Zahl 9 stehen kann. Dabei kann auch mit Einer-Perlen gearbeitet werden. Diese haben maximal 9 Einbuchtungen, um dabei einen Tausch von Einerkugeln in eine Zehnerkette zu erzwingen. Um Fehler der Art $75+5=710$ zu vermeiden und klären, soll mit Material gearbeitet werden. Bei solchen Fehlern muss der Grundgedanke, dass maximal die Zahl 9 an der Einerstelle stehen kann, bearbeitet werden. Weitere Aufgaben sollen geübt werden bei denen der Fokus auf die Aufgabenstellung auf die Entscheidung von Bündeln oder nicht Bündeln gelegt werden soll. Die Aufgababestellung soll dabei nicht auf das Ergebnis direkt abzielen, sondern auf die Frage „Muss man einen Zehner eintauschen oder nicht?“ (Gaidoschik, 2012)

Vermeidung von Störungen beim Zehnerüber- und –unterschreiten

Um Fehler bei Zehnerüber- und –unterschreitungen zu vermeiden, gilt auch hier wieder, dass man neue Lernschritte erst dann bearbeitet, wenn die vorherigen Schritte sicher beherrscht werden. Die Bedeutung des Zehners als „Zwischenstation“ deutlich zu machen, ist die Grundlage zur Vermeidung solcher Fehler. Dabei muss den Kindern klar gemacht werden, dass es „leichtere“ (Zehner plus Einer) und „schwerere“ Rechnungen gibt. Die Rechnungen gelten natürlich nur als „leichte“, wenn die Kinder die Aufgaben nicht zählend lösen, dies setzt natürlich das Verständnis des Stellenwertsystems voraus. Als nächster Schritt sollen Aufgaben bearbeitet werden, die eine „Zwischenstation“ beinhalten, das heißt Aufgaben wie $8+2+5= 10+5= 15$. Die 10 wird als „Zwischenergebnis“ gespeichert und mit 5 addiert.

Als nächstes sollen Aufgaben wie $8+5+2=15$ mit einer Vertauschen zu $8+2+5=15$ erkannt und gekonnt werden. Dabei kann man dem Kind klar machen, dass es einfach wird, wenn man mit der 10 als Zwischenergebnis dann weiter rechnet.

Die Zehnerüberschreitungen sollen nicht im Zahlenraum 18 erarbeitet werden, sondern gleich in einem höheren Zahlenraum 98, da die Kinder sonst häufig auf das zählende Rechnen zurückgreifen und somit kein Verständnis für die Zahlen aufbauen. Wichtig ist auch, dass die Erarbeitung von Zehnerüber- und unterschreitung zeitlich getrennt passieren. Erst nach sicherem Umgang mit Zehnerüberschreitungen soll es zur Subtraktion mit Unterschreitungen kommen. Von parallelem automatisieren beider Prozesse wird wegen einer Verwirrungsgefahr und Überforderung abgeraten. (Gaidoschik, 2012)

Erarbeitung des Zahlenstrahls als Längen-Darstellung der Zahlen

Der Zahlenstrahl dient als gutes Hilfsmittel für die Erarbeitung einer Zahlenraumvorstellung. Vorausgesetzt wird das Verstehen des Bündelungs- oder Tauschprinzip zwischen Hundertern, Zehnern und Einern. Der Tauschgedanke soll dann auf die Längendarstellung von Zahlen am Zahlenstrahl transferiert werden. Der Zahlenstrahl muss kardinal verstanden werden bzw. als Mess-Anordnung. „Die Strecke, die bei der „0-Markierung“ beginnt und bei der „10-Markierung“ endet, ist 10 Einer = 1 Zehner lang. Die Strecke von der „0-Markierung“ bis zur „100-Markierung“ ist 100 Einer = 10 Zehner = 1 Hunderter lang.“ (Gaidoschik, 2012, S. 101) Erst wenn die Kinder dieses Prinzip verstanden haben, kann eine „Orientierung“ im Zahlenraum mithilfe des Zahlenstrahls sinnvoll genutzt werden. Ansonsten wird das Orientieren am Zahlenstrahl nur als ein Vor- und Zurrückspringen der einen Zahl zur anderen verstanden. Das für einen Zahlenstrahl geforderte Verständnis sollte durch den folgenden Aufbau erarbeitet werden:

1. Erarbeitung des Verständnisses für die Längenmessung. Dabei müssen die Kinder verstehen, wie oft eine vorgegebene Länge in die zu messende Länge passt. Also das „Messen“ als „immer-wieder-anlegen“ einer Einheit.
2. Das Verständnis für den Zahlenstrahl als Mess-Anordnung. Dabei ist gemeint, dass man „5“ am Zahlenstrahl als eine Strecke versteht, die sich aus 5 Einerstrecken, die hintereinander angelegt werden, ergibt.
3. Für Kinder mit einer Links-Rechtsschwäche wird es empfohlen einen Zahlenstrahl von unten nach oben anzuordnen
4. Der Zahlenstrahl bis 100 wird genau gleich erarbeitet. Dabei ist 100 wieder nicht die Endmarkierung, sondern sollte als Gesamtstrecke von 0 bis dorthin verstanden werden, die sich aus dem Aneinanderreihen von 10 Zehnerstrecken ergibt.
5. Zur Überprüfung dieses Verständnisses wird das Arbeiten mit Vergleichen von zweistelligen Zahlen empfohlen.
6. Erst nach diesem Verständnisses kann man davon ausgehen, dass das Kind nicht bloß am Zahlenstrahl abzählt. In weiterer Folge soll man nur einen nicht (vollständigen) durchnummerierten Zahlenstrahl verwenden. Beispielsweise für den Zahlenraum 100 nur die Zehner-Markierungen, für 1000 die Hunderter-Markierungen etc. (Gaidoschik, 2012)

In folgenden Bereichen wird das Arbeiten mit dem Zahlenstrahl als sinnvoll empfunden:

1. „Mächtigkeitsvergleich von Zahlen
2. Erarbeitung des Begriffs „Nachbarzehner“ (später auch „Nachbarhunderter“...)
3. Ergänzung auf den Nachbarzehner (später auch „Nachbarhunderter“...)

4. Schrittweise Ergänzen auf 100 (später auch 1000)
5. Schrittweise Ergänzen über den Zehner (später auch: Hunderter...)
6. Orientierungsübung im Zahlenraum: Welche Markierung ist genau in der Mitte zwischen z.B. 0 und 10, 0 und 100, 70 und 80? (Später: Zwischen 800 und 810? 800 und 900?)
7. Erarbeitung des Zusammenhangs „Wegnehmen“ (am Zahlenstrahl: Abschneiden der kürzeren Teilstrecke von der längeren Gesamtstrecke) und „Ergänzen“ (am Zahlenstrahl: Ermitteln der Streckenlänge von der Einermarkierung der kürzeren Teilstrecke zur Endmarkierung der längeren Gesamtstrecke).
8. Erarbeiten des Zusammenhangs von „Mal“ (am Zahlenstrahl: wiederholtes Aneinanderlegen von Strecken derselben Länge) und „In“ (am Zahlenstrahl: Abmessen, wie oft eine Strecke vorgegebener Länge in einer längeren Gesamtstrecke enthalten ist).
9. Erarbeiten des In-Rechnens mit Rest als zweischrittiges Verfahren: erst Abmessen, dann Ergänzen.“ (Gaidoschik, 2012, S. 103)

Absichern des Operationsverständnisses

„Plus“/ „Minus“:

Ein richtiges Zahlenverständnis ist erforderlich, um ein Grundverständnis für „Plus“ und „Minus“ zu entwickeln. Zahlen verstehen bedeutet, dass man diese Zahlen als unterschiedlich große „Einerhaufen“ versteht. Damit ist gemeint, dass man diese in kleinere „Unterhaufen“ zerlegen, zusammen oder wegnehmen kann. Durch das Erarbeiten eines richtigen Zahlverständnisses kommen die Kinder von dem Gedanken, Plus als reines weiterhüpfen und Minus als zurückhüpfen, weg. Sie entwickeln ein richtiges Grundverständnis für Plus als Dazugeben und Minus als Wegnehmen, sowie auch den Zusammenhang von Plus und Minus als Umkehraufgabe bzw. das Ergänzen. Einen besonderen Fokus muss man bei den Minusaufgaben auf die „zweite Zahl“ (Subtrahend) legen, diese bedeutet keine zusätzliche Anzahl zur bereits vorhandenen „ersten Zahl“ (Minuend). Der Subtrahend gibt lediglich an, wie viel vom Minuend („ersten Zahl“) weggenommen wird. Treten dabei Schwierigkeiten auf, so sollte ein gezieltes Üben mit dem Augenmerk auf die Handlung der Rechenaufgabe und nicht dem bloßen Ausrechnen gelegt werden.

„Beispiel: 452 -284

„Lösung“: „Hier hat man 4H, 5Z, 2E. Davon soll man 2H, 8Z und 4E wegnehmen.““
(Gaidoschik, 2012, S. 105)

Im weiteren Schritt soll das Kind dann die gemischten Plus- und Minusaufgaben ausrechnen.

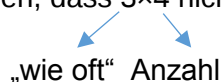
Stoye (2010) empfiehlt folgende Schritte beim Erlernen der Addition und Subtraktionssaufgaben:

1. „Addieren im Zehneraum (Ergebnisse können bei entsprechenden Zahlenbildern gesehen werden) einschließlich Zehnerergänzung;
2. Übertrag der Aufgaben aus dem Zehneraum in den Zwanziger- und später in den Hunderterraum (z.B. $4+3=7$, wird genutzt, um $14+4$, $24+3$, ..., $40+30$ zu lösen);
3. Zehnerüberschreitung mit einstelligem zweiten Summanden ($8+7$, später dann $18+7$, $58+7$ usw.);
4. Beide Summanden zweistellig, aber zunächst ohne Zehnerüberschreitung (z.B. $34+23$);
5. Beide Summanden zweistellig, aber jetzt mit Zehnerüberschreitung (z.B. $56+27$)“ (Stoye, 2010, S. 41f)

Ebenso gelten die Schritte für die Subtraktion. Jedoch müssen sich die Kinder nicht daran halten, sie finden oft eigene effektive Mittel und Wege zur Lösung einer Aufgabe. Natürlich muss darauf geachtet werden, dass deren Rechestrategie auch in der Zukunft bei steigenden Anforderungen noch korrekt ist und zu den richtigen Ergebnissen führt. Beispielsweise nutzen Kinder oft die Verdopplungsstrategie wie bei $8+7 = (8+8)-1$. (Stoye, 2010)

„mal“:

Ein richtiges Zahlenverständnis wird natürlich auch für die Multiplikation vorausgesetzt. Damit das Kind ein Verständnis für die Multiplikation erlangen kann, muss dem Kind klar werden, dass die beiden beteiligten Zahlen bei einer Multiplikation eine völlig unterschiedliche Rolle spielen. Die wie in der höheren Mathematik beschriebene Terminologie „Faktor $\times$ Faktor = Produkt“ muss den Kindern auf eine andere Art vermittelt werden. Die Zahlen müssen auch als Bedeutung „wie oft“ und die Anzahl erfasst werden. Den Kindern muss klar werden, dass 3×4 nichts anderes ist als $4+4+4$.



Gaidoschnik (2012) skizziert die Erarbeitungsschritte folgendermaßen:

1. Der „Mal-Begriff“ muss deutlich werden, das Kind muss also das „Anzahl-Verständnis“ und das Vervielfachen begriffen haben.

2. Zur Überprüfung dieses Verständnisses dienen sprachliche Formulierungen bzw. Aufforderungen wie „Bringe mir drei mal vier Äpfel“, die die Kinder richtig in eine Handlung umzusetzen versuchen. In weiterer Folge sollen diese Aufgaben mit Multiplikationszeichen auch schriftlich erfolgen.
3. Gelingt dies dem Kind nicht, muss am „Anzahl-Verständnis“ gearbeitet werden
4. Ist das „Anzahl-Verständnis“ vorhanden, sollten auch keine Probleme beim Verstehen der „Mal-Operation“ auftreten. Möglicherweise benötigt das Kind weitere Handlungseinheiten, dabei ist das Selbst-Tun unverzichtbar. Unter dem selbständigen Tun reicht das bloße Betrachten von Abbildungen nicht aus, das Kind muss dieses Tun begrifflich verarbeiten, das Wesentliche verstehen und immer auch versprachlichen.

Stoye (2010) empfiehlt, das selbständige Erstellen von Multiplikationsaufgaben, das heißt man soll eine Aufgabe wie zum Beispiel 5×2 durch eine Situation beschreiben, diese soll von anderen Lernenden gelöst werden und abschließend selbst überprüft werden.

„in“:

„Will man Folgestörungen vermeiden, spricht deshalb vieles dafür, die Automatisierung des Einmaleins von jeder des Einsineins zeitlich zu trennen“ (Gaidoschik, 2012, S. 109) Dies steht zu vielen Schulbüchern im Widerspruch. Da die „In-Aufgaben“ die Umkehrung von den „Mal-Aufgaben“ sind, ist es wichtig, dass zuerst der „Mal-Gedanke“ völlig verstanden wurde, bevor man zu den „In-Aufgaben“ übergeht.

„Messen“ und „Verteilen“:

Die Division muss auf zwei Arten aufgefasst werden, dabei werden beim „Messen“ sowohl auch beim „Teilen“, eine gegebene Anzahl in gleich große Teil-Anzahlen geteilt. Unter „Messen“ oder „Enthaltensein“ versteht man, dass eine bestimmte Anzahl in Teile von vorgegebener Mächtigkeit aufgeteilt wird. „Ermittelt werden muss, wie viele Teile dieser Mächtigkeit „sich ausgehen“ oder „enthalten sind“. Dies ist im „In“ Gedanken ausgedrückt: „5 in 15“ bedeutet, dass 15 in „Fünfer-Pakete“ aufgeteilt werden soll. Dabei ergeben sich drei solche Fünfer-Pakete.“ (Gaidoschik, 2012, S. 109)

Beim „Verteilen“ ist vorgegeben, in wieviele gleich große Teile eine bestimmte Anzahl aufgeteilt werden muss. „15 verteilt auf 5“ heißt, dass 15 in „5 gleich große Pakete“ aufgeteilt wird.“ (Gaidoschik, 2012, S. 109) Dabei hat jedes dieser Pakete die Mächtigkeit „3“ (Gaidoschik, 2012)

Größtmöglicher zeitlicher Spielraum für die Automatisierung des Einmaleins

Aufgrund der enormen Wichtigkeit des Einmaleins für viele weitere Operationen muss man sich genügend Zeit dafür nehmen, sodass die Kinder dies ausreichend automatisieren können. (Gaidoschik, 2012)

Automatisieren des Einmaleins mit Schwerpunkt auf Querverbindungen

Jedes geistig gesunde Kind ist in der Lage, das Einmaleins ausreichend zu automatisieren, dafür benötigen die Kinder ein klar aufgebautes, vielfältig verknüpftes Netz von Gedächtnisstützen. Da das Einmaleins ein „klar aufgebautes Netz“ von Zahlensätzen besitzt, sollte das Automatisieren nicht schwer fallen. Dies gelingt jedoch nur, wenn man bereits zu Beginn schon die Zusammenhänge der Malaufgaben beachtet. Dabei muss beim Automatisieren nicht die Reihe selbst, sondern der Multiplikator („wie oft“) im Vordergrund stehen.

Für die Erarbeitung des Einmaleins empfiehlt sich zu erst die „Grundaufgaben“ (2-mal, 10-mal, 5-mal) zu erarbeiten und anschließend dann durch Querverbindungen die Restlichen, dies kann den Kindern beim Erlernen und Automatisieren der Einmaleinsaufgaben helfen. (Gaidoschik, 2012)

Lernen des Einmaleins erst nach Absichern aller rechnerischen Voraussetzungen

Bevor das Automatisieren des Einmaleins stattfindet, sollten alle Plus- und Minusaufgaben im Zahlenraum bis 99, mit Zehnerunter und –überschreitung, sicher beherrscht werden. (Gaidoschik, 2012)

6.3 Lernen mit rechenschwachen Kindern- Tipps

1. Gezielte Aufmerksamkeit

Beim Abspeichern von Rechenaufgaben gibt es so wie bei anderen Gehirnprozessen keine Multitaskingfähigkeit. Es werden also keine Informationen parallel abgespeichert. Deshalb ist es besonders wichtig, die Aufmerksamkeit allein auf den Lerngegenstand zu lenken. Um die Aufmerksamkeit auf den Lerngegenstand zu lenken, sollte eine möglichst ablenkungsfreie Lernumgebung geschaffen werden. Dabei ist es wichtig einen angenehmen Lernort auszuwählen. Passend wäre dazu ein leer geräumter Schreibtisch und nicht ein Platz in der Küche etc., wo man durch andere Mitmenschen abgelenkt werden könnte. Wenn man mit Lernkärtchen arbeitet, ist es empfehlenswert sich auf den Boden zu setzen, da hier die Anzahl der Reize im Gegensatz zum Lernen am Tisch stark verringert sind.

2. Auf niedrigsten Ebenen beginnen

Bevor man mit dem Kind beginnt zu lernen, sollte man genau analysieren, wo sich die ersten Automatisierungslücken im Rechenprozess befinden. Dort sollte angesetzt werden, auch wenn man in der Schule mit dem Stoff schon weiter ist. Wird in der Schule zum Beispiel schon mit dem Zehnerübergang im Hunderterraum gerechnet, die Eltern jedoch feststellen, dass das Kind dies bereits gar nicht oder nur mit Fehlstrategien lösen kann, sollte man zunächst rückwärtsgehen. In höheren Schulstufen, in denen die Kinder schon einige arithmetische Prozeduren beherrschen, sollten man gezielt ihre Fehlstrategien und –muster identifizieren. Fehlmuster entstehen meist durch mangelhafte automatisierte Rechenschritte und Rechenregeln.

