

Claus Jacobs · Franz Petermann

Rechenstörungen



Rechenstörungen

Leitfaden Kinder- und Jugendpsychotherapie

Band 9

Rechenstörungen

von Dr. Claus Jacobs und Prof. Dr. Franz Petermann

Herausgeber der Reihe:

**Prof. Dr. Manfred Döpfner, Prof. Dr. Gerd Lehmkuhl,
Prof. Dr. Franz Petermann**

Rechenstörungen

von

Claus Jacobs und Franz Petermann

HOGREFE  GÖTTINGEN · BERN · WIEN
TORONTO · SEATTLE · OXFORD · PRAG

Dr. Claus Jacobs, geb. 1967. 1995-2000 Studium der Psychologie in Bremen. 2004 Lerntherapeut (FiL). 2005 Promotion. Seit 2000 Wissenschaftlicher Mitarbeiter der Psychologischen Kinderambulanz der Universität Bremen und seit 2005 stellvertretender Leiter dieser Ambulanz.

Prof. Dr. Franz Petermann, geb. 1953. 1972-1975 Studium der Mathematik und Psychologie in Heidelberg. Wissenschaftlicher Assistent an den Universitäten Heidelberg und Bonn. 1977 Promotion. 1980 Habilitation. 1983-1991 Leitung des Psychosozialen Dienstes der Universitäts-Kinderklinik Bonn, gleichzeitig Professor am Psychologischen Institut. Seit 1991 Lehrstuhl für Klinische Psychologie an der Universität Bremen und seit 1996 Direktor des Zentrums für Klinische Psychologie und Rehabilitation.

Wichtiger Hinweis: Der Verlag hat für die Wiedergabe aller in diesem Buch enthaltenen Informationen (Programme, Verfahren, Mengen, Dosierungen, Applikationen etc.) mit Autoren bzw. Herausgebern große Mühe darauf verwandt, diese Angaben genau entsprechend dem Wissensstand bei Fertigstellung des Werkes abdruckend. Trotz sorgfältiger Manuskriptherstellung und Korrektur des Satzes können Fehler nicht ganz ausgeschlossen werden. Autoren bzw. Herausgeber und Verlag übernehmen infolgedessen keine Verantwortung und keine daraus folgende oder sonstige Haftung, die auf irgendeine Art aus der Benutzung der in dem Werk enthaltenen Informationen oder Teilen davon entsteht. Geschützte Warennamen (Warenzeichen) werden nicht besonders kenntlich gemacht. Aus dem Fehlen eines solchen Hinweises kann also nicht geschlossen werden, dass es sich um einen freien Warennamen handelt.

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

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

© 2007 Hogrefe Verlag GmbH & Co. KG
Göttingen · Bern · Wien · Toronto · Seattle · Oxford · Prag
Rohnsweg 25, 37085 Göttingen

<http://www.hogrefe.de>

Aktuelle Informationen · Weitere Titel zum Thema · Ergänzende Materialien



Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des Verlags unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Satz: Grafik-Design Fischer, Weimar
Druck: Schlütersche Druck GmbH & Co. KG, Langenhagen
Printed in Germany
Auf säurefreiem Papier gedruckt

ISBN 978-3-8017-1954-8

Einleitung: Grundlagen und Aufbau des Buches

Rechenschwäche, Rechenstörungen oder Dyskalkulie stellt eine Sammelbezeichnung für sehr unterschiedliche Probleme beim Erwerb von Rechenfertigkeiten und der konkreten Leistung im Fach Mathematik dar. Diese umschriebene Entwicklungsstörung tritt auch bei einem angemessenen Unterricht und hinreichend motivierten Lernverhalten auf. Die betroffenen Schüler weisen keine verminderte Intelligenz auf und es liegt keine körperliche oder psychische Krankheit oder Behinderung vor, die die Rechenstörung erklären könnte.

Die Erforschung dieser Störung wurde – im Gegensatz zur Lese-Rechtschreibschwäche (Legasthenie) – erst in den letzten zehn Jahren deutlich intensiviert. Dennoch ist diese Störung ebenso verbreitet und folgenschwer wie die Legasthenie.

Der Leitfaden unterteilt sich in insgesamt fünf Kapitel:

- 1** Der erste Teil des Buches berichtet über den *Stand der Forschung*. Es werden Informationen zur Symptomatik, den Begleitstörungen und Ursachen (Pathogenese) ebenso zusammengestellt, wie Hinweise zur Therapie gegeben. Neuropsychologischen Befunden kommt hierbei eine besondere Bedeutung zu.
- 2** Der zweite Teil beschreibt die *Leitlinien für die klinische Praxis* zur
– Diagnostik und Verlaufskontrolle
– Therapie
- 3** Kapitel 3 gibt einen exemplarischen Überblick über *Rechentestverfahren* und die Verwendung von *Therapiematerialien*.
- 4** Das vierte Kapitel umfasst *Materialien* und *Erläuterungen* für gutachterliche Stellungnahmen, die im Rahmen der Elternarbeit, der Kooperation mit der Schule und der Eingliederungshilfe bedeutsam sind.
- 5** Im letzten Kapitel wird mit Hilfe zweier *Fallbeispiele* die Umsetzung in der Praxis verdeutlicht.

Die praktische Anleitung wird in 19 Leitlinien zusammengestellt, die in Kapitel 2 erläutert werden.

Übersicht über die Leitlinien zur Diagnostik, Verlaufskontrolle und Behandlung von Rechenstörungen

L1	Diagnostischer Prozess
L2	Anamnese und Exploration
L3	Psychometrische Basisdiagnostik
L4	Differenzialdiagnostik
L5	Abschlussgespräch und Therapieempfehlungen
L6	Verlaufskontrolle und Qualitätssicherung
L7	Aufbau und Aufrechterhaltung der Lern- und Leistungsmotivation
L8	Zusammenarbeit mit Erziehungsberechtigten und Lehrern
L9	Therapieplanung
L10	Therapie der Basiskompetenzen
L11	Vermitteln des semantischen Gehalts von Zahlen
L12	Vermitteln des Konzeptwissens
L13	Rechenfertigkeitserwerb ohne Zehnerüberschreitung/Zehnerunterschreitung (Addition und Subtraktion)
L14	Rechenfertigkeitserwerb mit Zehnerüberschreitung/Zehnerunterschreitung (Addition und Subtraktion)
L15	Rechnen mit Ergänzungs- oder Platzhalteraufgaben
L16	Erwerb von Multiplikations- und Divisionsfertigkeiten
L17	Rechnen im Zahlenraum bis 1000
L18	Schriftliches Rechnen
L19	Rechnen im Zahlenraum über 1000

Zu diesem Buch liegt ein Ratgeber (Jacobs & Petermann, 2007) vor, der weiterführende Literatur für Betroffene, Eltern, Lehrer, Schulpsychologen sowie alle Berufsgruppen, die in der Diagnostik, Förderung, Behandlung und Eingliederung rechen-schwacher Schüler beteiligt sind, beinhaltet. Der Ratgeber liefert Fakten über die Symptomatik, die Ursachen, den Verlauf und die schulischen/außerschulischen Förder- und Therapiemöglichkeiten.

