



Leseprobe aus: Fritz/Schmidt/Ricken, Handbuch Rechenschwäche, ISBN 978-3-407-83188-0  
© 2017 Beltz Verlag, Weinheim Basel  
<http://www.beltz.de/de/nc/verlagsgruppe-beltz/gesamtprogramm.html?isbn=978-3-407-83188-0>

## Vorwort

Bildung in unserer modernen Gesellschaft bedeutet, über ausreichende Kompetenzen in den drei Schlüsselqualifikationen *Lesen*, *Schreiben* und *Rechnen* zu verfügen. Eine Abneigung gegen Mathematik zu haben, ist gesellschaftlich anerkannt, eine Stigmatisierung rechenschwacher Kinder bleibt deshalb häufig aus. Dies ist einerseits von Vorteil für deren Selbstbild und Motivation, andererseits bagatellisiert diese gesellschaftliche Anerkennung die Auswirkungen fehlender arithmetischer Kompetenzen für die Lebensqualität der Betroffenen. Kinder, die Schwierigkeiten im Erwerb mathematischer Konzepte haben, verlassen die Schule auf einem niedrigen Kompetenzlevel. Studien konnten zeigen, dass fehlende arithmetische Fertigkeiten in der Regel die beruflichen Perspektiven einschränken und zu Beschäftigungen im Niedriglohnbereich führen. Um dieser Folgeerscheinung schwacher Mathematikleistung zu begegnen und die schulischen sowie beruflichen Perspektiven von heutigen Grundschüler/innen nachhaltig zu verändern, bedarf es eines Umdenkens und einer gesellschaftlichen Anerkennung mathematischer Schwäche als förderwürdig. Der Problematik schwacher Mathematikleistungen kann und sollte in der Schule didaktisch begegnet werden, um auch rechenschwache Kinder gemäß ihrer Kompetenzniveaus zu fördern.

Nach wie vor lautet der Titel des Buches »Handbuch Rechenschwäche« und in einer ganzen Reihe von Beiträgen wird dieser Terminus benutzt. Es ist uns wichtig, herauszustellen, dass dem Buch kein medizinisch orientierter Störungsbegriff zugrunde liegt. Rechenschwächen, Rechenprobleme oder Rechenschwierigkeiten sollen nicht in Abhängigkeit von Intelligenztestwerten und erst dann als Problem betrachtet werden, wenn die Leistungsrückstände der Kinder beträchtlich sind. Insofern steht die Abgrenzung der Problematik nicht im Vordergrund. Vielmehr sind Rechenschwierigkeiten als unterschiedlich stark ausgeprägte Rückstände im Rahmen einer allgemeinen Entwicklung von Rechenkonzepten zu betrachten, auf die pädagogisch reagiert werden muss. Die im Handbuch fokussierte Problematik kann durchaus auch mit der Formulierung »Schwierigkeiten beim Rechnenlernen« beschrieben werden. Das Nachdenken über entsprechende spezifische Fördermaßnahmen setzt zugleich Differenzierungsangebote für alle frei. Favorisiert wird daher eine qualitative Analyse der verzögerten oder beeinträchtigten Rechenleistung, um gezielte Fördermaßnahmen für einige – sowie Differenzierungsangebote für alle – zu ermöglichen.

Die Konzeption des Buches sieht vor, in allen Kapiteln Fachdidaktiker/innen und Psychologinnen und Psychologen zu Wort kommen zu lassen. Entsprechend beschäftigt sich die *Einführung in die Problemlage* mit der Definition und den theoretischen Zugängen zur Rechenschwäche. Jörg-Tobias Kuhn gibt uns hier einen Überblick über alle drei wissenschaftlichen Sichtweisen der Rechenschwäche. Er stellt die medizinisch-neurologische, die psychologische und die mathematikdidaktische Sichtweise nebeneinander und zeigt durch das Hervorheben von Schnittstellen gemeinsame Handlungsfelder auf.