3. Weniger ist oft mehr

Die vielfältige Veranschaulichungsformen und Darstellungsformen können häufig eine Verwirrung auslösen und verhindern deshalb häufig die Automatisierung. Deshalb eignet es sich am besten, die methodische Vielfalt zu reduzieren, um die Automatisierungsprozesse nicht zu stören, bis die Grundfertigkeiten zur Genüge wiederholt und abgespeichert wurden.

4. Regelmäßig kleine Portionen

Unser Arbeitsspeicher ist relativ begrenzt. Wird der Arbeitsspeicher von Informationen überhäuft, so können diese nicht mehr abgespeichert werden und bleiben nicht im Kurzzeitgedächtnis hängen. Kleinere Mengen wirken sich nicht nur positiv auf den Abspeicherungsprozess aus, sondern bleiben auch stärker in Erinnerung und können die Motivation verstärken. Besonders für Kinder, die schon etliche Misserfolge gesammelt haben, blocken das Lernen ab, diese sehen eine Menge von Aufgaben vor sich, die sie nicht bewältigen können. Durch regelmäßiges Lernen in kleinen Portionen könnten diese Kinder profitieren. Man kann den riesengroßen Berg in kleine Teile zerlegen und nach dem Motto „Step by Step“ vorgehen. Somit ist der Erfolg besser spürbar, man hat einen Überblick über die Lerneinheiten und diese sind schneller abspeicherbar.

5. Kurze Wiederholungen über den Tag verteilen

Das Kind kann bei kurzen Lernsequenzen die Konzentration besser aufrechterhalten und es ist eher motiviert zum Mitmachen bzw. Lernen, da der Zeitraum absehbar ist. Kurze Lerneinheiten von drei bis fünf Minuten kann man optimal in den Alltag einbauen:

- Vor dem Mittag- oder Abendessen
- Zum „Aufwärmen“ für die schriftlichen Hausaufgaben
- Als Pause (dazu eignen sich am besten Lernkärtchen)

- Wiederholungen
- vor Fernsehsendungen, man benötigt allerdings genügend Zeitabstand, damit das Gehirn die zuletzt erhaltenen Informationen abspeichern kann

6. Oft zu schnell: Der Stoff- Wechsel in der Schule

In der Schule werden Themen oft nicht so lange wiederholt, sodass man die Inhalte dauerhaft abspeichern kann. Sehr bedeutsame und grundlegende arithmetische Prozeduren sollten daher länger, ca. zwischen vier bis acht Wochen in kleinen Mengen regelmäßig wiederholt werden, auch wenn diese in der Schule schon abgeschlossen wurden.

7. Einmal gekonnt – dauerhaft beherrscht

„Das kann ich doch schon“ (Born & Oehler, 2009, S. 115) – diese Aussage kommt von den Kindern häufig. Einmal gekonnt, bedeutet noch lange nicht, dass man es automatisiert hat, auch bereits schon Gekonntes muss man wiederholen. Ungeduldige Kinder besitzen eine geringe Frustrationstoleranz, die oft durch das frühzeitige Beenden des Wiederholens ihres Lernstoffes, die Gefahr des Vergessens erhöht.

„Einmal gekonnt heißt also noch lange nicht- dauerhaft behalten!“ (Born & Oehler, 2009, S. 115)

Ferienzeit- Vergessenszeit

Dies wird oft von den Eltern, deren Kindern in den ersten zwei Grundschulklassen sind, bestätigt. Die Automatisierungsprozesse sind vor den Ferien noch nicht abgeschlossen worden, daher tritt der Vergessensprozess ein. Die neuronalen Veränderungen der Synapsen, die bei der Automatisierung dick werden, bilden sich wieder zurück und daher werden die synaptischen Verbindungen gelockert und die Kinder müssen es wieder von neu lernen. Deshalb ist es wichtig in den Ferien mit den Kindern kleine Lernportionen festzulegen, am besten am Vormittag, da dort die Aufmerksamkeit am höchsten ist. Dies kann den Kindern auch den Einstieg in das neue Schuljahr, in emotionaler aber auch kognitiver Hinsicht erleichtern.

8. Übungs- und Einprägemethoden

Beim schriftlichen Rechnen in der Einprägungsphase kann der Denkvorgang nicht beobachtet und auch schlecht kontrolliert werden. Die Eltern können nicht nachvollziehen, wie das Kind zu seinem Ergebnis gekommen ist, es könnten Fehlstrategien verwendet werden, die von den Eltern nicht kontrolliert werden können. Ebenso haben einige Kinder fein- und

graphomotorische Schwächen, die durch eine hohe Druckausübung beim Schreiben, Einhalten der Zeilen oder auch der Gestaltung des Heftes, zu einer emotionalen Ablehnung gegenüber schriftlichen Leistungsanforderungen führen könnte. Durch mündliche Übungsmethoden könnte eine solche Abwehrreaktion von Kindern verhindert werden. Unser Arbeitsspeicher besitzt nur ein begrenztes Aufnahmevermögen. Durch die Anstrengung des Schreibprozesses, wenn er noch nicht automatisiert ist und daher sehr anstrengend ist, wird die Kapazität unseres Arbeitsspeichers enorm belastet. Dies wirkt sich negativ auf unseren Verarbeitungs- und Abspeicherprozess der Rechenaufgaben aus, da dadurch eine geringere Aufmerksamkeitsfähigkeit zur Verfügung steht und die erforderliche Einprägearbeit nicht funktioniert.

Das Schreiben wird oft mit den schriftlichen Hausübungen in Verbindung gebracht, das allerdings mit einem negativen Gedanke verbunden ist. Wenn die Übungsmethode mündlich erfolgt, meinen Kinder oft, dass sie sich nicht so anstrengen müssen. Dieses Gefühl, dass etwas „leichter geht“ wird mit neuen Lernverfahren in Verbindung gebracht, die die Kinder besser zu Kenntnis nehmen.

9. Mit Lernkärtchen arbeiten

Die Karteikärtchen haben die Größe DIN A7 (7,4 cm x 10,5 cm), die von den Eltern beschriftet werden, da die Kinder oft eine schlechte Handschrift haben und deshalb von den Kindern schlechter abgespeichert werden können. Diese Arbeit wird auch von den Kindern oft anstrengend empfunden, weshalb sie auch eine Abneigung gegenüber den Lernkärtchen aufbauen. Da diese Lernmethode wieder nicht mit einer schriftlichen Form verbunden wird, gehen die Kinder wieder von einer „Leichtigkeit“ aus, die sich positiv auf das Lernen und Wiederholen auswirkt. Diese Art der Lernmethode ist ein interaktiver Prozess mit dem Kind. Dabei wird das Kind nicht alleine gelassen, es erhält dauerhaft ihre Aufmerksamkeit, was sich positiv auf die Motivation des Kindes auswirkt.

10. Die Lernbox- zur Automatisierung von Einspluseins und Einmaleins

Rechenschwache Kinder benötigen nicht die üblichen Lernboxen mit fünf Fächer. Für diese Kinder ist es wichtig, dass sie einige Wiederholungsdurchgänge machen, daher eignet sich eine spezielle Lernbox mit zwei breiten und 10 schmalen Fächern besser. Diese ist eben auch sehr motivationsfördernd, da sie ihren Lernfortschritt, durch das „Voranschreiten“ der Lernkärtchen, genau verfolgen können. Diese „spezielle“ Lernbox lässt sich in drei Phasen gliedern.

1. Phase: Die Einübungsfächer
2. Phase: Das Stabilisierungsfach
3. Phase: Das Erfolgsfach („Das kann ich schon!“)

Die Durchführung funktioniert allerdings genau gleich wie mit der normalen Lernbox. In der ersten Phase wird natürlich mehrmals bzw. sollte jeden Tag geübt werden. Die gekonnten Aufgaben rücken immer ein Kästchen nach vor. Befinden sich die Kärtchen in der Stabilisierungsphase, kann die Anzahl der Übungsphasen auf 3-5 mal pro Woche reduziert werden. Wird eine Frage nicht korrekt oder mit zu langem Zögern beantwortet, so wandert die Karte 5 Fächer zurück.

11. Einhaltung der Lernstruktur

Kinder versuchen sich oft vom Lernen und Üben zu drücken. Eltern sollten die Kinder in diesem Prozess unterstützen und begleiten, dabei ist es notwendig und hilfreich, dass das konsequente Durchhalten, die Vorgaben der Lernstrukturen und das stetige Einhalten von den Eltern konsequent eingehalten werden. Als Eltern ist man dafür verantwortlich, wenn man möchte, dass das Kind bessere Leistungen erbringt, dass man sie im Lernprozess begleitet, kontrolliert und überprüft. Dabei kann man schnell bemerken, dass das Kind gerne mitmacht.

12. Anforderung an Eltern und Lehrer

Kinder haben oft Schwierigkeiten in der Selbststeuerung, Zeitmanagement und bei der Strukturierung des Lernstoffes. Deshalb haben Eltern und Lehrer eine wichtige Vorbild- und Modellfunktion in Bezug auf das Einhalten von Abmachungen zum Üben von Rechenaufgaben. Durch dies erspart man sich als Lehrperson oder Elternteil viel Zeit und Nerven über eine unnötige Diskussion, wenn Kinder das Üben verweigern.

„Angemessenes Verhalten der Eltern beim Lernen

- ruhig, gelassen
- wohlwollend, freundlich
- geduldig und hartnäckig
- kontrollierend und strukturierend
- Vereinbarungen im Voraus treffen
- statt Kritik Würdigung der Anstrengungsbereitschaft und des Bemühens
- Hilfreiche Gedanken: „Wir sind ein Team, es ist meine Verantwortung als Mutter/Vater, mein Kind auf den Weg zu bringen.““ (Born & Oehler, 2009, S. 121)

Eine gute Strukturierung kann sich positiv auf die Beziehung zwischen Lehrenden und Lernenden auswirken und spart Zeit und Nerven. Wichtig ist auch der Gedanke „Wir“ im Lernprozess. Dabei fühlt sich das Kind emotional gestärkt. Als Lehrer oder Eltern hat man dabei eine Trainerfunktion, das bedeutet, dass man dem Kind Strukturen vorgibt, sie motiviert und mit ihnen Inhalte wiederholt etc. mit dem Ziel, dass sich das Kind verbessert. Die „Trainer“

sind/ sollten auch austauschbar sein, wenn man beispielsweise bemerkt, dass die Beziehung zwischen dem Kind und dem Lehrenden nicht passt.

13. Vereinbarungen im Voraus treffen

Wenn man den Kindern Lernanforderungen stellt, ist es besonders wichtig, dass man diese Abmachungen im Voraus trifft. Fühlt sich das Kind überfallen, so kommt es meistens zu abwehrendem Verhalten. Diese Vereinbarungen kann man beispielsweise am Mittagstisch festlegen. Da kann man beispielsweise mit dem Kind absprechen, wie es den Nachmittag gestaltet. Dabei muss besprochen werden, wie viel, wann und mit wem geübt wird. Lässt man das Kind bei diesen Entscheidungen mitbestimmen, kann sich dies positiv auf die Motivation auswirken. Je älter das Kind wird, desto mehr sollte das Kind bei den Vereinbarungen mitbestimmen dürfen. Durch Vereinbarungen hat ein Kind einen Überblick über den Lernrhythmus und ist deshalb eher einsichtig zu lernen. Ebenso kann dies Streit verhindern bzw. reduzieren und Lerneinheiten können zu täglichen Ritualen eingeführt werden.

14. Die emotionale Bewertung - Dreh- und Angelpunkt im Einprägprozess

Positive sowohl auch negative Gefühle mit dem Lerngegenstand beeinflussen unseren Lernprozess. Der Gefühlszustand ist ausschlaggebend für den neuronalen Verarbeitungsprozess. Ebenso wird auch die Tiefe und die Dauer des Beibehaltens im Gedächtnis von der emotionalen Bewertung des Lerngegenstandes beeinflusst. Das bedeutet, dass wir versuchen müssen, die positiven Gefühle zu stärken. Dies funktioniert am besten, wenn die Kinder kurzfristige Erfolgserlebnisse sammeln können, die sie auch selbst erkennen. Unsere Lernmethode sollte sich unbedingt an einem für die Kinder erfolgsorientierten Unterricht halten.

Schwächen und Defizite können nicht innerhalb kürzester Zeit aufgelöst werden. Es benötigt Zeit und Durchhaltevermögen. Dabei sind realistische Zielsetzungen besonders wichtig.

15. Richtiges Loben

Grundvoraussetzungen zum richtigen Loben sind zum ersten die richtigen Erwartungen und Zielsetzungen zu stellen. Ziel ist es, dem Kind eine positive Rückmeldung zu erteilen. Dabei sollte man nicht auf die Note eines Tests etc. eingehen, sondern auf das erbrachte Bemühen beim Üben und die Lernbereitschaft.

Die Wortwahl ist auch sehr entscheidend. Kinder werden oft auch mit Lob überhäuft und empfinden dies als sehr unangenehm, dies bedeutet, dass man Lob richtig dosieren sollte. Worte wie „prima, gut gemacht, es hat mich gefreut“ etc. sind dabei sehr passend.

16. Der Punkteplan: zeitlich begrenzte „Notmaßnahme“

Weigern sich die Kinder zum Üben, bietet sich ein Punkteplan optimal an. Die Vergabe von Punkten, die sie durch das brave Üben erwerben können, reizt die Kinder zum Mitmachen. Dabei müssen zuerst konkret die Ziele, Regeln, die Auswahl der eintauschbaren Belohnung etc. festgelegt werden. Dies sollte alles schriftlich festgehalten werden. Optimal eignen sich diese sechs Schritte beim Erstellen eines Punkteplans:

1. „Art der Registrierung der Punkte
2. Regeln für den Tausch der Punkte in Belohnung
3. Regeln für die Punktevergabe
4. Auswahl der eintauschbaren Belohnungen
5. Erreichbares „realistisches“ Zielverhalten (was genau, wie oft, wie lange, wie intensiv...)
6. Konkrete Beschreibung des Problemverhaltens z.B. Verweigern des Lernens (was genau, wie lange, wie intensiv...)“ (in Anlehnung an Born & Oehler, 2009, S. 124)

Ziele könnten beispielsweise sein:

- „Ich schaffe es, 10 Minuten täglich Einmaleins-Aufgaben mit meiner Mutter zu wiederholen
- Ich schaffe es, nach Abschluss der Hausaufgaben, meine Schultasche für den nächsten Tag zu packen.
- etc.“ (Born & Oehler, 2009, S. 124)

Für „einfache bzw. normale“ Ziele wird ein Punkt vergeben und für schwierige Anforderungen, wie zum Beispiel das zusätzliche Üben, können zwei Punkte vergeben werden. Die erworbenen Punkte müssen jeden Tag in ein Protokoll eingetragen werden. Im Voraus muss mit dem Kind abgeklärt werden, wie lange man den Punkteplan verfolgt und was man mit den erreichten Punkten einlösen kann. Gute Beispiele dafür wären, ein Eis, Schwimmbadbesuch oder die Erlaubnis einer Lieblingsserie an einem Sonntag anzusehen. Zu Beginn eignet sich ein Punkteplan für zwei Wochen. Anschließend können dann die Dauer und Ziele verändert werden. Diese Reize regen die Kinder zum Mitmachen an, fördern die Motivation zum Lernen und bringen eine Regelmäßigkeit in den Alltag.

17. Fernseh- Computerzeiten

Mit Fernsehen und Computerspielen vertreiben Kinder ihre Zeit am liebsten. Kinder sollten nicht direkt danach den Lernprozess starten, da er viel anstrengender und schwerer erfolgt. Die Motivation zum Lernen ist auch deutlich geringer und der Abspeicherungsprozess wird

negativ beeinträchtigt. Deshalb sollten die Kinder davor lernen. Weiteres sollte eine Zeitbegrenzung bestehen, d.h. eine zeitgemäße Pause zwischen den beiden Aktivitäten sollte erfolgen. Durch diese beiden unterschiedlichen Tätigkeiten wird der Abspeicherungsprozess beeinträchtigt. Unser Gehirn ist möglicherweise mit einem Zwischenspeicher ausgestattet, der die untertags aufgenommenen Inhalte im Schlaf ordnet und sichert. Die Aufnahmekapazität unseres Gehirns ist jedoch begrenzt, weshalb wir Prioritäten setzen müssen und entscheiden müssen, welche Inhalte in den Zwischenspeicher gelangen sollen. Jedoch sollte den Kindern das Fernsehen und Computerspielen nicht völlig verboten werden, es sollten Kompromisse und klare Abmachungen getroffen werden.

Der Fernsehkonsum sollte je nach Alter variieren. Eltern können sich an diesem Ausmaß orientieren:

- Kleinkinder gar nicht
- Vorschulalter ca. 30 Minuten
- Grundschulalter ca. eine Stunde
- Kinder bis 13 Jahren ca. 90 Minuten

18. Schulinterne Fördermaßnahmen: „Mathe-Mütter“ und „Mathe-Trainer“

„Mathe-Mütter“ und „Matte-Trainier“ können zur individuellen Förderung von rechenschwachen Kindern in der Grundschule eingesetzt werden. Eltern sollten mit den „passenden“ Methoden der Förderung vertraut werden, um den Lernprozess so kompetent wie möglich zu gestalten. (Junglehrer Praxis; 2006 zit. n. Oehler, 2009) Dabei sollte mit der Schulleitung und den Lehrpersonen besprochen werden, auf welche Komponenten und Mechanismen man besonders achten muss, um die Automatisierungsprozesse im Rechnen zu gewährleisten. Die Aufmerksamkeit sollte man allerdings dem Vermeiden von Fehlstrategien widmen. Da die Arbeitsbereitschaft von Eltern, zur Unterstützung von rechenschwachen Kindern, oftmals sehr gering ist und die Zeit zum Wiederholen parallel zum aktuellen Unterrichtsstoff zu knapp ist, könnte man Viertklässler zum „Mathe-Trainer“ ausbilden. Diese sollten zu bestimmten Zeiten in der Schule mit den betroffenen Kindern 10-15 Minuten Lernstoff wiederholen.