Inhaltsverzeichnis

1	Stand der Forschung	1
1.1	Symptomatik	1
1.2	Klassifikation und Diagnosekriterien	4
1.3	Epidemiologie	6
1.4	Komorbide Störungen	9
1.5	Ursachen und Pathogenese	14
1.6	Modelle der Zahlenverarbeitung und Rechenfertigkeiten	18
1.6.1	Single-Route-Transkodierung	18
1.6.2	Multi-Route-Transkodierung	20
1.6.3	Wechselseitige Transkodierung	21
1.7	Entwicklung von Rechenkompetenzen: Verlauf und Prognose	24
1.7.1	Gleich-Ungleich-Relationen	24
1.7.2	Größer-Kleiner-Relationen oder Rangordnungen	26
1.7.3	Rechenkompetenzen bei Kindern	26
1.8	Netzwerkaktivierungen bei der Zahlenverarbeitung und beim Rechnen	33
1.9	Interventionen	39
1.9.1	Prävention	39
1.9.2	Therapieansätze	40
2	Leitlinien	46
2.1	Leitlinien zur Diagnostik und Verlaufskontrolle	46
2.1.1	Therapeutische Kompetenzen und diagnostischer Prozess	46
2.1.2	Anamnese und Exploration	49
2.1.3	Psychometrische Basisdiagnostik	54
2.1.4	Differenzialdiagnostik	58
2.1.5	Abschlussgespräch	64
2.1.6	Verlaufskontrolle	65
2.2	Leitlinien zur Therapie	66
2.2.1	Aufbau und Aufrechterhaltung der Lern- und Leistungsmotivation	67
2.2.2	Zusammenarbeit mit Erziehungsberechtigten und Lehrern	70
2.2.3	Therapieplanung	72

2.2.4	Therapie der Basiskompetenzen	75
2.2.5	Vermitteln des semantischen Gehalts von Zahlen	78
2.2.6	Vermitteln des Konzeptwissens	82
2.2.7	Rechenfertigkeitserwerb: Addition und Subtraktion	83
2.2.8	Rechnen mit Ergänzungs- und Platzhalteraufgaben	89
2.2.9	Erwerb von Multiplikations- und Divisionsfertigkeiten	90
2.2.10	Rechnen im Zahlenraum bis 1000	91
2.2.11	Schriftliches Rechnen	92
2.2.12	Rechnen im Zahlenraum über 1000	93
3	Verfahren zur Diagnostik und Therapie	95
3.1	Schulleistungstests	95
3.2	Einzeltestverfahren	96
3.3	Therapieverfahren und Auszüge aus der praktischen Durchführung	101
3.3.1	Basiskompetenzen	102
3.3.2	Der semantische Gehalt einer Zahl	103
3.3.3	Rechnen im Zahlenraum bis 100	105
4	Materialien	109
M01	Explorationsleitfaden für Elterngespräche	110
M02	Eltern-Checkliste: Mögliche Rechenfehler	114
M03	Lehrer-Checkliste: Mögliche Rechenfehler	116
M04	Erläuterungen zum § 35a SGB VIII	118
M05	Bezugsadressen für Bücher und Materialien zur Dyskalkulie-Therapie	120
5	Fallbeispiele	121
5.1	Grundschulalter: Lutz, 8 Jahre alt	121
5.2	Jugendalter: Julius, 13;7 Jahre alt	129
	Abkürzungsverzeichnis der Testverfahren	139
	Literatur	141

1 Stand der Forschung

1.1 Symptomatik

Obwohl Vorläuferauffälligkeiten von Rechenstörungen (Krajewski, 2003, 2005a, 2005b; Dornheim & Lorenz, 2002; Lorenz, 2005a; Kaufmann, 2003) bekannt sind, werden Rechenstörungen in der Regel erst in der Grundschule erkannt. In einer Inanspruchnahmestichprobe der Psychologischen Kinderambulanz der Universität Bremen treten solche Kinder gehäuft in der dritten und vierten Grundschulklasse sowie in der sechsten Klasse der weiterführenden Schulen auf. Dabei wird deutlich, dass das Erkennen einer Teilleistungsstörung durch Eltern, Erzieher oder Lehrer unmittelbar von den Anforderungen im Rechnen abhängt, mit denen das Kind konfrontiert wird. Die Erweiterung des Zahlenraums über 100 hinaus nach der zweiten Klasse der Grundschule ist für Kinder mit Rechenstörungen häufig eine große Hürde. Hinzu kommt, dass ab dem Ende der zweiten Klasse ein, wenn auch häufig informelles, Lernziel darin besteht, dass die Kinder sich beim Rechnen von konkreten Hilfestellungen (etwa den Fingern) und von Zählstrategien lösen. Kinder mit Rechenstörungen halten sehr häufig an solchen Zählstrategien fest.

Rechenstörungen werden zu spät erkannt

Einige Kinder kompensieren in der Grundschule durch gute kognitive Fertigkeiten (etwa ein gutes Arbeitsgedächtnis, gute Aufmerksamkeitsleistung und eine hohe Geschwindigkeit bei der Verarbeitung von Informationen) die eigentlich für sie zu hohen Anforderungen im Fach Mathematik durch Auswendiglernen. Da die Anforderungen während der Schullaufbahn jedoch ständig ansteigen, tritt damit die volle Tragweite der Lernprobleme lediglich verzögert auf. Diese Kinder fallen dann häufig erst am Ende der fünften oder in der sechsten Klasse auf, da sie die nun neu zu lernenden Zusammenhänge und Prozeduren nicht mehr erfassen können, weil ihnen die Grundvorstellungen darüber fehlen, welche mathematischen Inhalte oder Verfahren zu welchen Sachsituationen passen, etwa die Vorstellung des Wegnehmens oder Abtrennens zur Subtraktion (vgl. auch vom Hofe, Kleine, Blum & Pekrun, 2005). Zunächst wird über das Vorliegen einer Rechenstörung vor dem Hintergrund des schulischen Anforderungsprofils entschieden. Häufig wird dabei außer Acht gelassen, dass die Leistungen zwischen einzelnen Schulen, Städten oder Bundesländern und selbst zwischen Parallelklassen derselben Schule sehr stark voneinander abweichen können. Sicheren Aufschluss über das Vorliegen einer Rechenstörung kann hier nur eine testpsychologische Untersuchung mit einem an einer repräsentativen Stichprobe normierten Rechentest erbringen.