Der zweite Teil des Buches widmet sich der *Entwicklung des Zahlenverständnisses* bei Kindern. Im ersten Kapitel dieses Abschnitts stellt Helga Krinzing fest, dass die Neurowissenschaften das Potenzial besitzen pädagogische und kognitive Theorien zu validieren, während eben diese die Grenzen der Neurowissenschaften erweitern können. Sabine Peucker und Steffi Weißhaupt beschreiben in ihrem Artikel die Entwicklung numerischen Rechnens als hierarchische Organisation von Konzepten und Prozeduren. Sie betonen dabei besonders die Kohärenz, die dieser Entwicklung zugrunde liegt. Kristina Reiss und Andreas Obersteiner zeigen abschließend auf, welche Möglichkeiten die Auseinandersetzung mit Bildungsstandards und Tests im Hinblick auf die Einschätzung mathematischer Leistungen und die Prognose ihrer Entwicklung bietet. Darüber hinaus geht es darum, zu belegen, dass und wie die Praxis des Unterrichts von der Auseinandersetzung mit Testverfahren und ihrer konsequenten Nutzung profitieren kann.

Der dritte und vierte Buchabschnitt schließt daran an, indem erstens *Rechenschwäche und beeinflussende Faktoren* näher betrachtet und zweitens *Stolpersteine in der Entwicklung arithmetischer Kompetenz* erörtert werden. In ihrem Beitrag zur Bedeutung neurokognitiver und bildgebender Befunde zum besseren Verständnis bei Rechenschwäche, zeigen Korbinian Möller, Elise Klein und Liane Kaufmann, dass es sowohl bei Hirnfunktionen als auch bei der Hirnstruktur spezifische Unterschiede bei rechenschwachen Kindern gibt. Zudem stellen sie Interventionsprogramme vor, mit deren Hilfe es gelungen ist, Aktivierungsmuster im Gehirn bei rechenschwachen Kindern zu verändern. Ob vorschulische mathematische Kompetenzen ein prädiktiver Faktor für die Entwicklung einer Rechenschwäche sind, damit beschäftigt sich Silvia Pixner. Zugleich nimmt sie weitere Risikofaktoren nicht allein kognitiver Art in ihrem Beitrag mit in den Blick. Michael Gaidoschik wendet sich der Frage zu, welche fachdidaktischen Kriterien der Verfestigung des zählenden Rechnens entgegenwirken und die Verwendung von Ableitungsstrategien fördern können. Dietmar Grube, Jenny Busch und Claudia Schmidt geben einen Überblick darüber, welche übergeordneten kognitiven Bedingungsfaktoren die Voraussetzung für die individuelle Entwicklung des Rechnens sind und damit die individuell verfügbaren Ressourcen eines Kindes bestimmen. Elisabeth Moser Opitz und Verena Schindler nehmen in ihrem Buchbeitrag sprachliche Faktoren in Bezug auf das Erlernen von Mathematik in den Fokus. Besondere Beachtung für die Didaktik stellen hierbei die Bildungs- und Fachsprache dar. Im Kapitel von Michael von Aster, Larissa Rauscher, Juliane Kohn und Yasmin Eitel wird das Problem der Mathematikangst aufgezeigt und verdeutlicht,

dass ein frühes ängstliches Erleben im Zusammenhang mit Zahlen und Rechnen weitreichende Konsequenzen auf die mathematikbezogene Entwicklung eines Kindes haben kann.