Auch das Bundesministerium für Bildung (Lang, 2017) greift auf die von Born & Oehler (2009) beschriebenen Fördertipps für Eltern zurück. Ebenso deckt Oehler auch die 14 Tipps von Jacobs und Petermann (2007).

6.4 Wie können Eltern helfen?

Viele Eltern wollen es zum Teil nicht wahr haben, dass ihr Kind von einer Rechenschwäche betroffen ist. Doch die Eltern können zur Förderung einen Teil beitragen. (Jacobs & Petermann, 2007) Bevor ein Elternteil allerdings selbst mit der Förderung des eigenen Kindes beginnt, sollte sich das Elternteil selbst fragen, ob es sich dies überhaupt zutraut, ob das Verhältnis zu dem Kind durch die bereits angehäuften schulischen Misserfolge nicht zu sehr belastet ist und ob die eigenen mathematischen Kompetenzen ausreichend sind. Das Ziel der Förderung sollte das Erreichen der Lernziele der Klassenstufe, das Stabilisieren des Selbstwertgefühls sowie die Verbesserung der sozialen Beziehungen des Kindes sein. Weiteres sollten die negativen Erfahrungen durch positive ersetzt werden, dabei sollte man darauf achten, dass ein ausgewogenes Verhältnis zwischen Lernen, Spiel und Entspannung herrscht. (Zimmermann, 2010) Die schlechten Leistungen im Fach Mathematik dauern meistens schon längere Zeit an. Eltern setzen dann meistens genau an dem aktuellen Schulstoff an, bei dem sie die Schwierigkeiten des Kindes bemerken. Doch dies ist nicht sinnvoll, weil sich die mathematischen Inhalte hierarchisch anordnen lassen und somit die schon zuvor entstandenen Verständnislücken nicht geschlossen werden. Das Üben mit dem Kind ist natürlich wichtig, nur müssen bestimmte Prinzipien beachtet werden. Eltern sollen sich an den im Kapitel 6.3 beschriebenen Tipps für das Lernen mit rechenschwachen Kindern halten. (Jacobs & Petermann, 2007)

Rechnen muss man begreifen und nicht nur strikt auswendig lernen. Dabei ist wichtig, dass Eltern darauf achten, dass mathematische Inhalte auf konkrete Situationen und nicht nur auf bloße fiktive Begriffe aufbauen. Weiteres muss der Sinn und die Bedeutung von mathematischen Rechenverfahren eindeutig werden, dabei genügt es nicht, dass man Rechenverfahren stur auswendig lernt, das Kind muss verstehen was hinter einem Verfahren steckt. Ebenso muss der Stoff dem Leistungsniveau des Kindes entsprechen und schrittweise aufgebaut werden, wobei man darauf achten muss, dass die einzelnen Lernstufen nicht zu groß werden. Um Rechenverfahren wirklich zu verstehen ist kreatives Rechnen sowie aktives, handelndes Lernen mit Übungsmaterialien sehr geeignet. Dabei ist nicht die Anzahl von Materialien entscheidend, sondern das Anschauungsmaterial, das Ihr Kind gerne verwendet. Das Kind soll nicht, die Vorstellungen vom Elternteil anwenden, sondern eigenen Lösungswege finden. Das systematische Wiederholen verfestigt das bereits Begriffene. „Durch das Üben wird nämlich nicht das Verständnis gefördert, sondern das Begriffene gefestigt und abrufbereit gemacht.“ (Naegele, 2001, S. 239) Deshalb bleibt häufig auch durch den Nachhilfeunterricht der Erfolg aus, weil sich dieser meistens auf das Wiederholen des Unterrichtsstoffes beschränkt und nicht das Verständnis versucht zu fördern. (Naegele, 2001)

Eltern versuchen oft den Kindern mathematische Inhalte genauso zu erlernen, wie man es ihnen damals selbst in ihrer Schulzeit vermittelt hat. Dies kann jedoch Verwirrungen bei den Kindern auslösen, da sie mit zu vielen verschiedenen Rechenstrategien konfrontiert werden. Daher ist es sinnvoll sich mit den Lehrpersonen in Verbindung zu setzen bzw. mit ihnen gemeinsam zu arbeiten. (Lang, 2017) Eltern müssen mit der Lehrperson in Kontakt treten, um über den Lernstand und deren Rahmenbedingungen aufgeklärt zu werden. Ebenso sollen sie von der Schule über andere außerschulische Möglichkeiten zur Bekämpfung der Rechenschwäche informiert werden. (Gaidoschik, 2012)

Ebenso müssen sie verstehen, dass ihr Kind von dieser Teilleistungsschwäche betroffen ist und nicht einfach faul ist oder das Versagen in mathematischen Inhalten auf ein mangelnden Willen oder Faulheit zurückzuführen ist. Sie müssen versuchen die Gesetzmäßigkeiten einer Dyskalkulie zu verstehen und von dem alleinigen Wunsch, dass ihr Kind gute Noten schreibt wegkommen. Weiteres müssen sie sinnvolles von unsinnigem Üben unterscheiden können und die Missverständnisse ihrer Kinder versuchen zu verstehen. (o.A, 2018) Das verstärken schulischer Misserfolge und schlechter Noten sollte vermieden werden. Sie sollten auch nicht an der Intelligenz ihres Kindes zweifeln, auch wenn das Kind von völlig falschen Vorstellung über Zahlen, Stellen, Rechenarten besessen ist. Wenn es von dieser Fehlvorstellungen betroffen ist, reicht auch ein ständiges Üben und Bemühen nicht aus und es muss auf andere Förderprogramme oder therapeutische Behandlungen zurückgegriffen werden. (Das Recheninstitut zur Förderung mathematischen Denkens, 2018)

6.5 Dyskalkulietherapie

Oft bemerken Lehrpersonen und Eltern deren Kinder von einer Rechenschwäche betroffen sind, dass die innerschulischen Möglichkeiten für die Überwindung einer Rechenschwäche nicht ausreichend sind. Dabei wäre nun eine außerschulische Förderung, also eine Dyskalkulietherapie notwendig. Die Dyskalkulietherapie soll die falschen und lückenhaften mathematischen Denkweisen der Kinder brechen. „Die genaue „Fehleranalyse“ ist also eine dauerhafte Bedingung zielgenauer therapeutischer Maßnahmen. Erst auf dieser Grundlage kann das Kind in einem oft langwierigen, kleinschrittigen Lehr-Lern-Gespräch sein „mathematisches Weltbild“ richtigstellen.“ (Gaidoschik, 2012, S. 139)

Das Kind muss lernen, zu begreifen und Einsichten zu gewinnen. Dabei geht es um sehr individuelle Vorgänge, weshalb man von den Therapeuten ein hohes Maß an Flexibilität verlangt. Deshalb steht die Dyskalkulietherapie in einem engen Widerspruch zu den vorgefertigten-standardisieren Förderprogrammen⁶. (Gaidoschik, 2012)

⁶ Siehe Kapitel 7

Eine Dyskalkulietherapie ist dann am effektivsten, wenn tatsächlich an den Leistungsdefiziten der Kinder gearbeitet wird. Deshalb ist eine genaue Diagnose unverzichtbar. Eine Dyskalkulietherapie ist nicht zielführend, wenn man direkt am aktuellen Schulstoff ansetzt, da die Kinder meist schon Probleme mit den basisnumerischen Fähigkeiten haben. Deshalb sollte die Therapie ihren Fokus auf den numerischen Bereich legen, dabei ist die Entwicklung des konzeptuellen, also das arithmetische Verständnis und das basisnumerische Wissen am effektivsten. Das defizit-, problemlösungsorientierte und sinngebundene Arbeiten erwies sich als effektivste Lernmethode bei der Therapie. Dyskalkulie wird häufig mit negativen Emotionen (Mathematikangst, Umgang mit Zahlen, negative Einstellung zur Mathematik und Zahlen) verbunden, deshalb sollte man unbedingt die sozio-emotionalen Faktoren in die Therapieplanung einbringen. Um die Effektivität einer Dyskalkulietherapie zu verstärken, ist eine Dokumentation des Therapieverlaufes und eine Evaluation der Therapieeffektivität unverzichtbar. (Kaufmann & Galonska, 2006)

Es ist nicht einfach einen passenden Therapeuten für ein rechenschwaches Kind zu finden. Neben den kompetenten Fähigkeiten, die ein Therapeut besitzen sollte, spielen auch persönliche Faktoren eine besonders wichtige Rolle. Manche Kinder können bzw. mögen lieber mit einer männlichen und andere Kinder wollen lieber mit einer weiblichen Person arbeiten. Wichtig ist, dass die „Chemie“ zwischen der Therapeutin oder des Therapeuten und dem Kind passt. Deshalb ist es sinnvoll, dass man zuerst Probestunden bei einer Therapeutin oder einem Therapeuten vereinbart, damit man Eindrücke gewinnt, ob die Zusammenarbeit überhaupt sinnvoll ist. (Schlotmann, 2007)

Bis heute gibt es noch keine staatliche Einrichtung zur Ausbildung einer Dyskalkulietherapeutin oder –therapeuten. Eine Dyskalkulietherapie kann also von einem gut gebildeten Menschen, der Fortbildungen und Kurse besucht, abgehalten werden. Notwendige bzw. günstige Voraussetzungen, um als Therapeutin oder Therapeut zu arbeiten, ist eine zuvor absolvierte Ausbildung. Viele Einrichtungen verlangen auch spezielle Ausbildungen, wie einem Psychologiestudium, Pädagogikstudium oder ein Mathematikstudium oder eine Lehramtsausbildung. (Lambert, 2015) Dyskalkulietherapeutinnen und –therapeuten sollten ein hohes Maß an Spezialwissen in Bereichen der allgemeinen Fachdidaktik der Mathematik, psychologische und pädagogische Kompetenzen sowie eine spezielle Didaktik der Dyskalkulietherapie (Kenntnisse der typischen Fehlerbilder, systematischer mathematischer Neuaufbau etc.) besitzen. (Gaidoschik, 2012)

Da die Kinder meist sehr individuelle Probleme aufweisen, ist es sinnvoll, dass die Therapie in der Regel für ein einzelnes Kind stattfindet. Aller höchstens in Zweiergruppen, aber nur dann, wenn tatsächlich beide Kinder dieselben mathematischen Profilen aufweisen und die beiden Kinder auch charakteristisch zusammenpassen, also die Art und das Lerntempo

müssen übereinstimmen. Eine erfolgreiche Therapie erfordert regelmäßiges Üben über einen längeren Zeitraum. Die mathematischen Inhalte müssen Schritt für Schritt erarbeitet und anschließend automatisiert werden. Dies benötigt neben den Therapiestunden auch häusliches Üben. Eine Dyskalkulietherapie ist auch für die Eltern eine Herausforderung. Sie müssen sich in vielen Bereichen auf das Kind einstellen, am wichtigsten ist jedoch das Wissen über das richtige bzw. effektive häusliche Üben mit den Kindern. (siehe Tipps- Kapitel 6.3) Deshalb ist es für eine erfolgreiche Therapie besonders wichtig, dass man die Eltern fortlaufend über alle Maßnahmen und Fortschritte ausreichend informiert. (Gaidoschik, 2012) Eltern sollten allerdings nicht der Therapie vorgreifen, das heißt, es soll alles mit Absprache der Therapeutin oder Therapeuten erfolgen. Daher sind regelmäßige Elternbesprechungen sehr wichtig. (Lambert, 2015)

Die Therapieeinheiten sollten ungefähr eine Stunde dauern, bei älteren Kindern kann es bis zu zwei Stunden dauern. Selbstverständlich müssen dabei kleine Pausen erfolgen. In der Regel sollten die Einheiten einmal pro Woche erfolgen, unter der Bedingung, dass unter der Woche selbständige Festigungs- und Übungseinheiten erfolgen. Die selbständigen Einheiten sollten täglich unter genauer Anweisungen der Therapeutin oder des Therapeuten ca. 10 bis 15 Minuten, stattfinden. (Gaidoschik, 2012)

Ziel der Dyskalkulietherapie ist es, dass das Kind die Verständnislücken schließt und in Zukunft selbständig dem Mathematikunterricht folgen und neue aufeinander aufbauende Inhalte erfolgreich bewältigen kann. (Das Recheninstitut zur Förderung mathematischen denkens, 2018)

Die Kosten müssen in Österreich vollständig von den Eltern übernommen werden. Beispielsweise betragen die Kosten einer Dyskalkulietherapie vom Dr. Gaidoschik Recheninstitut in Wien 240 Euro pro Monat. Dabei sind vier Einheiten im Monat, die individuellen Übungsblatt-Pakete, die ständige Betreuung und Einschulung der Eltern und die Zusammenarbeit mit der Schule enthalten. (Das Recheninstitut zur Förderung mathematischen denkens, 2018)

7 Förderprogramme

Die Förderprogramme sind im Gegensatz zu der Dyskalkulietherapie vorgefertigt, das heißt sie werden nicht individuell auf die Kinder abgestimmt, sondern orientieren sich an vorgegebenen Inhalten und Methoden.

Da die österreichische Forschung im Bereich der Förderung für Kinder mit Dyskalkulie noch nicht genügend ausgereift ist, werde ich anschließend auf ein paar internationale Frühförderprogramme (für den Kindergarten) kurz eingehen und dann ein paar der bekannten deutschen Förderungsprogramme beschreiben.

„Ein Förderprogramm ist dann am effektivsten- und ökonomischsten-, wenn es auf die Bedürfnisse des jeweiligen Kindes speziell zugeschnitten ist [...]“ (Kaufmann, Handl, Delazer, & Pixner, 2013, S. 238) Diese Aussage stellt die Förderprogramme in einen Widerspruch zu einer effektiven Förderung. Jedoch lässt sich aus einigen Studien feststellen, dass auch Leistungsfortschritte durch solche Förderprogramme erzielt werden können.

In Amerika aber auch in den Niederlanden wurde in den letzten Jahrzehnten viel unternommen, um Kindern aus sozial benachteiligten Familien, den Übergang vom Kindergarten in die Grundschule zu erleichtern. Es wurde eine Reihe von Förderprogrammen entwickelt, die alle dasselbe Ziel verfolgen, nämlich die Förderung der mathematischen Basisfähigkeiten (Number Sense) (Lambert, 2015). Alle diese Programme orientieren sich an National Council of Teachers of Mathematics (NCTM, 2000). Kinder sollten alle diese Standards bzw. Kompetenzen wie, ein Verständnis für:

- Zahlen und Mengen
- Mengen-Zahl-Zuordnungen
- Stellenwertsystem
- Zahlen zerlegen und zusammensetzen,
- Zahlen einordnen können (Zahlenstrahl)
- Vergleichen von Mengen
- Kardinal- und Ordinalzahlen
- Rechnen mit den einfachen Grundrechnungsarten, Verständnis im Zahlenraum bis 10 (NCTM, 2000)

erfüllen.

Laut Landerl & Kaufmann (2008) sollen Frühförderprogramme das Ziel haben, den Kindern einen frühen Zahlenbegriff spielerisch zu vermitteln, um in der Schule eine homogene Gruppe zu bilden.

7.1 Rightstart-Programm

Dieses Programm verfolgt als Ziel die Einrichtung eines mentalen Zahlenstrahls, sowie die Entwicklung des frühen Zahlbegriffs und die relationale Bedeutung von Zahlen. Dieses Programm besteht aus 30 Spielen und Aktivitäten, das in den Unterricht eingebaut werden kann. (Landerl & Kaufmann, 2008) Diese Spiele, die meist durch mathematische Spielkarten erfolgen, sollen das Arbeiten an Arbeitsblättern minimieren, zu einem interessanten und abwechslungsreichen Wiederholen von Fakten und neuen interessanten Informationen dienen und natürlich mit Spaß erfolgen. Das Rightstart-Programm ist für drei Umgebungen aufgebaut, einerseits für zu Hause, den Klassenraum und als Tutorial. Für jede Lernumgebung wurden Spiele und Materialien empfohlen. Jedoch legt das Rightstart-Programm besonders großen Wert auf den Abakus⁷. (Activities For Learning, Inc, 2015) Das Einsetzen dieses Programms wird auf eine tägliche Dauer von 20-25 Minuten über einen Zeitraum von vier bis fünf Monaten empfohlen. Durch diese Zahlenspiele wird das Zählwissen, Abzählen von anschaulichen Mengen, Zuordnen von Mengen zu arabischen Zahlen und auch das Schätzen und Erarbeiten von Aufgaben (plus/minus eins mit Anschauungsmaterial) gefördert. Griffin und Kollegen (1994; zit. n. Landerl & Kaufmann, 2008) untersuchten den Leistungszuwachs von Kontroll- und Experimentalgruppen, dabei zeigten die Ergebnisse nicht nur im Number Sense (basisnumerischen Wissen), sondern auch ich Fähigkeiten, die nicht explizit von diesem Programm verfolgt wurden, signifikante und spezifische Fördereffekte. Der Transfereffekt der Experimentalgruppe blieb auch nach einem Jahr noch bestehen, diese Kinder zeigten im Gegensatz zu der Kontrollgruppe, die keine Förderprogramme verfolgten, auch bessere Leistungen im Faktenwissen, beim schriftlichen Rechnen und auch bei Textaufgaben. (Landerl & Kaufmann, 2008)

7.2 Number Worlds-Programm

Das Number-Worlds-Programm ist eine aktualisierte Version von Rightstart-Programms, das im Kindergarten und in der Grundschule angewendet wird und für jede Altersstufe schrittweise aufgebaute Interventionsmaterialien zur Verfügung stellt. (Landerl & Kaufmann, 2008) Dabei wurden drei Module für Pre-K-Kinder, Kindergartenkinder und Erstklässler entwickelt. Jedes dieser Programmodule ist für eine tägliche Dauer von 45 Minuten über eine Zeitspanne von 30 Wochen vorgesehen. Das Hauptziel dieses Programmes ist:

- Zählzahlen, Mengen und formale Zahlsymbole zu verbinden
- Verwendung von Mengen und Zahlen klar machen

⁷ ist ein Rechenhilfsmittel

- Eine Lernumgebung verschaffen, in der die Kinder ihre Fähigkeiten handelnd und interaktiv verbessern können.