Kinder mit guten kognitiven Ressourcen fallen häufig später auf

Eine testpsychologische Untersuchung ist notwendig

Im Kindergarten können zwar noch nicht die Zahlen- und Rechenfertigkeiten direkt getestet werden, es kann jedoch die Entwicklung eines Mengenverständnisses, das Erlernen von Zählfertigkeiten sowie der Umgang mit kleineren Rechenoperationen im einstelligen Zahlenraum be-

Im Kindergarten entwickeln sich Vorläuferfertigkeiten

obachtet werden. Allerdings variieren diese Fertigkeiten im Kindergartenalter deutlich, da sie von der individuellen Förderung und den Interessen des Kindes abhängen. Als wichtige kognitive Basisfähigkeiten mathematischen Lernens werden visuell-räumliche (konstruktive) Verarbeitungsprozesse, Sprachverständnis und gedächtnisbezogene Verarbeitungsprozesse angenommen (Barth, 2003; Kaufmann, 2003), aber auch Fertigkeiten zum Mengen- und Zahlenwissen (Krajewski, 2003, 2005a, 2005b). Defizite in diesen Bereichen können zu einem beeinträchtigten Erwerb von Zahlen- und Rechenfertigkeiten führen. Bei einigen Kindern ist zu beobachten, dass sie bereits im Kindergarten Spiele und Beschäftigungen vermeiden wie etwa Memory, Malen, Legospielen, Puzzeln und Basteln, da ihnen diese nicht so gut gelingen wie ihren Alterskameraden. Auch eignen sich diese Kinder häufig nicht so gut selbstständig oder im Spiel Zählstrategien an.

Heterogene frühe Rechenfertigkeiten

Erst durch die systematische Förderung in den ersten beiden Schuljahren gleicht sich die anfangs starke Heterogenität bei den Zahlen- und Rechenfertigkeiten aus. Daher kann erst am Ende der zweiten Klasse genau beurteilt werden, ob eine Rechenstörung vorliegt. Ausgenommen sind hier außergewöhnlich stark ausgeprägte Rechenstörungen, die auch schon früher diagnostiziert werden können.

Kinder mit Rechenstörungen verharren häufig in Zählstrategien

Kinder mit einer Rechenstörung beherrschen häufig am Ende der zweiten Klasse noch nicht den Zahlenraum bis 100, nicht selten bereitet auch der Zahlenraum bis 20 noch große Probleme. Auch am Ende der vierten Klasse werden häufig die Finger und umständliche Zählstrategien beim Rechnen benutzt. Bei Multiplikationsaufgaben addieren die Kinder, indem sie die jeweilige Rechenreihe hochzählen. Häufige Fehler beim Zählen tragen dazu bei, dass sich die Kinder von Zählstrategien nicht lösen, da sie keine sicher abrufbaren Gedächtnisinhalte aufbauen. Der Umgang mit Zehnerüberschreitung und -unterschreitung wird in der Regel kaum beherrscht. Auch werden gerade berechnete, ähnliche Aufgabenstellungen nicht wieder erkannt und jede Aufgabe wieder neu bearbeitet. Beim Kopfrechnen fällt auf, dass das Kind immer wieder von vorne zu rechnen beginnt, da es die Zwischenergebnisse oder sogar die Aufgabenstellung selbst vergisst.

Stabile Überzeugungen durch Misserfolge

Die umständlichen Rechenwege führen häufig dazu, dass Aufgaben nicht vollständig bearbeitet werden und bei den Hausaufgaben viel Zeit benötigt wird. Es beginnt nicht selten ein Teufelskreis der Verkettung aus Anstrengung beim Rechnen, gefolgt von Misserfolgen und von verstärkter Anstrengung, gefolgt von weiteren Misserfolgen, die zu massiven Selbstzweifel führen und schließlich häufig zu einer Rechenverweigerung beitragen. Dabei führt die dann fehlende Übung zu noch mehr Misserfolgen, die dann zu stabilen Überzeugungen führen kann, wie „Ich kann nicht rechnen!“. Schlimmstenfalls kommt es zu einer generalisierten Haltung „Ich kann gar nichts, ich versage bei allen Anforderungen!“;

daraus resultiert häufig Schulunlust oder gar Schulverweigerung (vgl. hierzu auch Gaidoschik, 2006). Aus therapeutischer Perspektive ist ein frühzeitiges Unterbrechen dieses Kreislaufs dringend zu empfehlen.

Insgesamt unterlaufen den Kindern mit Rechenstörungen weitaus mehr Fehler beim Rechnen als ihren Alterskameraden. Das rechenschwache Kind lässt sich jedoch nicht über typische Fehler identifizieren, da alle Kinder beim Erwerb von Rechenfertigkeiten Fehler machen, insbesondere wenn neue Inhalte erlernt werden. Nicht die Art der Fehler, sondern ihre Häufigkeit und Vielfalt und ihre Persistenz liefern Indizien darüber, ob eine Rechenschwäche vorliegt oder nicht (Schulz, 2001). In Kasten 1 werden einige häufig auftretende Fehler aufgeführt.

**Häufigkeit
und Vielfalt
von
Rechen-
fehlern
weisen auf
eine
Dyskalkulie
hin**

Kasten 1: Häufig auftretende Fehler (nach Jacobs & Petermann, 2005b)