Lisa Hefendehl-Hebeker ist die erste Autorin im Abschnitt Stolpersteine und Hürden. Sie legt in ihrem Beitrag zu diesem Buch dar, wie sich die unterschiedlichen Stufen der Zahlbereichserweiterung entwickeln und welche Anforderungen der ständigen Neuorientierung der Lernenden damit verbunden sind. Günter Krauthausen befasst sich im darauffolgenden Kapitel mit der Bedeutung des Kopf- und halbschriftlichen Rechnens in der Fachdidaktik und Schulpraxis. Die drei folgenden Kapitel stammen von der Arbeitsgruppe Hans-Dieter Gerster, Rita Schultz und Elfriede Jakob. Sie widmen sich den Herausforderungen des Anfangsunterrichts. Es wird das anfängliche Anzahlverständnis erläutert und thematisiert, wie im Unterricht von Anfang an Teile-Ganzes-Denken über Zahlbilder angeregt werden kann. Zudem stellen sie die Arbeit mit »Bauteilen zur Multiplikation« als einen Lernprozess auf dem Gebiet der Multiplikation vor. Hans-Dieter Gerster beschäftigt sich in seinem Beitrag mit der Methodik und der Fehlerprävention beim Verständnis schriftlicher Rechenverfahren. Grundlegend hierfür bezeichnet er algorithmisch strukturierte Handlungen mit konkretem Material. Sind die Handlungen am Material verstanden, können schriftliche Verfahren als kurze Handlungsprotokolle eingeführt werden. Moritz Herzog, Annemarie Fritz und Antje Ehlert beschäftigen sich im nachfolgenden Kapitel ausführlich mit Problemen im Stellenwertverständnis. Sie stellen ein Modell der Entwicklung des dezimalen Stellenwertverständnisses vor, das auf Grundlage einer empirischen Studie mit Schülern aus Nordrhein-Westfalen konzipiert wurde. Das vorletzte Kapitel dieses Buchabschnitts von Sebastian Wartha widmet sich der Rechenschwäche in der Sekundarstufe. Fokus hierbei ist die Diagnose und Förderung nicht überwindener Lernhürden der Primarstufe sowie die Auswirkung dieser auf das Arbeiten mit Brüchen.

Der fünfte Teil des Buches ist der *Diagnostik mathematischer Kompetenzen* gewidmet. Jan Lonnemann und Marcus Hasselhorn geben zu Beginn einen Überblick über die aktuellen Testverfahren zur Diagnostik mathematischer Leistungen und Kompetenzen. Daran anschließend diskutieren Stefan Voß, Simon Sikora und Bodo Hartke die Bedeutung von formativer Evaluation am Beispiel curriculum-basierter Messverfahren (CBM) im Zusammenhang mit der Prävention von schulischem Misserfolg. Marjolijn Peltenburg, Marja van den Heuvel-Panhuizen und Alexander Robitzsch überprüfen in ihrem Beitrag anhand zweier niederländischer Studien, ob eine auf Informations- und Kommunikationstechnologie (IKT) basierende dynamische Erfassung der mathematischen Leistung geeignet ist, das mathematische Potenzial von Schüler/innen spezieller Grundschulen (SG Schüler/innen) aufzuzeigen. Christoph Selter macht in seinem Beitrag zur Diagnostik von Rechenschwäche deutlich, weshalb eine Diagnose förderorientiert und Förderung diagnosegeleitet ausgerichtet sein sollten. Dem folgend stellen Andreas Schulz, Timo Leuders und Ulrike Rangel das Instrument »Lernstand 5« für die Diagnose und Förderung von arithmetischen Basiskompetenzen am Übergang zur Klasse 5 vor.

Abschließend werden im letzten Teil Möglichkeiten der *Förderung beim Erwerb arithmetischer Kompetenz* unter dem Blickwinkel von Inklusion diskutiert. Hier beginnen Andreas Obersteiner und Kristina Reiss mit einem Überblick zur derzeitigen Forschungslage für Förderansätze bei Rechenschwierigkeiten. Sie diskutieren die teilweise kontroversen Ergebnisse und stellen den hohen Forschungsbedarf heraus. Wilhelm Schipper und Sebastian Wartha schließen daran an, indem sie Diagnose, Prävention und Förderung bei Lernhürden im arithmetischen Anfangsunterricht diskutieren. Birte Poehler und Susanne Prediger nehmen uns mit auf einen Exkurs und verdeutlichen die Bedeutsamkeit der Verstehens- und Sprachförderung für den Verständniserwerb mathematischer Konzepte. Daran anschließend berichten Alexander Müller, Antje Ehlert und Annemarie Fritz in ihrem Beitrag von der Konfrontation der Schulen mit einer wachsenden Heterogenität innerhalb der Schülerschaft und diskutieren, wie die Schulen auf diese Herausforderung mit konzeptionellen wie organisatorischen Maßnahmen reagieren müssen. Den Abschlussbeitrag dieses Handbuchs verfasste Petra Scherer. Sie befasst sich mit den Anforderungen für einen inklusiven Mathematikunterricht, der sich an einer Unterrichtskonzeption des entdeckenden Lernens und produktiven Übens orientiert.