Für jede Alters- bzw. Klassenstufe stehen fünf „Länder“ zur Verfügung. Im Object-Land wird mit realen Mengendarstellungen gearbeitet, im Picture-Land werden vereinfachte Repräsentationen von Mengen und Zahlen wie zum Beispiel Würfelbilder, Punktemuster oder andere Mengenabbildungen bearbeitet. Im Line-Land werden ordinale Darstellungen geübt. Dabei müssen die Kinder eine Verbindung der Addition und Subtraktion von Zahlen und das Vor- und Rückwärtsgehen am Zahlenstrahl herstellen. Im Line-Land erfolgt die Anordnung der Zahlen horizontal, während im Sky-Land die Zahlen vertikal betrachtet werden und für die Funktion für Messungen herangezogen werden. Im letzten Land Circle-Land erfolgt eine kreisförmige Struktur der Zahlen. Die Arbeitsphase erfolgt in allen „Ländern“ gleich, zuerst alleine und dann in kleinen oder großen Gruppen. Je nach Leistungsstand werden diese auch selbständig durchgeführt. Spiele, Karten, Arbeitsblätter und andere Materialien werden bereitgestellt. Durch Nachfragen der Lehrperson werden die Kinder dazu angeregt, über die Inhalte zu reflektieren und Problemlösestrategien zu entwickeln. Abschließend gibt es dann eine Wrap-up-Phase, die den Kinder zur Beschreibung der gemachten und gelernten Inhalte dienen soll. Es soll auch dabei ein Nachfragen der Lehrperson erfolgen, um die verstandenen Inhalte zu vertiefen und zu festigen. (Griffin, 2004a, 2005 zit. n. Sinner, 2011)

Griffin (2004, 2005; zit. n. Lambert, 2015) betont, dass Kinder, die dieses Programm absolvieren, Leistungsrückstände im Number Sense aufholen können und manchmal auch ein höheres Leistungsniveau erreichen als die Kinder der Kontrollgruppe. Eine Studie zeigte, dass 87% der Kinder nach diesem Förderprogramm einen unauffälligen Leistungswert erreichten, während dies nur bei 25% der Kindern, die kein Förderprogramm absolvierten, eintrat.

Auch bei einer Follow-Up Erhebung am Ende der ersten Klasse, bei der allerdings nur mehr die Hälfte der Kinder getestet wurden, konnten noch bessere Leistungen bei den Kindern, die dieses Programm absolviert haben, im mündlichen sowie im ungeübten Lösen von Textaufgaben gemacht werden. (Griffin, 2005 zit. n. Sinner, 2011)

Dieses Programm wurde mittlerweile weiterentwickelt, sodass auch Kinder bis zur 8. Schulstufe davon profitieren können, um Leistungsrückstände von ein bis zwei Schuljahren aufzuholen. (Sinner, 2011)

7.3 Additional Early Mathematics

Dieses aus den Niederlanden entwickelte Frühförderprogramm ist für Kinder zwischen vier und sieben Jahren mit schwachen numerischen Fähigkeiten gedacht. Additional Early Ma-

thematics (AEM) soll die mathematischen Basiskompetenzen und Rechenstrategien übermitteln und versuchen, alle Spiele und Übungen möglichst alltagsbezogen darzustellen. (Lambert, 2015) Van de Rijt und Van Luit (1998; zit. n. Lambert, 2015) testeten das Programm an 163 Risikokindern, die in vier Gruppen geteilt wurden, wobei nur zwei Gruppen das AEM-Programm absolvierten. Die Interventionsmethode wurde einmal strukturiert und einmal offen und entdeckend durchgeführt. Eine Kontrollgruppe durchlief ein anderes Förderprogramm und die vierte gar keines. Die Instruktionsmethoden hatten keinen Einfluss auf die Ergebnisse des Programmes. Unterschiede stellten sich jedoch bei der Gruppe, die das AEM-Programm absolvierten und den zwei anderen Gruppen heraus. Die durch das AEM-Programm geförderten Kinder verbesserten sich so sehr, dass sie nach der Förderung das selbe Niveau erreicht hatten wie die Normgruppe. Nach einem sieben Monate späteren erhobenen Nachtest sanken die Leistungen der Experimentalgruppe im Vergleich zu der Normgruppe etwas ab, jedoch ist diese Differenz statistisch nicht signifikant, während die Kontrollgruppe weiterhin erhebliche Rückstände aufweist.

Das Additional Early Mathematics-Programm wird in 26 je 30 Minuten Einheiten abgehalten und konzentriert sich auf den Zahlenraum bis 20, wobei das Hauptaugenmerk auf den Wechsel von unreifen zu effizienten Zähl- und Rechenstrategien und den Aufbau abstrakter Zahlenrepräsentationen liegt. (Landerl & Kaufmann, 2008)

7.4 „Mathematics Recovery“-Programm

Mathematics Recovery-Programm wurde in Australien entwickelt und wurde für die Altersgruppe der vier bis neun jährigen Kinder konzipiert. (Wright et al., 2002 zit. n. Landerl & Kaufmann, 2008) Es baut auf einem Leitfaden auf, an dem sich die Diagnostik, der Mathematikunterricht und auch Dyskalkulie-Interventionen halten sollen. Dabei wird das Lernkonzept „learning framework in number“ (LFIN) erwähnt, da sollen durch klassenorientierte und individuelle Instruktionsansätze ein immer nächst höheres Lern- und Verständnisniveau angepeilt werden. Dieses Lernkonzept zielt auf den Aufbau von Zahlenwissen und Strategien ab. Damit sind der Aufbau von Zahlenwörter, arabischen Zahlen und der Umgang mit Rechenoperationen und Rechenprozeduren gemeint. Das Hauptziel des Mathematikunterrichts und der Intervention ist es, dass Kinder sich von unreifen Zähl- und Rechenstrategien lösen und zu reiferen Strategien wechseln. Das „Mathematics-Recovery“-Programm basiert auf dem Stufenmodell SEAL (Stages of Early Arithmetical Learning), dies ist wiederum die Basis für das Interventionsprogramm LFIN. Dieses Konzept, das in der untenstehenden Abbildung gezeigt wird, richtet sich nach den elf Aspekten der frühen Entwicklung des Zahlenbegriffes, die wieder in vier Abschnitte geteilt wurden. (Landerl & Kaufmann, 2008)

Dieses Programm soll über einen Zeitraum von 12-14 Wochen mit einem täglichen Umfang

von einer halben Stunde im individuellen Umfeld mit den Kindern geübt werden. Die Kinder werden bereits vor dem Programm getestet, um anhand der Ergebnisse die Förderung individuell abzustimmen. Die meisten Übungen erfolgen in einer mündlichen Interaktion zwischen dem Lernenden und Lehrenden, zusätzlich gibt es aber auch Materialien wie Spielkarten. Kinder, die an dieser Förderung teilgenommen haben, weisen oft altersangemessene Leistungen auf. Ebenso berichten Lehrer oft Positives über dieses Programm und integrieren diese Prinzipien selbst in ihren Unterricht. Ebenso kam es zur Kompetenzsteigerung bei einer verkürzten Programmdauer von 20 Einheiten. (Willey, Holliday & Martland, 2007 zit. n. Sinner, 2011)

Teil A	Teil B	Teil C	Teil D
– Frühe arithmetische Strategien – Strategien zum Erlernen des Stellenwertsystems	– Zählwortsequenzen vorwärts und Zahlwort danach – Zählwortsequenzen rückwärts und Zahlwort davor	– Andere Aspekte des frühen arithmetischen Lernens	– Frühes Multiplizieren und Dividieren
Stadien: Frühe Arithmetische Strategien 0 Emergentes Zählen 1 Perzeptives Zählen 2 Figuratives Zählen 3 Initiale Zählsequenzen 4 Fortgeschrittene Zählsequenzen 5 Flüssige Zählsequenzen	Stufen: Zählwortsequenz vorwärts (ZWV) und Zahlwort danach 0 Emergente ZWV 1 Initiale ZWV bis „zehn“ 2 Fortgeschrittene ZWV bis „zehn“ 3 Flüssige ZWV bis „zehn“ 4 Flüssige ZWV bis „dreißig“ 5 Flüssige ZWV bis „einhundert“	– Kombinieren und Teilen – Räumliche Muster und Subitizing – Zeitliche Sequenzen – Fingerbilder – Basis-5- Strategien	Stufen: 1 Initiales Gruppieren 2 Perzeptives Zählen in Vielfachen 3 Figuratives zusammenfassendes Gruppieren
Stufen: Strategien zum Erlernen des Stellenwertsystems 1 Initiales Konzept der Zehn 2 Fortgeschrittenes Konzept der Zehn 3 Flüssiges Konzept der Zehn	Stufen: Zählwortsequenz rückwärts (ZWR) und Zahlwort davor 0 Emergente ZWR 1 Initiale ZWR bis „zehn“ 2 Fortgeschrittene ZWR bis „zehn“ 3 Flüssige ZWR bis „zehn“ 4 Flüssige ZWR bis „dreißig“ 5 Flüssige ZWR bis „einhundert“		4 Wiederholtes abstraktes zusammenfassendes Gruppieren 5 Multiplikationen und Divisionen als Rechenoperationen
	Stufen: Erkennen von Zahlen 0 Emergentes Erkennen von Ziffern 1 Zahlen bis „10“ 2 Zahlen bis „20“ 3 Zahlen bis „100“ 4 Zahlen bis „1000“		

Abbildung 12 Stufenmodell „LFIN“ (nach Wright et al. 2002 zit. n. Landerl & Kaufmann, 2008, S. 194)

7.5 Numeracy Recovery

Dieses Förderschema wird bei Kindern, bei denen die Lehrperson Probleme im Bereich der Arithmetik identifiziert, angewendet. Die Kinder werden auf verschiedenen Kompetenzen (Zählprinzipien, Ziffernschreibweise, Textaufgaben, Ableitungsstrategien und Faktenabruf, Verständnis der konkreten, bildlichen und symbolischen Repräsentationsebenen und arithmetische Schätzung) beurteilt und anschließend einer wöchentlichen halbstündigen individuellen Intervention unterzogen, bei der die festgestellten Schwierigkeiten trainiert werden. Die Förderung basiert auf entwicklungs(neuro)psychologischen Theorien der Zahlenverarbeitung und erfolgt von den Klassenlehrpersonen selbst. Das Interventionsprogramm besteht aus neun Komponenten, für die jeweils spezifische Übungen ausgewählt wurden. (Dowker, 2001)

Komponenten des Förderprogramms	Ausgewählte Übungen	Konzeptuelle Zuordnung
Zählprozeduren	Zählen konkreter Objektmengen von 5 bis 25: regulär/irregulär, linear/nichtlinear.	Basisnumerische Fähigkeiten + ZV – nichtsymbolisch
Zählprinzipien und deren Anwendung	<i>Prinzip der Irrelevanz der Zählfolge:</i> Zählen konkreter Objektmengen (anfangs bis 4), Beantworten von Fragen der Irrelevanz der Zählabfolge; Erwachsener demonstriert die Abfolge-Irrelevanz: „Es sind 4, wenn ich hier mit dem Zählen beginne, und 4, wenn ich hier beginne: Es ist immer 4, ganz gleich, wo ich zu zählen beginne“; Üben mit größeren Objektmengen. <i>Nachfolger-/Vorläuferzahlen ($n + 1$, $n - 1$):</i> Beobachten und Vorhersage von $n + 1$, $n - 1$ Aufgaben bis 20 mit Anschauungshilfen (Ziel: Antwort ohne Zählen); verbale Übungen: „Welche Zahl kommt vor 8? Welche nach 14?“; Arbeitsblätter mit Abbildungen von $n + 1/n - 1$ Aufgaben; Domino-Spiel: Anstatt desselben Dominos muss jeweils der Dominostein mit der nächstniedrigeren oder nächsthöheren Punktzahl angelegt werden.	Basisnumerische Fähigkeiten + ZV – nichtsymbolisch und verbal + Konzeptuelles Wissen
Transkodieren	Lesen und Schreiben arabischer Zahlen; Sortieren von Objekten in Zehnergruppen; Notieren der vollen Zehner, z.B. 20, 30 etc.; dieselbe Übung, nur dass diesmal Einer zu den Zehnern dazukommen, z.B. Sortieren von Objekten in zwei volle Zehner und drei einzelne = 23.	ZV – symbolisch und nichtsymbolisch + Konzeptuelles Wissen
Stellenwertsystem	Addieren von Zehnern zu Einern sowie von Zehnern zu Zehnern in verschiedenen Formaten: arabische Zahlen, Zahlenstrahl, Zehnerstrangen und Einerwürfel, Hand- und Fingerbilder (bzw. jedes Anschauungsmaterial mit dem das Kind zu arbeiten gewohnt ist); Betonung, dass die Antwort unabhängig ist vom Darstellungsformat; Rechenaufgaben wie: $20 + 10$, $20 + 11$, $20 + 12$ etc. (wenn nötig mit Anschauungshilfen).	ZV – symbolisch und nichtsymbolisch + Konzeptuelles Wissen

Abbildung 13 Das „Numeracy Recovery“-Programm von Dowker (adaptiert aus Dowker 2007, zit. n. Landerl & Kaufmann 2008, S. 205)

Verbale Textaufgaben	Kurze einfache Additions- und Subtraktionsaufgaben (Austausch-, Kombinations- und Vergleichsaufgaben*) werden verbal präsentiert und sollen diskutiert werden: „Welche Zahlen kommen da vor?“ „Was müssen wir mit diesen Zahlen tun?“ „Müssen wir dazu zählen oder etwas wegnehmen?“ „Hat Peter nun mehr oder weniger Kekse als vorher?“; Wichtig: Die Aufgaben sollen mit Anschauungshilfen dargestellt und zusätzlich symbolisch – in arabischen Zahlen – notiert werden.	Rechnen – verbal + ZV – symbolisch + Konzeptuelles Wissen
Transformation von Rechenaufgaben in konkrete, verbale und symbolische Formate	Lesen und Schreiben arabischer Zahlen; Kinder, die Schwierigkeiten beim Schreiben zweistelliger Zahlen haben, sollen Objekte zu Zehnergruppen sortieren und diese Resultate notieren (20, 30 etc.): Wenn dies gelingt, sollen die Kinder Zehnergruppen und einzelne Objekte sortieren und die entsprechenden Ergebnisse notieren; dieselben Aufgaben werden in verschiedenen Formaten präsentiert (mündliche Textaufgaben, arabische Zahlen, konkrete Darstellungen), und es wird darauf hingewiesen, dass die Resultate unabhängig vom Präsentationsformat identisch sind.	ZV – symbolisch und nichtsymbolisch + Rechnen – verbal und symbolisch + Konzeptuelles Wissen
Ableitung von arithmetischem Faktenwissen von bekanntem Faktenwissen (Additionen und Subtraktionen)	Übungen zum Verständnis und der Anwendung von Ableitungsregeln wie Kommutativität ($2 + 5 = 5 + 2$), $n + 1$ Prinzip ($5 + 1$ muss nicht gerechnet werden, weil das Ergebnis die Nachfolgerzahl von 5 ist) und Umkehrregel ($2 + 5 = 7$ entspricht $7 - 5 = 2$ bzw. $7 - 2 = 5$).	Rechnen – symbolisch und nichtsymbolisch + Konzeptuelles Wissen
Mengen schätzen	Kinder sollen die Schätzungen von imaginativen Personen (z. B. Peter und Anni) auf einer fünfstufigen Smiley-Skala im Hinblick auf deren Korrektheit beurteilen und anschließend ihre Antworten zu begründen versuchen; die eigenen Schätzungen sollen mit Anschauungshilfen abgebildet werden.	ZV – nichtsymbolisch und verbal
Faktenabruf	Wiederholtes Üben derselben Fakten (Drill-training); gleichzeitig „Zahlenspiele“ zur Memorisierung der Fakten.	Rechnen – verbal

*) Beispiele für die verschiedenen Typen von Textaufgaben: *Austauschaufgaben*: „Anna hat 5 Kekse, 3 davon schenkt sie Petra. Wie viele Kekse hat Anna noch?“; *Kombinationsaufgaben*: „Peter und Lukas haben zusammen 6 Kekse. Lukas hat 4 Kekse. Wie viele Kekse hat Peter?“; *Vergleichsaufgaben*: „Sonja hat 8 Kekse. Sie hat 3 Kekse mehr als Jakob. Wie viele Kekse hat Jakob?“ Generell sind Austauschaufgaben am leichtesten und Vergleichsaufgaben am schwierigsten (s. Stern 2005, 140).
Abkürzungen: ZV: Zahlenvergleich

Abbildung 14 Das „Numeracy Recovery“-Programm von Dowker (adaptiert aus Dowker 2007, zit. n. Landerl & Kaufmann 2008, S. 206)

Dowker (2001) hat in einer Studie die Fördereffekte von 62 Kindern untersucht. Dabei konnte man im Vergleich zum Vortest signifikante Leistungsverbesserungen bei standardi-

sierten Rechentest in den Bereichen des Zahlenwissens, Rechenfertigkeiten und Textaufgaben, erkennen. Dies bedeutet, dass die Kinder, die dieses Interventionsprogramm absolviert haben, einen Teil des Leistungsrückstandes gegenüber den Kindern der Kontrollgruppe reduzieren konnten. Jedoch erreichten nicht alle Kinder der Experimentalgruppe am Ende des Förderprogrammes ein altersgerechtes Kompetenzniveau.