Fehlendes Mengen- und Größenverständnis
<ul style="list-style-type: none"> – Zahlwörtern (etwa „sieben“) kann keine konkrete Menge zugeordnet werden. – Arabischen Ziffern (etwa „7“) kann keine konkrete Menge zugeordnet werden. – Das Einschätzen von Mengen gelingt nicht. – Kontextuelles Mengenverständnis gelingt nicht (z. B. „20 Kugeln Eis werden an einem Tag in einer Eisdiele verkauft. Ist das viel oder wenig?“). – Das sofortige Erfassen kleiner Mengen gelingt nicht (Subitizing). – Überschlagsrechnungen gelingen nicht. – Unmögliche Rechenergebnisse werden nicht erkannt. – Mengeninvarianzen werden nicht erkannt. Die Anzahl einer Menge wird fälschlicherweise mit ihrer Ausdehnung oder Größe in Zusammenhang gebracht.
Zählfehler
<ul style="list-style-type: none"> – Abzählen von konkreten Objekten (z. B. Bauklötze) gelingt nicht. – Beim Vorwärtszählen (ohne konkrete Objekte) werden Zahlen übersprungen, insbesondere bei Zehnerübergängen. – Beim Rückwärtszählen wird ins Vorwärtszählen gewechselt, Einer oder Zehner werden ausgelassen. – Zählen in größeren Schritten (etwa Zweier- oder Fünferschritte) gelingt nicht.
Übersetzungsfehler
<ul style="list-style-type: none"> – Es handelt sich um Fehler bei dem Übertragen einer Zahl aus der arabischen Form (etwa „34“) in die verbale/schriftliche Form („vierunddreißig“) oder umgekehrt. – Fehler beim Lesen arabischer Zahlen (etwa „dreiundvierzig“ statt „34“). – Verdrehen von Ziffern beim Schreiben arabischer Zahlen („98“ bei „neunundachtzig“). – Lautgetreues Schreiben diktierter Zahlen („vierhundertdreizehn“ wird als „40013“ notiert).
Fehlendes Verständnis des Stellenwertsystems
<ul style="list-style-type: none"> – Die Ziffern von Zahlen werden willkürlich zusammengerechnet, ohne den Stellenwert zu berücksichtigen. – Beim Rechnen werden Zehner-, Hunderter- oder Tausenderübergänge nicht beachtet. – Die Stellen einer Zahl können nicht benannt werden: etwa Einer, Zehner, Hunderter, Tausender. – Falsches Untereinanderschreiben beim schriftlichen Rechnen.
Rechenfehler
<ul style="list-style-type: none"> – Verrechnen um eins (Das Kind zählt ab und beginnt mit acht, $8 + 6 = 13$). – Vertauschen von Rechenzeichen ($4 + 3 = 12$).

- Falsches Transfer- und Analogieverständnis ($5 + 4 = 4 + 5$, aber nicht $5 - 4 = 4 - 5$).
- Häufiges Produzieren von falschen Rechenergebnissen, die aber aus der gleichen Rechenreihe stammen ($8 \cdot 3 = 32$).
- Fehler im Umgang mit der Null ($3 : 3 = 0$, $4 \cdot 0 = 4$, $15 + 0 = 0$, die Null weglassen $90 - 6 = 3$, die Null stehen lassen $90 - 6 = 30$).
- Fehlendes Beachten von einem Wechsel des Rechenzeichens: Die Kinder rechnen etwa weiter „plus“, auch wenn das Rechenzeichen sich nach einigen Aufgaben verändert.

Grundsätzlich sind die auftretenden Rechenfehler abhängig vom jeweiligen Wissensstand des Kindes und von bereits entwickelten Kompensationsstrategien, aber auch komorbid auftretenden anderen Teilleistungsstörungen.

Dyskalkulie-Therapie:
meist deutlich unterhalb des derzeitigen Klassen-niveaus beginnen

Bei Kindern mit Rechenstörungen werden im Verlauf der Grundschule die Lücken im Mathematikunterricht immer gravierender und führen zu einer zunehmenden Kluft zwischen dem Leistungsstand der Klasse und dem von einer Rechenstörung betroffenen Kind. Die Übungen im Rahmen einer Dyskalkulie-Therapie beginnen daher häufig weit vor dem Leistungsstand der Schulklasse, die das Kind besucht.

1.2 Klassifikation und Diagnosekriterien

Dyskalkulie:
umschriebene Entwicklungsstörungen schulischer Fertigkeiten

Der Begriff „Dyskalkulie“ umfasst nur *entwicklungsbedingte* Rechenstörungen. Erworbene Rechenstörungen (Akalkulie) werden hier definitionsgemäß 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.

Die Rechenstörung zählt nach der zehnten Revision der Internationalen Klassifikation der Krankheiten (ICD-10) der Weltgesundheitsorganisation (WHO) zu den umschriebenen Entwicklungsstörungen schulischer Fertigkeiten (F81). Als Ursache solcher umschriebenen Entwicklungsstörungen werden nach ICD-10 biologische Reifungsstörungen des Zentralnervensystems angenommen. Zur Rechenstörung (F81.2) wird in der ICD-10 (2001) ausgeführt (vgl. Kasten 2):

Kasten 2: Umschriebene Rechenstörung (ICD-10 nach Dilling & Freyberger, 2001, S. 267)

Diese Störung besteht in einer umschriebenen Beeinträchtigung von Rechenfertigkeiten, die nicht allein durch eine allgemeine Intelligenzminderung oder eine unangemessene Beschulung erklärbar ist. Das Defizit betrifft vor allem die Beherrschung grundlegender Rechenfertigkeiten, wie Addition, Subtraktion, Multiplikation und Division, weniger die abstrakteren mathematischen Fertigkeiten, die für Algebra, Trigonometrie, Geometrie oder Differenzial- und Integralrechnung benötigt werden.

Kriterien für eine Rechenstörung nach ICD-10

Ausgeschlossen nach ICD-10 werden: Die erworbene Rechenstörung (Akalkulie, R48.8), außerdem Rechenschwierigkeiten bei Lese- oder Rechtschreibstörung (F81.1) und ferner Rechenschwierigkeiten, die

hauptsächlich auf einer unangemessenen Unterrichtung (Z55.8) beruhen. Für Rechenstörungen, die kombiniert mit Lese- und/oder Rechtschreibstörungen auftreten, ist die Diagnose kombinierte Störung schulischer Fertigkeiten (F81.3) zu vergeben.

Nach dem Diagnostischen und Statistischen Manual Psychischer Störungen (DSM-IV-TR; Saß, Wittchen, Zaudig & Houben, 2003, S. 87) ist das Hauptmerkmal einer Rechenstörung die Ausprägung der Rechenfähigkeiten (gemessen mit individuell durchgeführten standardisierten Tests für mathematisches Rechnen und Denken), die wesentlich unter dem liegen, was auf Grund des Alters, der gemessenen Intelligenz und altersgemäßen Bildung einer Person zu erwarten wäre. Außerdem muss die Rechenstörung deutlich die schulischen Leistungen oder die Aktivitäten des täglichen Lebens, bei denen Rechenleistungen erforderlich sind, behindern. Sollte ein sensorisches Defizit vorliegen, müssen die Rechenschwierigkeiten wesentlich größer sein, als bei diesem Defizit zu erwarten wäre.