Damit liegt ein Handbuch vor, das als Grundlage für die Arbeit in erziehungswissenschaftlichen wie fachdidaktischen Seminaren ebenso genutzt werden kann wie in psychologischen. Wir hoffen darauf, mit den vorliegenden Beiträgen Anstöße und Anregungen zu geben, die zu einer reflektierten Praxis beim Fördern ebenso wie im regulären Unterricht beitragen mögen.

Die Herstellung der dritten, völlig überarbeiteten Auflage des »Handbuch Rechenschwäche« wurde von mehreren Personen unterstützt, denen wir an dieser Stelle herzlich danken möchten. Unser Dank gilt dem Beltz Verlag, der die dritte Auflage anregte und uns mit Heike Gras und Christine Wiesenbach Lektorinnen an die Hand gab, die uns in jedem Schritt des Prozesses kompetent und umsichtig unterstützten. Ganz besonders danken möchten wir den Mitarbeiter/innen der Universität Essen: Giordana Matera, Julia Hartmann und Lars Orbach für ihre stets engagierte, kompetente und mit Humor und Gelassenheit getragene Unterstützung bei der Überarbeitung der Beiträge und bei den vielen administrativen Aufgaben. Danke!

Duisburg-Essen/Köln, im November 2016

*Annemarie Fritz, Siegbert Schmidt*

# **Einführung in die Problemlage**

Jörg-Tobias Kuhn

## Rechenschwäche – eine interdisziplinäre Einführung

Rechnen und Zahlenverständnis spielen für die schulische und gesundheitliche Entwicklung im Kindes- und Jugendalter eine wichtige Rolle. So konnten beispielsweise Duncan et al. (2007) zeigen, dass grundlegende mathematische Fähigkeiten zur Zeit des Schuleintritts den wichtigsten Prädiktor für die spätere schulische Leistung darstellten, während Ritchie und Bates (2013) herausfanden, dass frühe Mathematikleistungen im Alter von sieben Jahren den sozioökonomischen Status im mittleren Erwachsenenalter vorhersagten. Im Gegenzug konnten Kohn, Wyschkon und Esser (2013) nachweisen, dass bei Kindern und Jugendlichen mit stark beeinträchtigten Rechenfähigkeiten ein höheres Risiko für psychische Auffälligkeiten (z. B. hyperkinetische Symptome) bestand, im Erwachsenenalter korrelierten Rechenschwierigkeiten mit einer höheren Vulnerabilität für Depression (Parsons/Bynner 2005). Die Zusammenhänge zwischen Rechenfähigkeiten bzw. -schwierigkeiten und individuellem Bildungsgrad, psychischer Gesundheit oder finanziellem Status blieben auch nach Kontrolle relevanter Faktoren (z. B. Intelligenz, Lesefertigkeiten) überwiegend bestehen.

Einer der Hauptgründe für Rechenschwierigkeiten ist das Vorliegen einer Rechenschwäche. Personen werden allgemein dann als rechenschwach bezeichnet, wenn sie bei ansonsten durchschnittlicher Begabung deutliche Defizite im Bereich des grundlegenden Rechnens aufweisen. Problematisch am Begriff der Rechenschwäche ist, dass dieser bis heute nicht in allgemein anerkannter Weise definiert ist. Zudem existieren in der Literatur weitere Begriffe wie Rechenstörung oder Dyskalkulie, die teils synonym mit Rechenschwäche verwendet, teilweise jedoch auch davon abgegrenzt werden. Darauf soll im Folgenden kurz eingegangen werden.