7.6 Kalkulie

Das Förderprogramm „Kalkulie“ (Gerlach, Fritz, Ricken & Schmidt, 2007, zit. n. Ricken, 2009) würde für Grundschulkinder, die den mathematischen Kompetenzen noch nicht altersgemäß gewachsen sind, entwickelt. Grundsätzlich richtet sich dieses Förderprogramm rechenschwachen Kindern der ersten bis zur dritten Schulstufe, jedoch sollte so früh wie möglich damit begonnen werden. Dieses Konzept soll in Schulen 1-2 mal in der Woche in den Schulalltag integriert werden. (Ricken, 2009) Die Hauptziele des Programms sind die Entwicklung eines Zahlenbegriffs, Vorstellung einer Zahl und Zahlenraum, Vorstellung von Rechenoperationen, erarbeiten von Faktenwissen sowie die Nutzung von Zahlbeziehungen. Dabei sollen die Kinder allgemeine Problemlösestrategien erwerben und mathematische Konzepte auf Sachaufgaben übertragen können. (Lambert, 2015) Da dieses Programm sehr viel Wert auf Reflexionen und Strategienaustausch legt, sollte die Förderung in Kleingruppen stattfinden. Natürlich können auch leistungsstarke Schülerinnen und Schüler in dieses Förderprogramm eingebunden werden, dies hat den Vorteil, dass die Anzahl von Rechenstrategien in der Diskussionsrunde erhöhen und die leistungsschwächeren Kinder davon profitieren können. (Ricken, 2009) Mit dem Training werden die meisten Bereiche des Grundschullehrplans der ersten drei Schuljahre in den Gebieten der Arithmetik und Sachaufgaben sowie das Subitizing gefördert. (Lambert, 2015) Das Programm baut auf fünf Entwicklungsniveaus mit je drei Bausteinen auf:

1. Entwicklungsniveau: „Zahlen werden als Zählzahlen verstanden. Das Kind verfügt über die Zahlwortreihe, die es Objekten zuordnet.
2. Entwicklungsniveau: Die Kinder haben eine Zahlenstrahl-ähnliche Vorstellung von der Anordnung von Zahlen entwickelt. Sie können Nachbarzahlen bestimmen, verstehen, dass man beim Dazutun mehr erhält und weiterzählen muss.
3. Entwicklungsniveau: Das Zahlwort- und das Mengenwissen verknüpfen sich. Mächtigkeit von Mengen können erfasst werden. Dies ermöglicht ein erstes Verstehen von Verknüpfungen zweier Mengen zu einer Gesamtmenge.
4. Entwicklungsniveau: Kinder verstehen, dass Mengen aus Teilmengen gebildet werden können. Sie erkennen erste Beziehungen zwischen Mengen.

5. Entwicklungsniveau: Das Wissen über Beziehungen zwischen Mengen differenziert sich weiter v. a. unter dem relationalen Aspekt. Somit können Differenzen zwischen Mengen bestimmt werden.“ (Ricken, 2009, S. 121)

Zu den jeweiligen Niveaus wurden Aufgaben entwickelt und zu Bausteinen zusammengefasst. Im Baustein 1 (Fertigkeitsspezifische Voraussetzungen) steht die Vermittlung der mathematischen Konzepte der ersten drei Entwicklungsniveaus im Mittelpunkt. Im Baustein 2 (Strukturierung des Zwanzigerraums) wird der Übertritt vom Auszählen zum Rechnen geschaffen. Kinder sollen die Zahlen als gliederbare Quantitäten verstehen. Im Baustein 3 (nichtzählende Rechenstrategien) wird der Übergang zu nichtzählende Rechenstrategien erworben und automatisiert. In allen Bausteinen werden verschiedene Darstellungsformen verwendet. Die Aufgaben sind als Exemplar zu verstehen, für manche Fälle sind sie passend und für manche Kinder müssen die Aufgaben individuell angepasst bzw. verändert werden. Für das Arbeiten mit diesem Konzept ist auf eine Diagnostikphase nicht verzichtbar. Zu jedem Baustein gehört eine Sammlung von Diagnoseaufgaben. Auf der Basis der Diagnosephase wird dann die Auswahl des Bausteines getroffen. Generell läuft die Sitzung folgendermaßen ab:

1. Anknüpfen an die vorherige Stunde
2. Einführen der neuen Aufgaben, die abwechselnd oder paarweise erfolgen
3. Vergleichen von Lösungen, dabei werden die Ergebnisse verglichen und andere Lösungsstrategien betrachtet und diskutiert.
4. Zusätzliche Aufgaben, die durch andere Materialien entstehen oder aufeinander aufbauen
5. Abschließend die Stunde zusammenfassen

Die Dauer der Intervention orientiert sich an den Fortschritten der Kinder. Auf Basis der Lernstandbestimmung bzw. der Diagnostikphase lassen sich nach Vollziehung des Programmes die erzielten Fortschritte durch eine erneute Lernstandbestimmung feststellen und somit kann man feststellen, wie sich die Kompetenzen der Kinder verändert haben und wie die Förderung weiterzuführen ist. (Ricken, 2009)

7.7 Dortmunder Zahlenbegriffstraining

Dieses Trainingsprogramm ist für rechenschwache Kinder der zweiten und dritten Klasse der Sonderschule oder für Regelschülerinnen und Regelschüler ab Ende der ersten Klasse gedacht, die noch auf das Fingerzählen und Anschauungshilfen von einfachen numerischen Rechenaufgaben angewiesen sind. Für Kinder die bereits das kleine EinsplusEins automatisiert haben, das heißt auswendig können und ohne Anschauungshilfen rechnen können, bietet dieses Programm keine geeignete Lernhilfe mehr. Jedoch für Kinder, die

dabei fehlerfrei Addieren können, aber den Sinn dahinter nicht wirklich verstanden haben. Das Ziel des Dortmunder Zahlenbegriffstraining (ZBT) ist es, den Kindern individuelle Lernunterstützung zu bieten und dabei die Entwicklung des Zahlenbegriffs von einer konkreten zu einer abstrakten Sichtweise deutlich zu machen.

Der Dortmunder Rechentest (DORT-E) ist die Basis des gesamten Förderprogrammes, er gibt Auskunft über den aktuellen Wissenstand des Zahlenbegriffs. Der DORT-E ist auf die drei folgenden Lernziele des Förderprogramms aufgebaut:

- der Zählfertigkeiten,
- Einsicht in Mengen- und Zahlenbeziehung und
- das numerische Rechnen im Zahlenraum bis 20

Aus den jeweiligen Ergebnissen dieses Rechentests lässt sich das Einstiegsniveau des Förderprogrammes ableiten. Das Förderprogramm ist systematisch auf acht aufeinander aufbauende Stufen aufgebaut, die auf die oben genannten drei Bereiche aufgeteilt werden. (Moog & Schulz, 2005)

Stufe	Lerninhalte	Umfang
<i>Bereich I: Zähl- und Abzählfertigkeiten automatisieren</i>		
Stufe 1:	Zählen und Abzählen	ca. 3 Sitzungen
Stufe 2:	Abzählen mit den Augen	2 Sitzungen
Stufe 3:	Taktilen und auditives Abzählen	2 Sitzungen
Stufe 4:	Zählen in Einheiten größer eins	2 Sitzungen
Stufe 5:	Festigung interner Zahlraumvorstellungen	2 Sitzungen
<i>Bereich II: Mengen- und Zahlenrelationen, Mengenoperationen</i>		
Stufe 6:	Mengen- und Zahlzerlegung, Mengen- und Zahlvereinigung sowie Mengen- und Zahlergänzung mit visueller Kontrolle	3 Sitzungen
Stufe 7:	Mengen- und Zahlzerlegung, Mengen- und Zahlvereinigung sowie Mengen- und Zahlergänzung bei eingeschränkter oder fehlender visueller Kontrolle	3 Sitzungen
<i>Bereich III: Vertiefungsphase</i>		
Stufe 8:	Anwendung bisheriger Lösungsprinzipien auf numerische Addition	2 Sitzungen

Abbildung 15 Gliederung des Zahlenbegriffstrainings nach Trainingsstufen und Lernzielen (in Anlehnung an Moog & Schulz, 2005, zit. n. Otto & Büttner, 2008, S.106)

Zu jeder Stufe sind Übungen und Lernziele beschrieben. Bei der Durchführung der Übungsaufgaben steht das lösungsbegleitende Sprechen im Vordergrund. Das heißt, die Übungen sollen durch mathematische Gespräche erfolgen, in denen verschiedene Lösungswege erklärt und verglichen werden sollen. Für die einzelnen Stufen sind jeweils halbstündige Übungseinheiten vorgesehen, die jedoch ein bis zwei Mal pro Woche erfolgen können.

„Stufe 1: Zählen und Abzählen

Lernziele:

1. *Sicherung des Abzählens von Gegenständen bis 10 bei zunehmender Ungeordnetheit der Zählvorlage und wechselnder Gestalt der Zählelemente*
2. *Temposteigerung des Abzählvorgangs bis 10 ohne Genauigkeitsverlust.*
3. *Aus einer Gesamtmenge eine Teilmenge herauszählen, die Restmenge bestimmen und beide Mengen vergleichen. Einführung von $>/</=$.*
4. *Die Einsicht entwickeln, dass man Mengen auf unterschiedliche Weise abzählen kann, und dass es gilt, die ökonomischste Zählweise zu finden.*
5. *Erlernen der Bedeutung von Richtungsbegriffen und Präpositionen die zum Verständnis von Anweisungen zum Zählen und Abzählen notwendig sind.*
6. *Flüssiges Vor- und Rückwärtszählen im Zahlenraum bis 10.*
7. *Zusammenfassung der Lernziele aus Stufe 1.“ (Moog & Schulz, 2005, S. 26)*

„Stufe 2: Abzählen mit den Augen

Lernziele

1. *Festigung der Lernziele aus Stufe 1.*
2. *Bei Verzicht auf Berührung und Bewegung der Zählelemente den Zählvorgang nur mit den Augen steuern lernen.*
3. *Das Kind soll erfahren, dass man sich das Zählen ungeordneter Vorlagen erleichtern kann, wenn man die Zählvorlage intern ordnet.*
4. *Zusammenfassung der Lerninhalte“ (Moog & Schulz, 2005, S. 30)*

„Stufe 3: Taktil auditives Abzählen

Lernziele

1. *Festigung der Lernziele aus Stufe 2.*
2. *Den Nutzen des taktil und des auditiv gesteuerten Zählens erkennen.*

3. *Bei Verzicht auf die visuelle Kontrolle soll der Zählvorgang schließlich nur über die taktile oder über die auditive Wahrnehmung gesteuert werden und die Zählerergebnisse sollen durch grafische Reproduktion der abgezählten Mengen gesichert werden.*
4. *Zusammenfassung der Lerninhalte aus Stufe 3“ (Moog & Schulz, 2005, S. 33)*

„Stufe 4: Abzählen in Einheiten größer Eins

Lernziele

1. *Festigung der Lernziele aus Stufe 3.*
2. *Kleine Mengen auf einen Blick abschätzen.*
3. *Den Abzählvorgang rhythmisieren.*
4. *In Zweier- und Dreiersprüngen abzählen.*
5. *Die Vorteile des Zählens in Schritten größer Eins erkennen.*
6. *Zusammenfassung der Lernziele aus Stufe 4.“ (Moog & Schulz, 2005, S. 35)*

„Stufe 5: Festigung interner Zahlraumvorstellungen

Lernziele

1. *Festigung der Lernziele aus Stufe 4.*
2. *Zahlen im Zahlenraum bis 10 lokalisieren.*
3. *Im Zahlenraum 0 bis 10 von beliebigen Zahlen aus flüssig aufsteigend und absteigend zählen können*
4. *Zusammenfassung der Lernziele aus Stufe 5.“ (Moog & Schulz, 2005, S. 39)*

„Stufe 6: Mengen- und Zahlzerlegung, Mengen- und Zahlvereinigung, Mengen- und Zählergänzung mit visueller Kontrolle

Lernziele

Alle Mengenoperationen sollen grundsätzlich auch unter Verwendung von Zahlen verbalisiert werden.

1. *Festigung von Fertigkeiten aus früheren Stufen.*
2. *Erkennen verschiedener Zerlegungsmöglichkeiten bei Mengen größer Drei.*

3. *Vorstellungsmäßige Vorwegnahme von Mengenverhältnissen bei verbal angewiesenen Zerlegungsaufträgen. Dabei soll die Komplementarität von Teilmengenverhältnissen einsichtig gemacht werden.*
4. *Die Einsicht gewinnen, dass jeder Zerlegungsvorgang rückgängig gemacht werden kann.*
5. *Antizipation inverser Zerlegungsvorgängen mit anschließender Überprüfung an konkretem Material*
6. *Die Einsicht vermitteln, dass es bei der Vereinigung zweier Mengen/Summanden einfacher ist, von der ersten Teilmenge/vom ersten Summanden aus weiterzuzählen, als beide Teilmengen/Summanden noch einmal durchzuzählen.*
7. *Erkennen der Kommutativität der Addition*
8. *Zusammenfassung der Lernziele aus Stufe 6.* (Moog & Schulz, 2005, S. 43)

„Stufe 7: Mengen- und Zahlenzerlegung, Mengen- und Zahlvereinigung und Mengen- und Zahlergänzung bei eingeschränkter oder fehlender visueller Kontrolle

Lernziel

1. *Festigung von Lernzielen aus früheren Stufen.*
2. *Festigung interner Mengen- und Zahlbeziehungsvorstellungen durch grafische, numerische und verbale Transformation von Zerlegungsaufgaben. Dabei soll die Gleichwertigkeit real-manipulativ durchgeführter Mengenvereinigung mit deren grafischer und numerischer Darstellung erkannt werden.*
3. *Über kinästhetisch-taktile Wahrnehmungen räumliche Vorstellungsbilder von Mengen- und Zahlbeziehungen festigen.*
4. *Mengenzerlegung in der Vorstellung bewältigen, ohne visuelle oder taktile Veranschaulichungsmittel.*
5. *Zusammenfassung der Lernziele aus Stufe 7.* (Moog & Schulz, 2005, S. 49)

„Stufe 8: Anwendung bisheriger Lösungsprinzipien auf numerische Addition

Lernziele

1. *Die Schüler sollen die in den Trainingsstufen 1-7 geübten Zahlenraumvorstellungen und Zähltechniken auf die numerische Addition anwenden lernen. In dieser letzten Stufe soll der Schüler erkennen, dass er auch ohne Veranschaulichungsmittel auskommt, auf diese aber zu Kontrollzwecken jederzeit zurückgreifen kann.*
2. *Selbständig entscheiden, wann die Anwendung des Kommutativgesetzes bei der Addition Vorteile bringt.*
3. *Die Lösungsplanung, die Kontrolle des Lösungsprozesses und die Ergebniskontrolle, die bisher vom Trainer und vom Schüler im Dialog begleitet wurden, sollen jetzt zunehmend nur noch vom Schüler kommentiert werden. Dazu gehört auch die selbständige kommentierende Fehleraufklärung.“ (Moog & Schulz, 2005, S. 54)*

Moog & Schulze (2005) haben in ihrem Buch „Zahlen begreifen. Diagnose und Förderung bei Kindern mit Rechenschwäche“ Übungsbeispiele beschrieben. Diese sind mit Nummern gekennzeichnet. Die erste Zahl gibt die Stufe an, die zweite das Lernziel und die dritte Zahl die Reihenfolge der Übung (Bsp. 1.2.1) Ein Beispiel für eine Übung der Stufe 1 mit dem Lernziel Temposteigerung:

„Du weißt, der Verkehr auf der Straße verändert sich ständig. Um genau zu wissen, wie viel los ist auf der Straße, musst du schnell zählen.“

GT: Liste im Sinne Kuehnelscher Zahlbilder anfertigen“ (Moog & Schulz, 2005, S. 27)

Material: Straßenkarte, Spielfigur und Autos

7.8 Komm mit ins Zahlenland

Das Förderprogramm „Komm mit ins Zahlenland“ von Friedrich und Galgóczy (2004) basiert auf Zahlenliedern und Zahlengeschichten. Das Programm versucht, die Kinder auf einen völlig neuen unbekannten Weg zum Lernen einer märchenhaften Welt der Mathematik anzuregen. Die Grundidee dieses Konzepts ist, den Kindern eine konkrete Darstellung des Zahlenraums zu vermitteln. Dieses Konzept orientiert sich wieder an Kindern im Vorschulalter, denen man die Welt der Zahlen und Grundlagen der Mathematik nahebringen will. Dabei wird für die Grundzahlen, die Zahlen von eins bis 10, ein „Raum“ geschaffen, indem sie zu Hause sind, nämlich das Zahlenland. Dieses Land sollen die Kinder spielerisch mit ihrer Kreativität und Fantasie völlig durchleben. Natürlich werden alle Zahlenaspekte wie der Anzahlaspekt, Ordnungsaspekt, Ziffernaspekt und die geometrischen Grundformen bearbeitet. Beispielsweise wird der Anzahlaspekt einer Zahl als Menge verschiedener Objekte (z.B Birnen, Hunde, etc.) dargestellt. Die Einrichtung der Zahl 3 im Garten erfolgt zum Beispiel genau durch drei Bäume. Dieses Konzept bietet den Kindern die Möglichkeit, die

verschiedenen Zahlenaspekte in fantasievollerweise zu erlernen, ohne sie rational zu thematisieren. Daher ist dieses Konzept hervorragend, um Kinder für die Welt der Zahlen zu faszinieren. Da in diesem Programm alles spielerisch in den Alltag eingebunden wird, haben die Kinder dabei nicht nur Spaß, sondern lernen auch die wichtigsten Grundlagen der Mathematik. Ebenso kann es sein, dass man den Kindern durch die positiven Begegnungen mit den ersten Zehn Zahlen, die Angst bzw. die Abneigung der Mathematik nimmt.