**Kriterien
nach
DSM-IV**

Tabelle 1 stellt die Forschungskriterien nach ICD-10 denen des DSM-IV-TR gegenüber. Dabei muss ausdrücklich darauf hingewiesen werden, dass die in den Forschungskriterien geforderte Abweichung der Rechentestleistung von zwei Standardabweichungen vom Mittelwert sowie von der allgemeinen Intelligenz nicht der klinischen Praxis entspricht. Hier sind ein Prozentrang von 10 für die Rechentestleistung sowie eine Diskrepanz von eineinhalb Standardabweichungen zwischen Rechentestleistung und der allgemeinen Intelligenz gefordert. Vor der ausschließlichen Verwendung von nonverbalen Intelligenztests zur Erfassung der allgemeinen Intelligenz ist bei Kindern mit Rechenstörung ebenfalls abzuraten. Das mit nonverbalen Intelligenztests gemessene logisch abstrakte schlussfolgernde Denken ist bei Kindern mit Rechenstörungen häufig zusätzlich beeinträchtigt und stellt damit einen schlechten Schätzer für das allgemeine Leistungsniveau dar.

**Forschungs-
und
Diagnose-
kriterien
unterschei-
den sich
erheblich**

Um Rechenvorgänge durchführen zu können, geht man davon aus, dass es ein fertig ausgereiftes Netzwerk für die Verarbeitung von Zahlen und die Bewältigung von Rechanforderungen gibt. Eine aktuelle Studie von Desoete und Roeyers (2005) untermauert die Annahme einer Entwicklungsverzögerung nur teilweise. Die Autoren fanden bei Kindern mit Rechenstörungen ähnliche kognitive Fertigkeiten wie bei ein Jahr jüngeren, durchschnittlichen Rechnern. Es zeigten sich jedoch auch Defizite bei den rechengestörten Kindern (etwa bei der semantischen Repräsentation von Größen), die deutlich unterhalb der Leistung der ein Jahr jüngeren durchschnittlichen Rechnern angesiedelt waren. Rechenstörungen scheinen also nicht nur auf einer Entwicklungsverzögerung zu beruhen, sondern auch auf spezifischen kognitiven Defiziten. Solche kognitiven Defizite sollten also in der Planung und Durchführung einer Dyskalkulie-Therapie berücksichtigt werden.

**Entwicklungs-
verzögerung
und
spezifische
kognitive
Defizite**

Tabelle 1: Forschungskriterien nach ICD-10 (Dilling, Mombour, Schmidt & Schulte-Markwort, 2004, S. 175) und DSM-IV-TR (Saß et al., 2003, S. 87–89)

Kriterien nach ICD-10 (F81.2) Rechenstörung als eine Ausprägung einer umschriebenen Entwicklungsstörung schulischer Fertigkeiten	Kriterien nach DSM-IV-TR (315.1) Rechenstörung als eine Ausprägung einer Lernstörung
<p>A. Es liegt ein Wert in einem standardisierten Rechentest vor, der mindestens zwei Standardabweichungen unterhalb des Niveaus liegt, das auf Grund des chronologischen Alters und der allgemeinen Intelligenz des Kindes zu erwarten wäre.</p>	<p>A. Die mit individuell durchgeführten standardisierten Tests gemessenen mathematischen Fähigkeiten liegen wesentlich unter denen, die auf Grund des Alters, der gemessenen Intelligenz (zwei Standardabweichungen zum IQ-Wert) und der altersgemäßen Bildung einer Person zu erwarten wären.</p>
<p>B. Die Lesegenauigkeit, das Leseverständnis sowie das Rechtschreiben liegen im Normbereich (zwei Standardabweichungen vom Mittelwert).</p>	
<p>C. In der Vorgeschichte keine ausgeprägte Lese- oder Rechtschreibschwierigkeiten.</p>	
<p>D. Beschulung in einem zu erwartenden Rahmen (es liegen keine außergewöhnlichen Unzulänglichkeiten in der Erziehung vor).</p>	
<p>E. Die Rechenschwierigkeiten bestehen seit den frühesten Anfängen des Rechenlernens.</p>	
<p>F. Die unter A. beschriebene Störung behindert eine Schulausbildung oder alltägliche Tätigkeiten, die Rechenfertigkeiten erfordern.</p>	<p>B. Die unter A. beschriebene Störung behindert deutlich die schulischen Leistungen oder Aktivitäten des täglichen Lebens, bei denen mathematische Fähigkeiten benötigt werden.</p>
<p>G. Ausschlussvorbehalt: Non-verbaler IQ unter 70 in einem standardisierten Test.</p>	<p>C. Liegt ein sensorisches Defizit vor, sind die Schwierigkeiten beim Rechnen wesentlich größer als diejenigen, die gewöhnlich mit diesem Defizit verbunden sind. (Liegt ein medizinischer (etwa neurologischer) Befund oder ein sensorisches Defizit vor, dann ist dies auf der Achse IV (Medizinische Krankheitsfaktoren) zu kodieren.)</p>

1.3 Epidemiologie

Prävalenz zwischen 4,4 und 6,6 %

Prävalenz. Die internationalen Prävalenzangaben zur Dyskalkulie weisen eine große Schwankungsbreite 3,6 % bis 10,9 % auf (vgl. Tab. 2). Im deutschsprachigen Raum schwanken die Angaben zwischen 4,4 % und 6,6 % (von Aster, Deloche, Dellatolas & Meier, 1997; Hein, 2000; Hein, Bzufka & Neumärker, 2000; von Aster, Kucian, Schweiter & Martin, 2005). In einer indischen Studie wurde in Grundschulen bei 5,6 % aller Kinder eine Dyskalkulie gefunden (Ramaa & Gowramma, 2002). Sha-

lev, Auerbach, Manor und Gross-Tsur (2000) berichten von Prävalenzraten aus verschiedenen Ländern zwischen 3,6 % und 10,9 %. Die große Schwankungsbreite bei den Angaben ist wohl unter anderem darauf zurückzuführen, dass kaum aktuell normierte, standardisierte Rechentests zur Verfügung stehen oder sehr unterschiedliche Verfahren angewendet werden und damit die Diagnosestellungen in den einzelnen Studien starke Abweichungen aufweisen. So legten Lewis, Hitch und Walker (1994) ihrer Prävalenzstudie sehr strenge Kriterien zu Grunde. Hier wurden nur Kinder berücksichtigt, deren Intelligenzquotient (IQ) mindestens 90 betrug und deren Rechenleistung mehr als eine Standardabweichung vom Mittelwert der Normverteilung nach unten abwich. Außerdem durften keine Hinweise auf eine sensorische oder psychische Störung bestehen.