### Zur Definition der Rechenschwäche

Rechenschwache Kinder zeigen aus *klinisch-diagnostischer Sicht* trotz einer im Normalbereich liegenden Intelligenz ( $IQ > 85$ ) Rechenleistungen, die deutlich unterhalb der alters- und klassentypischen Leistung liegen. Liegt die Rechenleistung zusätzlich deutlich unter dem individuellen Intelligenzniveau, wird von einer Rechenstörung oder Dyskalkulie gesprochen (z. B. in der ICD-10, Kapitel V, F81.2, WHO – World Health Organization 2005). Weist ein Kind neben Rechenschwierigkeiten eine unterdurchschnittliche Intelligenz ( $IQ \leq 85$ ) sowie weitere umfassende Lernbeeinträch-

tigungen auf, spricht man hingegen von einer Lernbehinderung. Rechenschwierigkeiten können demnach mit allgemeinen kognitiven Defiziten (Lernbehinderung) oder spezifischen Problemen im Bereich der Mathematik (Rechenschwäche, Rechenstörung) verbunden sein. *Schulrechtlich* wird in Deutschland von Schülerinnen und Schülern »mit besonderen Schwierigkeiten im Rechnen« gesprochen (KMK 2007), wenn erhebliche Minderleistungen bzw. Leistungsversagen im Bereich Mathematik vorliegen. Die Feststellung der besonderen Schwierigkeiten im Rechnen ist Aufgabe der Schule. Obwohl in den Schulgesetzen der deutschen Bundesländer keine exakten Grenzwerte für besondere Schwierigkeiten im Rechnen genannt werden, wird zumindest die intellektuelle Beeinträchtigung als Verursachungsfaktor ausgeschlossen. Zwischen den Bundesländern bestehen große Unterschiede in der schulrechtlichen Situation rechenschwacher Kinder: »von der kompletten Nicht-Berücksichtigung der Rechenschwäche im Schulrecht bis hin zum Notenschutz und der Gewährleistung umfangreicher Fördermaßnahmen« (Lambert 2015, S. 262).

Die Diagnose einer Rechenstörung nach ICD-10 ist in Deutschland die Grundlage für den Zugang zu speziellen Förderprogrammen. Die Unterscheidung zwischen Rechenschwäche und Rechenstörung ist allerdings wissenschaftlich umstritten, da bisherige Studien keine substanziellen Unterschiede zwischen Kindern mit Rechenschwäche und Rechenstörungen bei einfachen oder komplexen mathematischen Aufgaben nachweisen konnten (Ehlert/Schroeders/Fritz-Stratmann 2012). In der aktuellen Version des DSM-5 (American Psychiatric Association 2013), dem zentralen Klassifikationssystem psychischer Störungen in den USA, wurde zudem vollständig auf eine Unterscheidung zwischen Rechenschwäche und Rechenstörung verzichtet, allerdings wird auch dort die Rechenschwäche von der Lernbehinderung abgegrenzt. Im Folgenden wird daher für Rechenschwierigkeiten bei normal ausgeprägter Intelligenz einheitlich der Begriff Rechenschwäche verwendet.

Zur Diagnostik einer Rechenschwäche werden nach ICD-10 und DSM-5 standardisierte und normierte Mathematiktests eingesetzt. Diese Art der Diagnosestellung weist jedoch einige Probleme auf. Zwar erfüllen Mathematiktests in der Regel psychometrische Gütekriterien, die Diagnosekriterien für eine Rechenschwäche variieren jedoch in der Literatur (z. B. Prozentrang  $< 3$  nach ICD-10, Prozentrang  $< 7$  im DSM-5). Die konkrete Auswahl des Diagnosekriteriums hat Auswirkungen auf die individuellen kognitiven Profile der untersuchten rechenschwachen Kinder, welche bei liberaleren Kriterien oft heterogener sind (Murphy et al. 2007). Auch unterscheiden sich standardisierte Mathematiktests teils stark in ihrer inhaltlichen Ausrichtung voneinander; so fokussieren einige Tests auf curriculare Inhalte, während andere stärker basale Vorläuferfähigkeiten erfassen. Je nach eingesetztem Testverfahren können sich die Testergebnisse auf individueller Ebene damit mehr oder weniger deutlich unterscheiden. Dies sind einige der Gründe für die teils uneinheitliche empirische Befundlage zur Rechenschwäche.