Dieses geheimnisvolle Zahlenland ist folgendermaßen aufgebaut. Es besitzt eine Zahlenstadt mit Zahlengärten, Zahlenhäusern, Zahlentürmen und einem Zahlenweg. Die Zahlenstadt und die Zahlengärten stellen eine Unendlichkeit dar, wo sich alle Geschichten, Spiele und Aktivitäten abspielen und die Zahlen wohnen. Die Stadt ist so aufgebaut, sodass sich die mathematischen Eigenschaften der Zahlen von Eins bis Zehn sinnlich erfahrbar machen lassen. Die Zahlen werden durch geometrischen Vorstellungen verstärkt, das heißt, jede Zahl besitzt einen eigenen Zahlengarten, der beispielsweise durch ein auf den Boden gelegtes Stück Stoff gekennzeichnet ist. Wichtig ist das jeder Garten eine andere geometrische Form hat, die der Zahl entspricht. Zum Beispiel die Zahl Eins einen Kreis, die Zahl zwei eine Ellipse, die Zahl Drei ein Dreieck etc. und im Idealfall sollte die Fläche des Gartens immer größer werden, um konkrete Vorstellungen von den Eigenschaften der Zahlen aufzubauen.

Der Zahlenweg verbindet die Zahlengärten. Der Zahlenweg besteht aus Platten mit aufgemalten Ziffern, die hintereinander angelegt werden. Dabei geht es darum, dass die Kinder den Ordnungsaspekt der Zahlen verstehen, das heißt die Ziffern ordinal wahrnehmen. Das wichtigste am Zahlenweg ist das laute oder stille Zählen beim Gehen auf den Ziffern. Durch körperliche Bewegung wird die kognitive Leistung gefördert. Es regt zum Denken an, das bedeutet, man macht sich Gedanken, wo man auf dem Zahlenstrahl steht oder welche Zahl davor und dahinter war. Kann sich ein Kind diese Fragen selbst beantworten, so hat es bereits ein abstraktes Bild des Zahlenstrahls erarbeitet.

Die Zahlenhäuser stehen in den Zahlengärten, diese können zum Beispiel durch Würfel dargestellt werden. Auf die Würfel können die Ziffern mit einer Fahne gesteckt werden, diese stellen die Hausnummern dar.

Zahlentürme sind farblich markierte Holzwürfel, diese können zum Beispiel auf jede Ecke im Zahlengarten gelegt werden, somit ist für die Kinder die Menge oder besser der Aspekt anschaulicher. Ebenso lässt sich damit auch gut mit der Zahlenzerlegung arbeiten. Die Kinder können durch das Bauen mit den Würfeln die Zahlen zerlegen. Dies bildet den Grundstein für alle weiteren Schritte für das spätere Rechnen über den Zahlenraum 10 hinaus. Dabei können die Kinder die Würfel zu einem Turm in die Höhe bauen, damit ist nicht nur ersichtlich, dass die Zahl größer ist, sondern es können die Zahlentürme auch

umgebaut bzw. zerlegt werden. Zum Beispiel bei der Zahl 5, zuerst fünf Würfel und anschließend drei und dann zwei Würfel oder vier und einen.

Im Zahlenland wohnen nicht nur die Kinder und die Zahlen, sondern auch der Kobold und die Zahlenfee. Dort spielen sich auch alle Geschichten, Spiele, Märchen und Lieder ab. Dabei wird jede Zahl in einer Zahlenpuppe verkörpert, die in die verschiedenen Aktivitäten des Zahlenhauses eingebaut wird. Diese Puppe soll ganz genau das bestimmte Zahlenhaus verkörpern. Also die Form oder ein markantes Zeichen der Puppe soll dieser Zahl entsprechen. Zum Beispiel die Zahl Eins soll ein Einhorn sein, die Zahl Zwei mit zwei Federn am Kopf etc.

Der Zahlenkobold „Kuddelmuddel“ macht ständig eine Unordnung im Zahlenland. Er bringt gerne die Zahlen durcheinander, vertauscht Zahlenhäuser und Hausnummern oder stellt einen andern Unsinn im Zahlenland dar. Die Kinder haben die Aufgabe, den vom Kobold dargestellten Unsinn wieder in Ordnung zu bringen.

Die Zahlenfee, auch „Vergissmeinnicht“ genannt, ist das Gegenteil vom Kobold. Wird der Zauberspruch „Kuddelmuddel- welch ein Schreck- zaubert mir die Zahlen weg! Komm herbei Vergissmeinnicht, jage fort den Bösewicht“ gerufen, kommt sie zur Hilfe und zaubert den vom Kobold dargestellten Unsinn wieder in Ordnung.

Bei der Reise durch das Zahlenland ist eine Gruppe von 10 bis 15 Kindern optimal, diese sollen einmal in der Woche die Reise ins Zahlenland starten. Das Zahlenland soll mit den Kindern gemeinsam aufgebaut werden. Dabei darf jedes Kind ein Zahlengarten einrichten. Das Zahlenland ist folgendermaßen aufgebaut. In der einen Hälfte sind die Zahlen von 1 bis 5 und in der anderen Hälfte des Raumes sind die Zahlen von 6 bis 10 in richtiger Reihenfolge dargestellt. Zuerst wird allerdings nur im Zahlenraum bis 5 gearbeitet. Wird dieser von den Kindern sicher beherrscht, so kann man in den Zahlenraum bis 10 übergehen. Dabei besitzt dann jeder Zahlengarten zwei Zahlenhäuser, somit kommen die Kinder auf erste additive Zahlkombinationen ($5+1$, $2+5$, $3+5$ etc.) Jede Woche steht eine Zahl im Mittelpunkt, natürlich wird die „Zahl der Woche“ der Reihe nach gewählt. An dieser Zahl orientieren sich dann die Geschichten, Lieder und Aktivitäten. Viele dieser Spiele und Aktivitäten lassen sich ganz einfach auf die verschiedenen Zahlen anpassen.

Dieses Interventionsprogramm, also eine Reise in das Zahlenland, besteht aus je 10 Übungseinheiten für Teil 1 (1-5), 12 Übungseinheiten für Teil 2 (6-10) und soll einmal in der Woche ungefähr 50 bis 60 Minuten stattfinden. Die Lernmaterialien sollen in Freiarbeitsphasen den Kindern zur Verfügung gestellt werden und die Erzieherinnen und Erzieher sollen die Zahlenlieder und Zahlengeschichten wiederholen. Beispiele für Aktivitäten,

Spiele, Lieder etc. sind für jede Zahl im Buch von Friedrich und Galgóczy (2004) genau beschrieben.

7.9 Mina und der Maulwurf

Auf Grundlage des von Fritz, Ricken und Erlach (2007) beschriebenen Entwicklungsmodell, wurde ein sehr neues Frühförderprogramm „Mina und der Maulwurf“ für Kindergartenkinder von Gerlach und Fritz (2011) entwickelt.

Um unterschiedlichen Lernvoraussetzungen und Lernschwierigkeiten zu vermeiden, bietet dieses Interventionsprogramm für alle Entwicklungsstufen Übungen und Einstiegsmöglichkeiten an. Das Programm besteht aus fünf bzw. sechs aufeinander aufbauenden Bausteinen, die sich am Entwicklungsmodell von Fritz et. al. (2007) orientieren. Jedes Kind soll auf der passenden Entwicklungsstufe systematisch gefördert werden, das heißt, es muss nicht alle Bausteine durchlaufen. (Hildenbrand, 2016)

Baustein 0: Dieser Baustein (Basisfähigkeiten) widmet sich den elementaren pränumerischen sowie den ersten numerischen Kompetenzen. Dies umfasst das Mengen ordnen, vergleichen, Gegenstände und Mengen nach gleich/ungleich, größer/kleiner, mehr/weniger einzuordnen, Mengen schätzen und sortieren sowie die Eins-zu-Einszuordnung. Der Baustein 0 zielt also auf das Verständnis von Vermehrung und Verminderung, das Erarbeiten der Zahlenwortreihe und die größer/kleiner Beziehung von Zahlen ab und basiert auf dem Entwicklungsmodell der Stufe 0.

Baustein 1: Der Grundgedanke des Bausteins 1 (Zahlwortreihe und Zählen) ist das Erarbeiten der Zahlenwortreihe, Vergleichen von Zahlen, das Zählen und die Bestimmung von Anzahlen. Dabei soll eine Eins-zu-Eins-Zuordnung von Zahlenwort und Zählobjekt und somit die ersten Verbindungen von Zahlen und Mengen angeregt werden. Im Baustein 1 werden Kompetenzen des Entwicklungsniveau 1 und 2 beansprucht.

Baustein 2: (Mengenverständnis) Er ist für die verstärkte Verbindung von Zahlwortreihe und Menge verantwortlich. Dabei muss die kardinale Mächtigkeit von Mengen auf differenzierter Art und Weise verglichen, aufgeteilt, geordnet und angeglichen werden. Dadurch soll das Mengenverständnis als Kardinalzahl und das Verständnis der ordinalen Ordnung von Anzahlen vertieft werden, dies entspricht dem Entwicklungsniveau der Stufe 2 und 3.

Baustein 3: Im Baustein 3 (Mengenoperationen) wird der Fokus auf die Handlung von Operationen mit Mengen nach dem Teile-Ganzes-Konzept gelegt. Dabei werden Mengen aufgeteilt, zerlegt, vermehrt sowie auch vermindert. Dazu zählen nicht nur einfache Additions- und Subtraktionsaufgaben, sondern auch Aufgaben bei denen der Fokus auf der Suche nach Teil- oder Austauschmengen liegt. Auch hier wird das Entwicklungsniveau 2 und 3 beansprucht.

Baustein 4: In diesem Baustein (Rechnen) wird an der Flexibilität und Erweiterung des Teile-Ganzes-Konzept gearbeitet. Dabei ist das Ziel, dass man ein Verständnis dafür entwickelt, dass man bei zwei bekannten Mengen auf die dritte schließen kann, egal ob die Gesamt-, Anfangs- oder Endmenge gegeben ist. Dieser Baustein entspricht dem Entwicklungsniveau 5

Baustein 5: Im letzten Baustein (Differenzen und Relationen) liegt der Fokus auf den Zahlenbeziehungen und der Einsicht in den inversen Zusammenhang von Additions- und Subtraktionsaufgaben. Dabei wird das Entwicklungsniveau der Stufe 5 gefördert.

Dieses Interventionsprogramm beruht auf Geschichten mit der Biene „Mina“, die gemeinsam mit ihren Freunden immer wieder auf mathematische Konflikte stößt. Die Biene „Mina“ wird durch eine Handpuppe von der Erzieherin bzw. Lehrperson veranschaulicht. Die Kinder schauen sich parallel zum Vorlesen ein dazugehöriges Bilderbuch an. Diese Problemstellungen werden anschließend nach der Geschichte gemeinsam mit den Kindern durch eigenständig konstruierte Lösungen bearbeitet. Für die Übungen werden für die Erzieherinnen und Erzieher Aufgabenkarten bereitgestellt, diese sollen für Durchführungshinweise und Formulierungsvorschläge dienen.

Besonders viel Wert wird auf die gemeinsame Verbalisierung bzw. Reflexion von den verschiedenen Lösungsstrategien gelegt. Die Kontroll- und Reflexionsfähigkeit der Kinder soll in den Diskussionen gezielt gefördert werden. Dazu werden Arbeitsblätter, Bewegungs- und Gesellschaftsspiele, Lieder, Reime oder andere Aktivitäten empfohlen. (Hildenbrand, 2016) Das Besondere an diesem Programm ist, dass man auf eine vorgegebene Dauer der Förderung verzichtet. Es soll die Kinder über einen längeren Zeitraum unterstützen und fördern. (Lambert, 2015)

In der Evaluationsstudie von Langhorst, Hildenbrand, Ehlert, Ricken & Fritz (2013; zit. n. Hasselhorn & Schneider, 2016) wurden 134 Vorschulkinder auf die lang- und kurzfristigen Effekte des Förderprogrammes erfolgreich untersucht, obwohl die Prä- und Posttestung im Kindergarten und die Follow-up Erhebung in der ersten Klasse nach acht Monate des Förderende stattfand. Die Kinder, die dieses Förderprogramm absolvierten, zeigten direkt nach der Förderung und auch nach acht Monaten signifikant stärkere Leistungszuwächse als die Kinder der Kontrollgruppe. Somit hatten diese Kinder, die bereits ein halbes Jahr in die Schule gingen, einen signifikanten Leistungsvorsprung. (Hasselhorn & Schneider, 2016)

7.10 MMZ

Das Programm „Mengen, zählen, Zahlen“ (MMZ) von Krajewski, Nieding & Schneider, (2007, zit. n. Otto & Büttner, 2008) das sich am Entwicklungsmodell früher mathematischer Kompetenzen (Krajewski, 2008a zit. n. Otto & Büttner, 2008, S.120) aufbaut, ist ebenfalls

ein Frühförderprogramm für Kinder in der Vorschule oder im Kindergarten. Ziel dieses Förderprogramms ist es, parallel zur Förderung numerischer Basisfertigkeiten auch das Kardinalverständnis und das Verständnis für die Anzahlrelationen zu fördern. Dieses Programm besteht aus 24 Einheiten zu je 30 Minuten über einen Zeitraum von acht Wochen. Die Übungseinheiten sollten in einer Gruppengröße von ca. vier bis sechs Kindern erfolgen. Das MMZ-Programm baut auf drei aufeinander aufbauenden Kerngebiete zur Entwicklung von vorschulischer mathematischen Fähigkeiten auf:

- Anzahlkonzept (Zahlen als Anzahlen):
- Anzahlordnung (Anzahlen der Größe nach ordnen und Mengen vergleichen)
- Teil-Ganzes-Beziehungen und Anzahlunterschiede (Zusammenfassen von zwei Zahlen)

Schwerpunkt	Lernziele	Umfang
Zahl als Anzahlen (Anzahlkonzept)	Erkenntnis, dass hinter <u>Zahlen</u> Mengen stehen • Beherrschen der Zählfolge und der Ziffern von 1 bis 10) • Einzelne Zahlen können sicher in der Zahlenfolge „1,2,3,4,5,6,7,8,9,10“ eingeordnet werden (z.B. 4,5,?,7) • Anzahlen von Dingen können sicher den Zahlen zugeordnet werden. • Mengen und Zahlen von 1 bis 10 werden problemlos in ihre anderen Darstellungsweisen (verbale <u>Zählzahl</u>, visueller Ziffer, Menge) übertragen • Verständnis der Zahlentreppe	6 Sitzungen
Anzahlordnung	Erkenntnis, dass von einer zur nächsten Zahl immer eins dazu kommt • „Mehr“ bedeutet mehr Dinge, größere Zahlen, längere Zahlenstreifen, größere Zahlenstufe; • „weniger“ bedeutet weniger Dinge, kleinere Zahlen, kürzere Zahlenstreifen, kleinere Zahlenstufe. • Anzahlen können der Größe nach geordnet werden.	12 Sitzungen

	• Anzahlen können miteinander verglichen und das Ergebnis kann sprachlich formuliert werden. • Anzahlen von 1 bis 10 werden in ihre richtige Reihenfolge gebracht. Die genaue Position einzelner Anzahlen 1 bis 10 in der Zahlenfolge kann (durch Zählen) bestimmt werden. • Anzahlen werden mit Längen (Zahlenstreifen) und Höhen (Zahlenstufen) verknüpft. • Erkenntnis, dass zur nächsten Zahl immer eins hinzukommt (Zunahme-um-eins-Prinzip)	
Teil-Ganzes-Beziehungen und Anzahlunterschiede	Zwei Zahlen können zu einer größeren Zahl zusammengefasst werden. Der Unterschied zwischen zwei Zahlen ist wieder eine Zahl (Anzahl). • Erkenntnis, dass man eine größere Menge (größere Zahl) erhält, wenn zwei Mengen (Zahlen) zusammengefasst werden. • Die Anzahl der Gesamtmenge (Gesamtzahl) kann durch Zusammenzählen ermittelt werden. • Der Unterschied zwischen zwei Zahlen kann mit einer Zahl angegeben werden.	6 Sitzungen

Abbildung 16 Schwerpunkte des Trainings „Mengen, zählen, Zahlen“ und ihre spezifischen Lernziele (in Anlehnung an Krajewski, Nieding & Schneider, 2007, zit. n. Langfeldt & Büttner, 2008, S.123f)

Wie man in der Tabelle sehen kann, sind die Lernziele sowie die Anzahl der Übungseinheiten klar den Schwerpunktsthemen zugeordnet. Empfehlenswert ist, dass man die Übungen regelmäßig und in der vom Programm vorgegebener Reihenfolge durchführt. Auch auf die Wiederholungsaufgaben sollte nicht verzichtet werden, da diese zur Festigung der neu erworbenen Fähigkeiten dienen.