Tabelle 2: Prävalenzraten aus verschiedenen Ländern

Autoren	Prävalenz	Land
Kosc (1974)	6,4 %	Tschechoslowakei
Badian (1983)	6,4 %	USA
Baker & Cantwell (1985)	6,0 %	USA
Klauer (1992)	4,4 %	Deutschland
Lewis et al. (1994)	3,6 %	Großbritannien
Häußer (1995)	6,6 %	Deutschland
Gross-Tsur, Manor & Shalev (1996)	6,5 %	Israel
von Aster et al. (1997)	4,7 %	Schweiz
Ostad (1998)	10,9 %	Norwegen
Hein et al. (2000)	6,6 %	Deutschland
Ramaa & Gowramma (2002)	5,6 %	Indien
Mazzocco & Myers (2003)	6,0 %	USA
von Aster et al. (2005)	6,4 %	Schweiz
Fuchs et al. (2005)	5,3 %	USA

Prävalenz
verschiedener
Länder
schwanken

Die aus dieser Studie resultierende Prävalenz sollte nach Esser und Wyschkon (2002) als Mindestschätzung betrachtet werden.

Ein weiterer Grund für die deutliche Schwankungsbreite der Prävalenzangaben besteht vermutlich darin, dass Kinder mit Dyskalkulie häufig auch andere Lern- und Verhaltensstörungen aufweisen, wobei die Rechenstörung als komorbide Störung nicht hinreichend kategorisiert wird. Viele der Prävalenzangaben beinhalten neben Kindern mit einer reinen Rechenstörung auch Kinder, die zusätzlich zur Rechenstörung ebenfalls eine Lese-Rechtschreibstörung aufweisen. Vielfach sind Kinder mit einer kombinierten Störung im Umfang und der Stärke der Defizite deutlicher beeinträchtigt (von Aster et al., 2005).

Kinder
mit kombinierten
Störungen
deutlich
beeinträchtigt

Insgesamt kann eine Prävalenz zwischen 5 und 7 % als sicher gelten. Damit ist die Prävalenz für Rechenstörungen beziehungsweise Rechenstörungen, die mit Lese-Rechtschreibstörungen kombiniert auftreten,

ähnlich hoch wie bei anderen Teilleistungsstörungen (Jacobs & Petermann, 2005c; Petermann, 2003).

Rechenstö-
rungen sind
stabil

Verlauf. Viele Autoren betonen, dass nur wenige Längsschnittstudien vorliegen, um Aufschluss über die Faktoren zu gewinnen, welche die Mathematikleistung beeinflussen (vgl. Gifford, 2005; Jacobs & Petermann, 2003, 2005b; von Aster et al., 2005).

Es überrascht daher kaum, dass noch wenig über die Langzeitprognose für Kinder mit Dyskalkulie bekannt ist. Shalev, Manor, Auerbach und Gross-Tsur (1998) stellten in einer Follow-up-Studie bei 47 % der Kinder mit Dyskalkulie nach drei Jahren fest, dass die Störung fortbesteht. Dabei erwiesen sich der Schweregrad und eine familiäre Häufung als die besten Prädiktoren. In einer Berliner Studie mit einer Sechs-Jahres-Katamnese konnten sich nur vier von zehn Kindern in ihren Rechenleistungen im Verhältnis zu den sonstigen Schulleistungen verbessern (von Aster et al., 1997). In einer Studie, die 100 norwegische, rechengestörte Erst-, Dritt- und Fünftklässler einschloss, fand Ostad (1999), dass 25 % der Kinder nach zwei Jahren nicht mehr zu den untersten 10 % der Schüler mit den schlechtesten Schulleistungen gehörten. Bei einer neuseeländische Studie (Young-Loveridge, 1991) zeigte sich, dass zehn Mädchen, die im Alter von fünf Jahren zu den schlechtesten Schülern (dem untersten Quartil) gehörten, auch nach vier Jahren noch dieser Gruppe zugeordnet werden konnten. Bei Kindern, die zusätzlich zur Dyskalkulie auch eine Lesestörung aufwiesen, war die Dyskalkulie stabiler als bei Kindern, die nur eine Dyskalkulie hatten (Mazzocco & Myers, 2003). Jordan, Hanich und Kaplan (2003) stellen zusammenfassend bei ihrer Längsschnittstudie fest, dass sich Defizite bei der Addition und Subtraktion in der zweiten Klasse reliabel erfassen lassen und dass diese Defizite eine starke Persistenz aufweisen. In einer aktuellen sechs Jahre umfassenden Längsschnittstudie untersuchten Shalev, Manor und Gross-Tsur (2005) Kinder mit normaler Intelligenz und Rechenstörung im Alter von elf Jahren (= fünfte Klasse) erneut im Alter von 14 Jahren (= achte Klasse) und abschließend noch einmal mit 17 Jahren (= elfte Klasse). 95 % der Kinder wiesen auch in der elften Klasse noch schwache Rechenleistungen auf. Bei 40 % blieb die Diagnose Dyskalkulie bestehen. Die chronischen Verläufe der Rechenstörung waren mit niedriger Intelligenz, Unaufmerksamkeit und Rechtschreibproblemen assoziiert. Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass es sich bei der Rechenstörung um ein stabiles Störungsbild zu handeln scheint (Shalev & Gross-Tsur, 2001; Shalev et al., 2005; von Aster, 2003).

Chronische
Verläufe:
niedriger IQ,
Unaufmerk-
samkeit,
Recht-
schreib-
probleme

Geschlechterverhältnis. Die Studien zum Geschlechterverhältnis kommen zu unterschiedlichen Ergebnissen. Weinhold Zulauf, Schweiter und von Aster (2003) etwa fanden bei einer Gruppe von Kindergartenkindern ein Jahr vor Schuleintritt einen leichten Wissensvorsprung der

Mädchen gegenüber den Jungen. Insbesondere in den Bereichen Abzählen, Zahlenerhaltung und Kopfrechnen ergaben sich bessere Ergebnisse bei den Mädchen. Auch in früheren Studien (etwa Blevins-Knabe & Musun-Miller, 1996; Stern, 1998) wurden in diesen Bereichen Wissensvorsprünge der Mädchen gegenüber den Jungen gefunden. Ein halbes Jahr später, also sechs Monate vor Schuleintritt, zeigte sich jedoch in der Studie von Weinhold Zulauf et al. (2003) ein deutlicher Wissensvorsprung der Jungen gegenüber den Mädchen. Hasemann (2001) hingegen fand keine bedeutsamen Unterschiede zwischen Mädchen und Jungen vor Schuleintritt, verwendete jedoch auch andere Verfahren zur Wissensüberprüfung. Internationale Vergleichsstudien wie TIMMS (Baumert & Lehmann, 1997) oder PISA (Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung – OECD, 2001) zeigen in den meisten, wenn auch nicht allen Ländern, dass Jungen besser rechnen als Mädchen und Mädchen besser lesen als Jungen. Keys, Harris und Fernandes (1996) belegen signifikant bessere Leistungen beim Rechnen für neun- und zehnjährige Jungen für die Länder Japan und Niederlande und für 14-jährige Jungen aus Japan, der Schweiz und England. In anderen Ländern (etwa USA, Schottland, Ungarn, Deutschland, Kanada, Norwegen und Frankreich) fanden sich keine signifikanten Unterschiede bei den Rechenfertigkeiten von Jungen und Mädchen.

**Wider-
sprüchliche
Geschlech-
tervertei-
lung bei
Rechen-
leistung**

Insgesamt betrachtet scheinen bei der Dyskalkulie im Gegensatz zur Legasthenie Jungen nicht häufiger betroffen als Mädchen (Gross-Tsur et al., 1996; Lewis et al., 1994). Es liegen sogar Hinweise darauf vor, dass Mädchen häufiger betroffen sind als Jungen (von Aster et al., 1997; Schwenck & Schneider, 2003). Am Ende der zweiten Klasse scheinen insbesondere bei den umschriebenen Rechenstörungen (Rechenstörung ohne Lese-Rechtschreibstörung) Mädchen häufiger als Jungen betroffen zu sein (von Aster et al., 2005). Auch bestehen Zweifel, ob bei Mädchen und Jungen die gleichen Ursachen für eine Dyskalkulie vorliegen, da bei Mädchen wesentlich seltener neurologische Symptome aufzutreten scheinen als bei Jungen (von Aster, 1994; Share, Moffitt & Silva, 1988).

**Rechen-
störung:
Jungens
nicht
häufiger
betroffen**

1.4 Komorbide Störungen

Begleitstörungen erschweren in der Regel die Behandlung von Kindern mit Rechenstörungen. Häufig zeigen Kinder mit Begleiterstörungen stärker ausgeprägte und umfangreichere Defizite beim Rechnen als dies bei Kindern mit einer umschriebenen Störung der Rechenfertigkeiten der Fall ist. Dabei treten neben der Lese-Rechtschreibstörung auch neuropsychologische Störungen sowie externalisierende und internalisierende Störungen auf. So fanden Proctor, Floyd und Shaver (2005) bei der Hälfte der Kinder mit Rechenstörungen eine oder mehrere zusätzliche kognitive Funktionsbeeinträchtigungen. Eine wesentliche Aufgabe

**Kognitive
Beeinträch-
tigungen
treten
häufig auf**

der Diagnostik besteht demnach darin, festzustellen, ob es sich um eine primäre Dyskalkulie handelt oder die Rechendefizite sekundär aus einer anderen Erkrankung resultieren. Nicht immer lässt sich hier eine eindeutige Zuordnung treffen.

Sprachstörungen erschweren das Erlernen

Lese-Rechtschreibstörungen. Mehrere Studien weisen darauf hin, dass Kinder mit einer kombinierten Störung schulischer Fertigkeiten (Lese-Rechtschreibstörung und Rechenstörung) stärker beim Rechnen beeinträchtigt sind als Kinder, die lediglich eine umschriebene Rechenstörung aufweisen (etwa Jordan et al., 2003; von Aster et al., 2005; Fuchs, Fuchs & Prentice 2004; Shalev et al., 2005). Die häufig mit einer Lese-Rechtschreibstörung einhergehenden Sprachstörungen erschweren nach einer Längsschnittstudie von Donlan (2003) das Erlernen von Zählsequenzen und das Zählen von einer größeren Zahl aus; des Weiteren war im Alter von zehn Jahren der Faktenabruf beeinträchtigt.

Dyskalkulie und Legasthenie häufig gemeinsam

Die Komorbidität zwischen Lese-Rechtschreibstörung und Rechenstörung liegt zwischen 17 % (Lewis et al., 1994) und 65,6 % (von Aster et al., 2005). Die starken Schwankungen zwischen den Angaben sind auch darauf zurückzuführen, dass sowohl die Lese- als auch die Rechtschreibstörung und manchmal nur eine isolierte Lesestörung mit einbezogen wurden. Der Zusammenhang zwischen Dyskalkulie und Legasthenie begründet sich vermutlich daraus, dass beide dieselben beeinträchtigten unspezifischen Vorläuferfunktionen aufweisen (vgl. Krajewski & Schneider, 2005).

Tabelle 3: Häufigkeit von Lese-Rechtschreibstörung bei Kindern mit Rechenstörung

Studien	Komorbidität	Land
Badian (1983)	43,0 %	USA
Lewis et al. (1994)	64,0 %	Großbritannien
Gross-Tsur et al. (1996)	17,0 %	Israel
Ostad (1998)	51,0 %	Norwegen
Ramaa & Gowramma (2002)	51,3 %	Indien
von Aster et al. (2005)	65,6 %	Schweiz

Aufmerksamkeitsstörungen sind häufig

Aufmerksamkeitsstörungen. Wie bei vielen anderen Teilleistungsstörungen kommt es auch bei der Dyskalkulie vermehrt zu einem gleichzeitigen Auftreten einer Aufmerksamkeitsstörung. In einer auf Elternberichten basierenden Studie von Shalev, Auerbach und Gross-Tsur (1995) traten bei elf- bis zwölfjährigen Jungen und Mädchen mit Rechenstörungen signifikant mehr Aufmerksamkeitsstörungen auf als bei Kindern mit unauffälligen Rechenleistungen. Außerdem zeigten sich signifikant mehr Aufmerksamkeitsstörungen, wenn neben der Rechenstörung auch eine Lese-Rechtschreibstörung vorlag. In einer weiteren Studie fanden Gross-Tsur et al. (1996) bei 26 % der Kinder mit Dyskalkulie zusätzlich Symptome eines Aufmerksamkeits-Hyperaktivitäts-Syndroms (ADHS).

Badian (1983) beschreibt bei 42 % der Kinder mit einer Dyskalkulie Aufmerksamkeitsdefizite. Faraone et al. (1993) fanden bei Kindern mit ADHS gehäuft zusätzlich eine Dyskalkulie. Auch scheinen Aufmerksamkeitsstörungen dazu beizutragen, dass Rechenstörungen sich chronifizieren (Shalev et al., 2005). Monuteaux, Faraone, Herzig, Navsaria und Biederman (2005) fanden in ihrer Studie bei 11 % der Kinder mit Aufmerksamkeitsstörung eine Rechenstörung. Die Prävalenz für Rechenstörungen ist bei Kindern mit Aufmerksamkeitsstörungen also deutlich erhöht. Zur Zeit lässt sich jedoch nicht klären, ob diese Komorbidität kausal interpretiert werden darf. Es scheint festzustehen, dass Aufmerksamkeits- und Rechenstörungen unabhängig voneinander vererbt werden (Monuteaux et al., 2005).