Das Verbalisieren der mathematischen Inhalte ist in diesem Konzept besonders wichtig. Man sollte während den Übungen bzw. während dem Spiel sich an Leitfragen orientieren, die die mathematischen Lerninhalte bewusst hervorheben und die Kinder zum Denken anregen. Die Übungen sollen möglichst spielerisch durchgeführt werden. In weiterer Folge werde ich ein paar Beispiele anführen, wie man die Lerninhalte in eine spielerische Atmosphäre packen kann:

- Zahlen als Anzahl:

In den ersten sechs Einheiten werden die Zählfertigkeiten trainiert. Die Kinder sollen verstehen, dass hinter Zahlen Mengen stehen. In den ersten fünf Einheiten sollen die Zahlen erlernt werden. Dabei sollen in einer Sitzung immer jeweils zwei Zahlen erarbeitet werden. Dies kann man folgendermaßen gut spielerisch erlernen, indem man beispielsweise zwei Tische mit einem Zettel mit der Zahl Eins und einer mit der Zahl Zwei in die Mitte des Raums stellt und passende Materialien, wie Schuhe, Äpfel, Bausteine etc. im Raum zur Verfügung stellt. Die Kinder werden dazu aufgefordert, zu dem Tisch mit der Zahl Eins und dem Tisch mit der Zahl Zwei, Gegenstände zuzuordnen, die nur einmal oder zweimal im Raum vorhanden sind. Anschließend werden andere Materialien wie Kärtchen, Würfelbilder, Zahlenstufen der Zahlentreppe etc. zur Verfügung gestellt. Dabei sollen die Kinder zunächst zählen und das Material (Kärtchen, Würfelbilder etc.) zu dem Tisch mit der richtigen Zahl legen und begründen können, warum sie es zu diesem Tisch legen. (z.B. „Das muss zum Tisch mit der Zahl Eins, weil da ist nur ein Apfel auf der Karte.“) Am Ende der Einheit sollen die Zahlentische verglichen werden und für den Rest der Woche immer sichtbar sein. Die sechste Einheit soll für eine Zusammenfassung aller Einheiten dienen. Dabei werden zwei Spiele gespielt:

1. Zahlenpaar: Die Kinder sollen aus umgedrehten Karten, immer zwei von der Anzahl her passende Karten finden. (z.B. eine Karte mit vier Bananen und eine mit dem Würfelbild der Zahl Vier)
2. Zahlenhaus: Karten werden wieder umgedreht auf den Tisch gelegt. Die Kinder decken eine Karte auf, auf der eine bestimmte Anzahl von Kindern abgebildet ist und müssen sie im Zahlenhaus der Anzahl nach in richtiger Reihenfolge auflegen. Sind alle Kärtchen aufgedeckt, werden die Ziffern von 1-10 in zufälliger Reihenfolge gezogen und daneben gelegt.

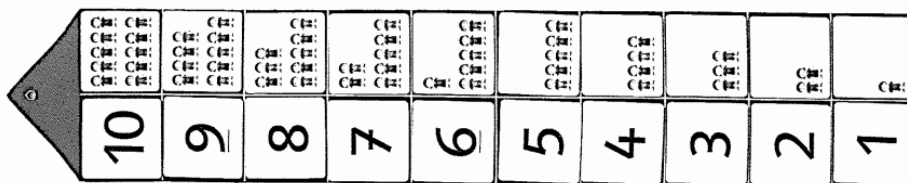


Abbildung 17 Zahlenhaus (Krajewski, Nieding & Schneider, 2007 zit. n. Otto & Büttner, 2008, S.127)

- Anzahlordnung:

In diesem Schwerpunkt sollen Kinder lernen, die Anzahlen der Größe nach zu ordnen und verstehen und erkennen, dass die nächste Zahl immer um eins mehr ist. „Hierbei kommt beispielsweise auch die Zahlentreppe zum Einsatz, wodurch die

Kinder erkennen können, dass größere Zahlen auch „größer“ sind und ihnen mehr Dinge zugeordnet werden können.“ (Otto & Büttner, 2008, S. 126) Die Kinder sollen lernen, Zahlen zu vergleichen und Aussagen umformulieren. Beispielsweise sollen sie, die Wörter wie „größer“, „mehr“ und „weniger“ mit Zahlen in Verbindung bringen können. In einer anderen Einheit sollen die Kinder auch Zahlen mit den Begriffen „mehr“ und „weniger“ mit Längen erarbeiten. Sie sollen erkennen, dass mehrere Gegenstände eine längere Reihe bilden. Dies kann beispielsweise gut durch eine Menge von Chips demonstriert werden. Kinder sollen abschätzen, wer am meisten bzw. am wenigsten Chips hat. Diese sollen auf einen Zahlenstreifen nebeneinander hingelegt werden. Dabei sollen die Kinder erkennen, dass man mit mehreren Chips eine längere Reihe bilden kann. Legen die Kinder ihre Chips nun nicht nebeneinander, sondern aufeinander, so können die Kinder auch erkennen, dass eine größere Anzahl von Chips nicht nur eine längere Reihe ergibt, sondern auch ein höherer Turm.

„Am Ende der Einheit zum Schwerpunkt „Anzahlordnung“ sollten die Kinder schließlich wissen, dass der Unterschied von einer zur nächsten Zahl genau eins beträgt.“ (Otto & Büttner, 2008, S. 127)

- Teil-Ganzes-Beziehungen und Anzahlunterschiede:
Im letzten Schwerpunkt liegt der Fokus auf dem Zusammenfassen von Mengen und Zahlen. Dabei werden wieder die Zahlentreppe und der Zahlenstreifen verwendet. Es werden zwei Anzahlen von Chips in verschiedener Farbe auf den Tisch gelegt. Die Kinder sollen diese zählen und mit dem passenden Zahlenstreifen auf eine Anzahltafel legen. Danach werden die Chips gezählt. Durch die passenden Zahlenstreifen wird deutlich, dass man beim Zusammenzählen beider Mengen bzw. Zahlen einen längeren Zahlenstreifen bzw. eine größere Menge/Zahl erhält. In der nächsten Einheit werden Aufgaben mit den Kärtchen durchgeführt. Die Kinder sollen erkennen, dass durch das Zusammenzählen der Anzahl der Kinder auf den beiden Karten eine Summe aller Kinder ergibt. Dadurch wird auch das Verständnis der Unterschiede zwischen Längen und Höhen erarbeitet. Auch hier wird mit demselben Prinzip gearbeitet. Der Fokus liegt dabei aber auf dem Verständnis, dass der Unterschied zwischen zwei Zahlen ebenfalls eine Zahl ist. Das heißt, dass das Kind erkennen soll, dass zum Beispiel zur Zahl Vier zwei Chips weniger gehören als zur Zahl Sechs. Auch hier wird in der letzten Einheit mit den Kärtchen geübt. Dabei sollen sie den Unterschied der Anzahlen von Jungen- und Mädchenkarten vergleichen.

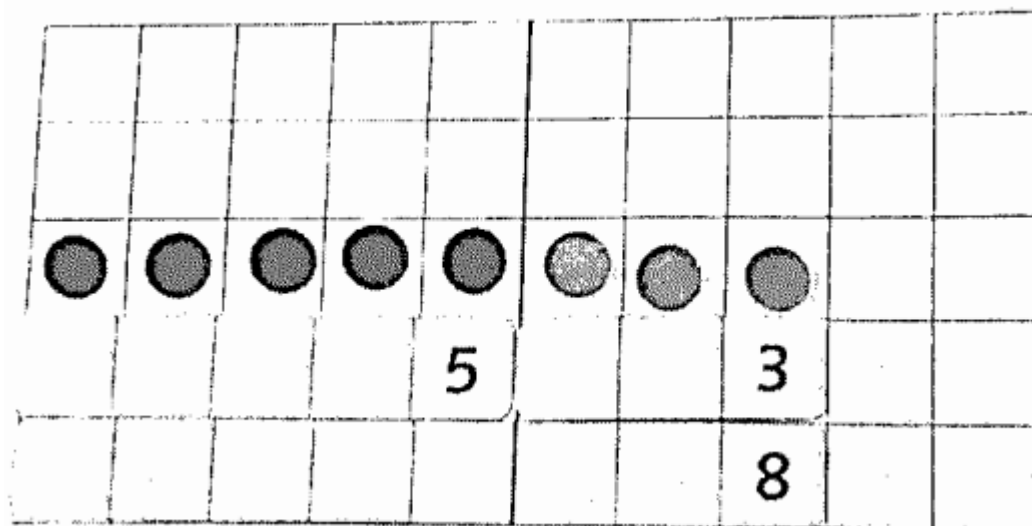


Abbildung 18 Durch das Zusammenlegen zweier kürzerer Zahlenstreifen soll die Zusammenfassung von Mengen demonstriert werden (Krajewski, Nieding & Schneider, 2007 zit. n. Otto & Büttner, 2008, S.128)

In einer Studie von Krajewski, Niedinger & Schneider (2006, zit. n. Otto & Büttner, 2008) bei der 69 Kinder, die sich im letzten Kindergartenjahr befanden, teilnahmen, zeigten sich kurzfristige und langfristige positive Effekte. Die Kinder konnten unmittelbar nach Beenden des Förderprogramms als auch sieben Monate danach, stärkere Leistungszuwächse in den frühen mathematischen Kompetenzen aufweisen. Sie schnitten im Gegensatz zu den anderen Kindern, die ein anderes Förderprogramm oder gar keines absolvierten, deutlich besser ab, was die Mengen-Zahlenkompetenz betrifft. (Otto & Büttner, 2008)

8 Zusammenfassung

Schwierigkeiten im Mathematikunterricht ist ein immer größer werdendes gesellschaftliches bzw. schulisches Problem. Die Forschung liegt im Gegensatz zur Legasthenie deutlich hinten nach.

Im ersten Teil der Arbeit habe ich mich mit den Begriffen Dyskalkulie, Rechenschwäche und Rechenstörung beschäftigt. Ich versuchte die Unterschiede dieser Begriffe zu erläutern. Dabei bin ich zum Entschluss gekommen, dass all diese Begriffe synonym verwendet werden. Der Begriff Dyskalkulie wird jedoch noch nicht sehr häufig verwendet. In der Literatur ist am häufigsten der Begriff Rechenschwäche zu finden.

Anschließend habe ich ein paar einführende Beispiele und Symptome erwähnt, diese sollten für einen groben Einblick bzw. für die ersten Eindrücke dienen. Die Symptomatik ist sehr breit gefächert, jedoch treten bei rechenschwachen Kindern meistens Probleme im arithmetischen Faktenwissen, der Zählfunktion, beim Einordnen der Zahlen bzw. beim Vergleichen und Schätzen von Mengen sowie auch bei der sprachlichen Zahlenverarbeitung und der arabischen Zahlendarstellung auf. Vermeiden von Rechenübungen, Unsicherheit, Rechenangst, Zurückweisen von Elterntipps, Ablehnung von vorgeschlagener Rechenwege etc. werden ebenfalls oft als Merkmale bzw. Verhaltensmuster bei rechenschwachen Kindern beschrieben.

Ein weiteres größeres Kapitel stellen die Ursachen dar. Es gibt nicht die eine Rechenschwäche, deshalb kann man auch nicht von der einen Ursache sprechen. Es gibt eine Vielzahl von möglichen Auslösern bzw. Ursachen für die Entstehung einer Rechenschwäche. Dies kann durch genetisch bedingte, neuronalen, psychischen, sozialen, kognitiven, schulischen sowie auch durch andere Faktoren ausgelöst werden. Ebenso können auch andere Lernschwierigkeiten den Mathematikunterricht beeinflussen bzw. den Grund für die Auslösung der Rechenschwäche sein.

Die Diagnostik habe ich nur kurz erwähnt, da dies nicht direkt in meiner Forschungsfrage steht. Jedoch war es mir wichtig, kurz darüber zu schreiben, weil dies die Grundlage für die weitere Förderung ist. Landerl und Kaufmann (2008, S.148) betonen die Wichtigkeit der Diagnose mit dem „Ziel des diagnostischen Prozesses ist die Feststellung des Ist-Zustandes, also der Stärken und Schwächen eines Kindes in allen Bereichen, die für die Erstellung eines geeigneten Interventionsprogramms, sowie für die Erstellung einer Prognose der weiteren Entwicklung relevant sein können.“ (Landerl & Kaufmann, 2008, S. 148)

Der größte Teil meiner Arbeit handelt über die Förderungsmöglichkeiten. Dieses Kapitel ist mir besonders wichtig, weil es für Mathematiklehrerinnen und Mathematiklehrer in der Praxis ganz besonders betrifft und wir darüber Bescheid wissen sollten, wie wir mit rechenschwachen Kindern umgehen bzw. wie wir diese Kinder fördern können. Wie können die Eltern helfen? Welche Präventiven Maßnahmen, Förderinstitute, Förderprogramme gibt es? Und was ist bzw. wie funktioniert eine Dyskalkulietherapie? Alle diese Fragen versuchte ich in meiner Arbeit zu beantworten. Was ich jedoch dazu erwähnen möchte ist, dass alle Interventionen ihren Zweck und ihre Ziele erfüllen, jedoch immer erwähnt wird, dass man individuell auf die Kinder eingehen sollte. Die Förderung ist am erfolgreichsten und nachhaltigsten, wenn man die Förderinhalte aus den Symptomen der Rechenschwäche ableitet. Die Einzelförderung erwies sich als am wirksamsten, weshalb auch eine reine schulische Förderung oft nicht ausreichend ist. Bei den Förderprogrammen ist es jedoch schwerer auf das Kind individuell einzugehen, diese bestehen meist aus vorgefertigten Inhalten und Methoden, die sich an einem Leitfaden orientieren. Deshalb stehen sie auch mit der Dyskalkulietherapie eng im Widerspruch.

Ich hoffe, dass ich den Leserinnen und Lesern meiner Diplomarbeit, einen Einblick in das Thema Dyskalkulie geben konnte und diese in Zukunft nicht einfach „weg schauen“, wenn sie Schwierigkeiten in der Mathematik bei einem Kind entdecken. Ich denke, ich habe die Symptome, Ursachen und Förderungsmöglichkeiten genau genug beschrieben, sodass die Eltern, Lehrerinnen und Lehrer und andere Menschen, den Kindern mit einer Rechenschwäche helfen können.

9 Literaturverzeichnis

- Activities For Learning, Inc. (2015). *RIGHTSTART MATHEMATICS. Helping children understand, apply, and enjoy mathematics*. Abgerufen am 20. Februar 2018 von RIGHTSTART MATHEMATICS. Helping children understand, apply, and enjoy mathematics.: <https://rightstartmath.com/>
- Bauer, L. (2009). Diagnose und Förderung im Mathematikunterricht der Hauptschule. Fallstudien zum Bruch- und Prozentrechnen. In A. Fritz, & S. Schmidt, *Fördernder Mathematikunterricht in der Sek. 1. Rechenschwierigkeiten erkennen und überwinden* (S. 141-166). Weinheim: Beltz Verlag.
- Born, A., & Oehler, C. (2009). *Kinder mit Rechenschwäche erfolgreich fördern. Ein Praxishandbuch für Eltern, Lehrer und Therapeuten (3. überarbeitete und erweiterte Auflage)*. Stuttgart: W. Kohlhammer GmbH Stuttgart.
- Born, A., & Oehler, C. (2011). *Kinder mit Rechenschwäche erfolgreich fördern. Ein Praxishandbuch für Eltern, Lehrer und Therapeuten (4. überarbeitete und erweiterte Auflage)*. Stuttgart: Kohlhammer.
- Brunstein, J., & Glaser, C. (2014). Underachievement: Wenn Schülerinnen und Schüler weniger leisten als sie könnten. In G. Lauth, M. Grünke, & J. Brunstein, *Intervention bei Lernstörungen. Förderung, Training und Therapie in der Praxis (2. überarbeitete Auflage)* (S. 32-42). Göttingen: Hogrefe Verlag GmbH & Co. KG.
- Bundesministerium für Bildung. (2017). *Richtlinien für den schulischen Umgang mit Schülerinnen und Schülern mit Schwierigkeiten beim Rechnenlernen. Rundschreiben Nr. 27/2017*. Wien: Bundesministerium für Bildung.
- Bundesverband Legasthenie & Dyskalkulie e.V. (24. Jänner 2018). *Bundesverband Legasthenie & Dyskalkulie e.V.* Von Bundesverband Legasthenie & Dyskalkulie e.V.: <https://www.bvl-legasthenie.de/> abgerufen
- Das Recheninstitut zur Förderung mathematischen denkens. (2018). *DAS RECHENINSTITUT ZUR FÖRDERUNG MATHEMATISCHEN DENKENS*. Abgerufen am 17. März 2018 von <http://www.recheninstitut.at/>
- Dowker, A. (2001). Numeracy recovery: a pilot scheme for early intervention with young children with numeracy difficulties. *Support for Learning*(16 (1)), S. 6-10.
- Dreher, H. (2010). Prävention von Rechenschwäche in Kindergarten und Volksschule mit der Kybernetischen Methode. In F. Lenart, N. Holzer, & H. Schaupp, *Rechenschwäche Rechenstörung Dyskalkulie. Erkennen: Prävention: Förderung* (S. 190-208). Graz: Leykam Buchverlagsges. m.b.H., Nfg. & Co KG.
- Dusseldorf, P. (Jänner 2017). Diagnostik, Tests und gute Schulbücher. (Bundesministerium für Bildung, Hrsg.) *Die schulische Behandlung der Rechenschwäche. Eine Handreichung (3. inhaltliche überarbeitete Auflage)*, S. 42-46.
- Friebe, A. (2. Februar 2018). *PRO LEICHTES LERNEN. Nachhilfe. Lerntherapie. Coaching*. Abgerufen am 2. Februar 2018 von PRO LEICHTES LERNEN. Nachhilfe. Lerntherapie. Coaching: <http://www.pro-leichtes-lernen.de/>