ADHS und Dyskalkulie werden unabhängig voneinander vererbt

Visuell-räumliche Störungen. Eine Begleitstörung und möglicherweise auch eine Ursache bei Rechenstörungen bildet eine beeinträchtigte visuell-räumliche Wahrnehmung. Wenn der semantische Gehalt einer Zahl als Zahlenstrahl mit räumlicher Ausdehnung in unserem Gehirn repräsentiert ist, liegt es nahe, dass Kinder mit visuell-räumlichen Störungen eine Dyskalkulie entwickeln können. Die Rechenstörung resultiert dann aus einem unzureichenden Zahlenverständnis. In einer aktuellen Studie, bei der Kinder mit einer Rechenstörung und einer visuell-räumlichen Störung im Alter von sieben bis zwölf Jahren und einer Kontrollgruppe verglichen wurden, konnten Bachot, Gevers, Fias und Roeyers (2005) keinen so genannten SNARC-Effekt (siehe Kasten 3) bei der beeinträchtigten Gruppe messen, sehr wohl aber bei der Kontrollgruppe. Die Autoren interpretieren dies als Hinweis darauf, dass sich diese Kinder die Größe einer Zahl nicht hinreichend konkret vorzustellen vermögen, um sie auf einem Zahlenstrahl (in der Vorstellung) einordnen zu können.

Kasten 3: Der SNARC-Effekt

Unter dem SNARC-Effekt (*Spatial Numerical Association of Response Codes*) versteht man folgendes Phänomen: Erwachsene können bei kleineren Zahlen mit der linken schneller als mit der rechten Hand durch Knopfdruck rückmelden, ob eine Zahl gerade oder ungerade ist.

Auch in Kindergartenstudien (etwa Dornheim & Lorenz, 2002; Kaufmann, 2003) werden Defizite bei den visuellen Fertigkeiten als wesentliches Risiko für Rechenstörungen benannt.

Risikofaktor: verminderte visuelle Fertigkeiten

Bereits erste Beschreibungen von Rechenstörungen benennen – ebenso wie aktuelle Subtypenbildungen – eine visuell-räumliche Störung als eine Komponente der Dyskalkulie (etwa Benton, 1987; Gerstmann, 1930; Kinsbourne, 1968). In ihren in den 70er und 80er Jahren durchgeführten Studien fanden Rourke und Mitarbeiter unter anderem deutliche Hinweise auf einen engen Zusammenhang von visuell-räumlichen Leistungen und Rechenstörungen bei intaktem sprachlichen Leistungsvermögen (etwa Harnadek & Rourke, 1994; Rourke, 1993). Grisseemann

Zusammenhang mit visuell-räumlichen Fertigkeiten

und Weber (2000) nennen als Störfaktoren beim Erwerb mathematischer Operationen unter anderem Defekte beim visuell-räumlichen Erkennen und dem Verarbeiten nicht-verbaler Informationen. McLean und Hitch (1999) fanden bei über 100 Neunjährigen mit Dyskalkulie visuo-motorische Störungen, die das visuell-räumliche Arbeitsgedächtnis beeinträchtigen. Auch neuere Studien stützen die Annahme, dass visuell-räumliche Störungen gehäuft gemeinsam mit Rechenstörungen auftreten. So fanden Venneri, Cornoldi und Garuti (2003) bei Kindern mit visuell-räumlichen Störungen im Vergleich mit einer unauffälligen Kontrollgruppe im schriftlichen Rechnen und bei Übertragsrechnungen (vor allem bei Subtraktionsaufgaben) deutlich schlechtere Leistungen. In einer Studie von Mazzocco und Myers (2003) zeigte sich ebenfalls ein deutlicher Zusammenhang zwischen der Beeinträchtigung von visuell-räumlichen Fertigkeiten und dem Vorliegen einer Dyskalkulie. Auch bei Kindern mit dem Mikrodeletionssyndrom 22q11 sind visuell-räumliche Störungen mit Defiziten in der Zahlenverarbeitung verknüpft (Simon, Bearden, McDonald Mc-Ginn & Zackai, 2005).

Gedächtnis-
defizite

Gedächtnisstörungen. Häufig weisen Kinder mit Rechenstörungen Probleme beim Abruf von Rechenfakten auf. Dieser Tatbestand legt Störungen im Lang- und/oder Kurzzeitgedächtnis nahe. Geary und Hoard (2001) fanden bei Kindern mit Rechenstörungen im Vergleich zu einer Kontrollgruppe Beeinträchtigungen des Langzeitgedächtnisses. Geary (1993) postuliert, dass auf Grund eines schlechten Arbeitsgedächtnisses arithmetisches Faktenwissen falsch gespeichert wird und auf diese Weise schlechte Leistungen im Fach Mathematik resultieren. D'Amico und Guarnera (2005) fanden in einer Vergleichsstudie zwischen Neunjährigen mit Dyskalkulie und einer Kontrollgruppe bei den rechen-schwachen Kindern bei Aufgaben (numerisches und verbales Material), die das visuell-räumliche Arbeitsgedächtnis betreffen, deutlich schlechtere Leistungen. Bei der phonologischen Schleife traten diese Unterschiede nur beim Nachsprechen von Zahlen vorwärts auf. Diese Befunde werden durch eine Studie von Holmes und Adams (2006) gestützt, die den Zusammenhang zwischen Arbeitsgedächtnis und mathematischen Fertigkeiten bei Kindern näher untersuchten. Die Autoren schließen aus ihrer Studie auf eine wesentliche Rolle des visuell-räumlichen Gedächtnisses bei der Entwicklung von Rechenfertigkeiten. McCall (2000) fand jedoch keine Unterschiede im Arbeitsgedächtnis und im verbalen Kurzzeitgedächtnis zwischen Schülern mit und ohne Rechenstörung, konnte allerdings signifikante Unterschiede im seriellen Gedächtnis und in der Arbeitsgeschwindigkeit belegen.

Kaufmann (2002) fasst die Erkenntnisse aus den Studien zum Arbeitsgedächtnis und zu Rechenstörungen in einem Schema zusammen, das die kognitiven Systeme verknüpft, von denen angenommen wird, dass sie den Abruf von arithmetischen Faktenwissen beeinflussen (vgl. Abb. 1). Das Arbeitsgedächtnis nach Baddeley (1986) beinhaltet eine mit einer