- Friedrich, G., & De Galgóczy, V. (2004). *Komm mit ins Zahlenland. Eine spielerische Entdeckungsreise in die Welt der Mathematik*. Freiburg: Christophorus im Verlag Herder.
- Friesen, M., & Kuntze, S. (2017). Der professionelle Blick auf Darstellungen: Ein Schlüssel zum Umgang mit heterogenen Lernvoraussetzungen im Mathematikunterricht. In J. Leuders, T. Leuders, S. Prediger, & S. Ruwisch (Hrsg.), *Mit Heterogenität im Mathematikunterricht umgehen lernen. Konzepte und Perspektiven für eine zentrale Anforderung an die Lehrerbildung* (S. 143-155). Wiesbaden: Springer Spektrum.
- Gaidoschik, M. (2006). *Rechenschwäche- Dyskalkulie. Eine unterrichtspraktische Einführung für LehrerInnen und Eltern*. Wien: öbv et hbt VerlagsgmbH & Co. KG.
- Gaidoschik, M. (2012). *Rechenschwäche- Dyskalkulie. Eine unterrichtspraktische Einführung für LehrerInnen und Eltern (7. Auflage)*. Wien: Persen Verlag.
- Grissemann, H. (1974). *Legasthenie und Rechenleistung. Häufigkeit und Arten von Rechenstörungen bei Legasthenikern*. Bern: Verlag Hans Huber.
- Hasselhorn, M., & Schneider, W. (2016). *Förderprogramme für Vor- und Grundschule*. Göttingen: Hogrefe Verlag GmbH & Co. KG.
- Hildenbrand, C. (2016). *Förderung früher mathematischer Kompetenzen. Eine Interventionsstudie zu den Effekten unterschiedlicher Förderkonzepte*. Göttingen: Waxmann Verlag GmbH.
- Ise, E., Dolle, K., Pixner, S., & Schulte-Körne, G. (Juli 2012). Effektive Förderung rechenschwacher Kinder. Eine Metaanalyse. *Zeitschrift für Klinische Kinderpsychologie*(21 (3)), S. 181-192.
- Jacobs, C., & Petermann, F. (2005 und 2012). *Diagnostik von Rechenstörungen (2., überarbeitete und erweiterte Auflage)*. Göttingen: Hogrefe Verlag GmbH & Co. KG.
- Jacobs, C., & Petermann, F. (2007). *Rechenstörungen. Information für Betroffene, Eltern, Lehrer und Erzieher* (Bd. 9). (M. Döpfner, F. Lehmkuhl, & F. Petermann, Hrsg.) Göttingen: Hogrefe Verlag GmbH & Co. KG.
- Käpnick, F. (2014). *Mathematik- lernen in der Grundschule*. Berlin: Springer-Verlag.
- Kaufmann, L., & Aster, M. (9. November 2012). Diagnostik und Intervention bei Rechenstörung. *Ärzteblatt.de*(45), S. 767-778.
- Kaufmann, L., & Galonska, S. (2006). Intervention bei entwicklungsbedingter Dyskalkulie. *Sprache-Stimme-Gehör*, 171-178.
- Kaufmann, L., Handl, P., Delazer, M., & Pixner, S. (2013). Wie Kinder rechnen lernen und was ihnen dabei hilft. Eine kognitiv-neuropsychologische Perspektive. In J. H. Michael Aster, *Rechenstörungen bei Kindern. Neurowissenschaft, Psychologie, Pädagogik (2. überarbeitete und erweiterte Auflage)* (S. 231-257). Göttingen: Vandenhoeck & Ruprecht GmbH & Co. KG.
- Kerschbaumer, V. (2018). *BALDT*. Abgerufen am 16. Februar 2018 von BALDT: <http://www.lrs-therapeuten.org/>
- Knievel, J., & Petermann, F. (2008). Nichtsprachliche Lernstörung: Eine unspezifische oder richtungsweisende Klassifikation? *Kindheit und Entwicklung* 17 (2), 126-136.

- Kroesbergen, E., & Van Luit, J. (2003). Mathematics interventions for children with special educational needs. *Remedial & Special Education*(24 (2)), S. 97-114.
- Lambert, K. (2015). *Rechenschwäche Grundlagen, Diagnostik und Förderung*. Göttingen: Hogrefe Verlag GmbH & Co. KG.
- Landerl, K., & Kaufmann, L. (2008). *Dyskalkulie Modelle, Diagnostik, Intervention*. München: Ernst Reinhardt, GmbH & Co. KG.
- Lang, A. (Jänner 2017). Verantwortung der Schule. (Bundesministerium für Bildung, Hrsg.) *Die schulische Behandlung von Rechenschwäche. Eine Handreichung (3. inhaltlich überarbeitete Auflage)*, S. 24-31.
- Langfeldt, H.-P., & Büttner, G. (2008). *Trainingsprogramme zur Förderung von Kindern und Jugendlichen (2. überarbeitete und erweiterte Auflage)*. Weinheim: Beltz Verlag.
- Lenart, F. (2010). Rechenschwäche, Rechenstörung, Dyskalkulie: ein Problem im Spannungsfeld zwischen Pathologisierung und Verdrängung. In F. Lanart, N. Holzer, & H. Schaupp, *Rechenschwäche Rechenstörung Dyskalkulie. Erkennung: Prävention: Förderung* (S. 007-014). Graz: Leykam Buchverlagsges. m. b. H., Nfg. & Co KG.
- Lernwerkstatt Zwickau e.V. (28. Februar 2017). *Lernwerkstatt Zwickau- Angebote und Hilfen aus einer Hand unter einem Dach*. Abgerufen am 15. März 2018 von <http://www.lernwerkstatt-zwickau.de/>
- Lesemann, S. (2016). *Fortbildung zum schulischen Umgang mit Rechenstörung. Eine Evaluationsstudie zur Wirksamkeit auf Lehrer- und Schülerebene*. Wiesbaden: Springer Spektrum.
- Leuders, J. (2017). Hochbegabung und Rechenschwäche. In J. Leuders, K. Philipp, J. Leuders, & K. Philipp (Hrsg.), *Mathematik- Didaktik für die Grundschule (2.Auflage)* (S. 160-172). Berlin: Cornelsen Verlag GmbH.
- Mag. Vonkilch/Höglinger-Lentsch Recheninstitut OG. (12. Januar 2018). *Das Recheninstitut zur Förderung mathematischen Denkens*. Von Das Recheninstitut zur Förderung mathematischen Denkens: <http://www.recheninstitut.at/> abgerufen
- Magazin, Ö. R. (2000 (1)). *Das Recheninstitut zur Förderung mathematischen Denkens*. Von Das Recheninstitut zur Förderung mathematischen Denkens: <http://www.recheninstitut.at/> abgerufen
- Magazin, Ö. R. (2000 (2)). *Das Recheninstitut zur Förderung mathematischen Denkens*. Von Das Recheninstitut zur Förderung mathematischen Denkens: <http://www.recheninstitut.at/> abgerufen
- Magazin, Ö. R. (2001 (2)). *DAS RECHENINSTITUT ZUR FÖRDRUNG MATHEMATISCHEN DENKENS*. Von <http://www.recheninstitut.at/> abgerufen
- Magazin, Ö. R. (2001 (3)). *Das Recheninstitut zur Förderung mathematischen Denkens*. Von Das Recheninstitut zur Förderung mathematischen Denkens: <http://www.recheninstitut.at/> abgerufen
- Moog, W., & Schulz, A. (2005). *Zahlen begreifen. Diagnose und Förderung bei Kindern mit Rechenschwäche (2. überarbeitete Auflage)*. Weinheim: Beltz Verlag.

- Naegele, I. (2001). *Schulschweirigkeiten in Lesen, Rechtschreibung und Rechnen. Vorbeugen, verstehen, helfen. Ein Elternhandbuch*. Weinheim und Basel: Beltz Verlag.
- NCTM (National Council of Teachers of Mathematics; Hrsg.). (2000). *Principles and standards for school mathematics*. Reston VA: National Council of Teachers of Mathematics.
- Neuner-Heiss, C. (Jänner 2017). Schuleingangsphase. *Die schulische Behandlung von Rechenschwäche*, S. 32-36.
- o.A. (12. Januar 2018). *Mathematische Institute zur Behandlung der Rechenschwäche/Dyskalkulie*. Von Mathematische Institute zur Behandlung der Rechenschwäche/Dyskalkulie: <https://www.rechenschwaeche.de/index.html> abgerufen
- Otto, B., & Büttner, G. (2008). Mengen, zählen, Zahlen-Die Welt der Mathematik entdecken. In H.-P. Langfeldt, & G. Büttner (Hrsg.), *Trainingsprogramme zur Förderung von Kindern und Jugendlichen* (S. 120-130). Weinheim: Beltz Verlag.
- Petermann, F., Knievel, J., & Tischler, L. (2010). *Nichtsprachliche Lernstörung. Erscheinungsformen, Ursachen und Interventionsmöglichkeiten*. Göttingen: Hogrefe Verlag GmbH & Co. KG.
- Petermann, F., Knievel, J., & Tischler, L. (2010). *Nichtsprachliche Lernstörung: Erscheinungsformen, Ursachen und Interventionsmöglichkeiten*. Göttingen: Hogrefe Verlag GmbH & Co. KG.
- Ricken, G. (2009). Dyskalkulie. In A. Lohaus, & H. Domsch, *Psychologische Förder- und Interventionsprogramme für das Kindes- und Jugendalter* (S. 113-127). Heidelberg: Springer Medizin Verlag.
- Schlotmann, A. (2007). *Warum Kindern an Mathe scheitern. Wie man Rechenschwäche wirklich heilt (2. überarbeitete Auflage)*. Germany: SUPPERVERLAG.
- SCOYO ELTERN! Magazin. (2018). *SCOYO ELTERN! Magazin. Das Online-Magazin für Eltern rund um Lernen, Schule, Familienleben & Medienkompetenz*. Abgerufen am 16. Februar 2018 von SCOYO ELTERN! Magazin Das Online-Magazin für Eltern rund um Lernen, Schule, Familienleben & Medienkompeten: <https://www-de.scoyo.com/eltern/lernen/nachhilfe-foerderung/lernschwaeche-bei-kindern>
- Simon, H. (2008). *Dyskalkulie- Kinder mit Rechenschwäche wirksam helfen*. Stuttgart: J. G Cotta'sche Buchhandlung Nachfolger GmbH.
- Sinner, D. (2011). *Prävention von Rechenschwäche durch ein Training mathematischer Basiskompetenzen in der ersten Klasse*. Inaugural-Disstation, Justus-Liebig-Universität.
- Spiegel, H., & Selter, C. (2011). *Kinder & Mathematik. Was Erwachsene wissen sollten (7. Auflage)*. Seelze: Kellmeyer in Verbindung mit Klett Friedrich Verlag GmbH.
- Steeg, F., & Vogel, J. (11. Dezember 2017). *Rechenschwäche verstehen. Informationsschrift zum Phänomen Rechenschwäche/Dyskalkulie*. Von Rechenschwäche verstehen. Informationsschrift zum Phänomen Rechenschwäche/Dyskalkulie: <http://www.rechenschwaecheinstitut-volxheim.de/resi.html> abgerufen

- Steeg, F., & Vogel, J. (2. Februar 2018). *Rechenschwächeinstitut-Volxheim- Diagnose+ Beratung+ Therapie + Fortbildung*. Von Rechenschwächeinstitut-Volxheim- Diagnose+ Beratung+ Therapie + Fortbildung: <http://www.rechenschwaecheinstitut-volxheim.de/> abgerufen
- Stoye, W. (2010). *Vorstellungen entwickeln beim Mathematiklernen. Wie man Lernschwierigkeiten vermeiden kann (1.Auflage)*. Berlin: Pro BUSINESS GmbH.
- Thiel, O. (2001). *Rechenschwäche und Basisfunktionen*. Volxheim: RESO-Verlag-GdBR.
- Werner, B. (2009). *Dyskalkulie- Rechenschwierigkeiten. Diagnose und Förderung Rechenschwacher Kinder an Grund- und Sonderschulen*. W. Kohlhammer GmbH: Stuttgart.
- Zimmermann, K. (2010). *Jedes Kind kann rechnen lernen. Rechenschwäche und Dyskalkulie- Wie Eltern helfen können (1. Auflage)*. BELTZ Verlag.

10 Abbildungsverzeichnis

ABBILDUNG 1 TYPISCHE SCHWIERIGKEITEN BEI RECHENSCHWÄCHE (IN ANLEHNUNG AN LAMBERT, 2008, S. 110)	10
ABBILDUNG 2 ZAHLENSTRAHLBILD EINES RECHENSCHWACHEN GRUNDSCHÜLERS (LAMBERT, 2015, S. 116)	16
ABBILDUNG 3 FAKTOREN DIE ZUR EINER RECHENSCHWÄCHE FÜHREN KÖNNEN (GAIDOSCHIK, 2012, S. 15)	21
ABBILDUNG 4 MÖGLICHE URSACHEN EINER DYSKALKULIE (NACH JACOBS & PETERMANN, 2007, S. 16, ZIT. N. LAMBERT, 2015, S. 73)	22
ABBILDUNG 5 KAUSALMODELL ZU DEN EINFLUSSFAKTOREN FÜR DIE ENTWICKLUNG DER RECHENLEISTUNGEN (LANDERL & KAUFMANN, 2008, S. 144)	30
ABBILDUNG 6 KAUSALMODELL DER BASISNUMERISCHEN VERARBEITUNG (LANDERL & KAUFMANN, 2008, S. 145)	31
ABBILDUNG 7 URSACHEN FÜR LERNSCHWIERIGKEITEN (NACH SCHULZ 1994B, S. 6, ZIT. N. THIEL, 2001, S. 26)	36
ABBILDUNG 8 ELEMENTE DES DIAGNOSTISCHEN PROZESSES BEI VERDACHT EINER RECHENSCHWÄCHE (IN ANLEHNUNG NACH LAMBERT, 2015, S. 120F)	42
ABBILDUNG 9 DIE GRUNDVORGÄNGE BEIM LERNEN S. 112 (NOCH SCHÖN EINSCHNITTEN)	43
ABBILDUNG 10 KUGELKETTE (GAIDOSCHIK, 2012, S. 80)	51
ABBILDUNG 11 "KARDINALES" VERSTÄNDNIS (GAIDOSCHIK, 2012, S. 83) (NOCH SCHÖN EINSCHNITTEN)	53
ABBILDUNG 12 STUFENMODELL „LFIN“ (NACH WRIGHT ET AL. 2002 ZIT. N. LANDERL & KAUFMANN, 2008, S. 194)	77
ABBILDUNG 13 DAS „NUMERACY RECOVERY“-PROGRAMM VON DOWKER (ADAPTIERT AUS DOWKER 2007, ZIT. N. LANDERL & KAUFMANN 2008, S. 205)	78
ABBILDUNG 14 DAS „NUMERACY RECOVERY“-PROGRAMM VON DOWKER (ADAPTIERT AUS DOWKER 2007, ZIT. N. LANDERL & KAUFMANN 2008, S. 206)	79
ABBILDUNG 15 GLIEDERUNG DES ZAHLENBEGRIFFSTRAININGS NACH TRAININGSTUFEN UND LERNZIELEN (IN ANLEHNUNG AN MOOG & SCHULZ, 2005, ZIT. N. OTTO & BÜTTNER, 2008, S. 106)	82
ABBILDUNG 16 SCHWERPUNKTE DES TRAININGS „MENGEN, ZÄHLEN, ZAHLEN“ UND IHRE SPEZIFISCHEN LERNZIELE (IN ANLEHNUNG AN KRAJEWSKI, NIEDING & SCHNEIDER, 2007, ZIT. N. LANGFELDT & BÜTTNER, 2008, S. 123F)	92
ABBILDUNG 17 ZAHLENHAUS (KRAJEWSKI, NIEDING & SCHNEIDER, 2007 ZIT. N. OTTO & BÜTTNER, 2008, S. 127)	93
ABBILDUNG 18 DURCH DAS ZUSAMMENLEGEN ZWEIER KÜRZERER ZAHLENSTREIFEN SOLL DIE ZUSAMMENFASSUNG VON MENGEN DEMONSTRIERT WERDEN (KRAJEWSKI, NIEDING & SCHNEIDER, 2007 ZIT. N. OTTO & BÜTTNER, 2008, S. 128)	95

Abstract

Schwierigkeiten im Mathematikunterricht ist ein immer größer werdendes gesellschaftliches bzw. schulisches Problem. Deshalb habe ich mich in meiner Arbeit mit den Symptomen, Ursachen und Fördermöglichkeiten rechenschwacher Kinder beschäftigt.

Die Symptomatik ist genauso wie die möglichen Ursachen breit gefächert. Häufig werden Symptome wie Probleme im arithmetischen Faktenwissen, der Zählfunktion, beim Einordnen der Zahlen bzw. beim Vergleichen und Schätzen von Mengen sowie auch bei der sprachlichen Zahlenverarbeitung und der arabischen Zahlendarstellung beschrieben. In einem weiteren Kapitel habe ich die Ursachen für die Entstehung einer Rechenschwäche erklärt. Diese können einerseits genetische, neurologische, kognitive, psychische, soziale oder auch schulische Faktoren sein.

Der Abschluss meiner Arbeit beschäftigt sich mit den Fördermaßnahmen für Kinder, die von Dyskalkulie betroffen sind. Förderprogramme, präventive Maßnahmen sowie die Dyskalkulietherapie ergaben positive Effekte bei der Förderung. Die Förderung ist am erfolgreichsten und nachhaltigsten, wenn man die Förderinhalte aus den Symptomen der Rechenschwäche ableitet. Deshalb wird eine Einzelförderung am häufigsten empfohlen.