Der vorliegende Beitrag soll einen Überblick zu drei verschiedenen, sich überlappenden wissenschaftlichen Sichtweisen der Rechenschwäche geben: (1) die medizinisch-neurologische, (2) die psychologische und (3) die mathematikdidaktische



## 16 Einführung in die Problemlage

Sichtweise. Dabei wird, vereinfachend gesprochen, aus medizinisch-neurologischer sowie psychologischer Sicht der Schwerpunkt eher auf die Beschreibung kausaler Mechanismen und Risikofaktoren für Rechenschwäche sowie die Entwicklung und Diagnostik mathematischer Fähigkeiten gelegt, während die mathematikdidaktische bzw. schulpädagogische Perspektive stärker die Gestaltung von Unterricht und Fördermaßnahmen sowie deren Einfluss auf das Rechnen thematisiert. Trotz der unterschiedlichen Akzentuierungen dieser Forschungstraditionen gibt es viele Gemeinsamkeiten und etliche Bereiche, in denen der »Blick über den Tellerrand« von gegenseitigem Nutzen ist.

### **Die medizinisch-neurologische Sichtweise der Rechenschwäche**

Die medizinisch-neurologische Sichtweise befasst sich mit der Identifikation und Beschreibung unterschiedlicher Erklärungsfaktoren für das Zustandekommen einer Rechenschwäche, wobei neurologischen Aspekten eine besondere Bedeutung zukommt. Zur Erklärung von Lern- und Entwicklungsbeeinträchtigungen wie Rechenschwäche, Lese-Rechtschreibschwäche (LRS) oder Aufmerksamkeitsdefizit-/Hyperaktivitätsstörung (ADHS) wurden »multiple deficit«-Modelle vorgeschlagen (Butterworth/Kovas 2013). Lern- und Entwicklungsbeeinträchtigungen werden dabei als Resultat einer komplexen Interaktion genetischer, neuronaler, kognitiver und umweltbezogener Faktoren beschrieben (Abb. 1). Während auf der biologischen Ebene genetische Risikofaktoren oder spezifische neuronale Anomalien relevant sind, impliziert die kognitive Ebene relevante psychologische Konstrukte (z. B. Aufmerksamkeit). Die Verhaltensebene schließlich umfasst beobachtbares Verhalten (z. B. Testleistung). Umweltfaktoren können z. B. Aspekte wie die häusliche Lernumgebung oder der sozioökonomische Status sein. Dieser multikausale Ansatz postuliert, dass innerhalb und zwischen den verschiedenen Ebenen komplexe Zusammenhänge bestehen, die für das Zustandekommen von Lernschwierigkeiten verantwortlich sind.

#### *Genetische Risikofaktoren und Komorbidität*

Im Hinblick auf Risikofaktoren der Rechenschwäche zeigten sich deutliche genetische Einflüsse (Alarcón et al. 1997), doch die Befunde stützen ebenso die substanzielle Auswirkung von Umwelteinflüssen. Wie weiter unten ausgeführt wird, zeigen Kinder mit einer Rechenschwäche zudem auf neuronaler Ebene funktionelle und strukturelle Abweichungen, insbesondere in Bereichen des parietalen und präfrontalen Kortex. Als zentrale Ursache der Rechenschwäche wurde eine Beeinträchtigung der mentalen Repräsentation von Zahlen und Mengen vorgeschlagen (Butterworth/Varma/Laurillard 2011), die Annahme eines singulären Kausalfaktors für das Auftreten der Rechenschwäche wird jedoch gegenwärtig kritisch diskutiert. Rechenschwache Kinder weisen häufig zusätzliche (komorbide) Beeinträchtigungen schriftsprachlicher Fähig-

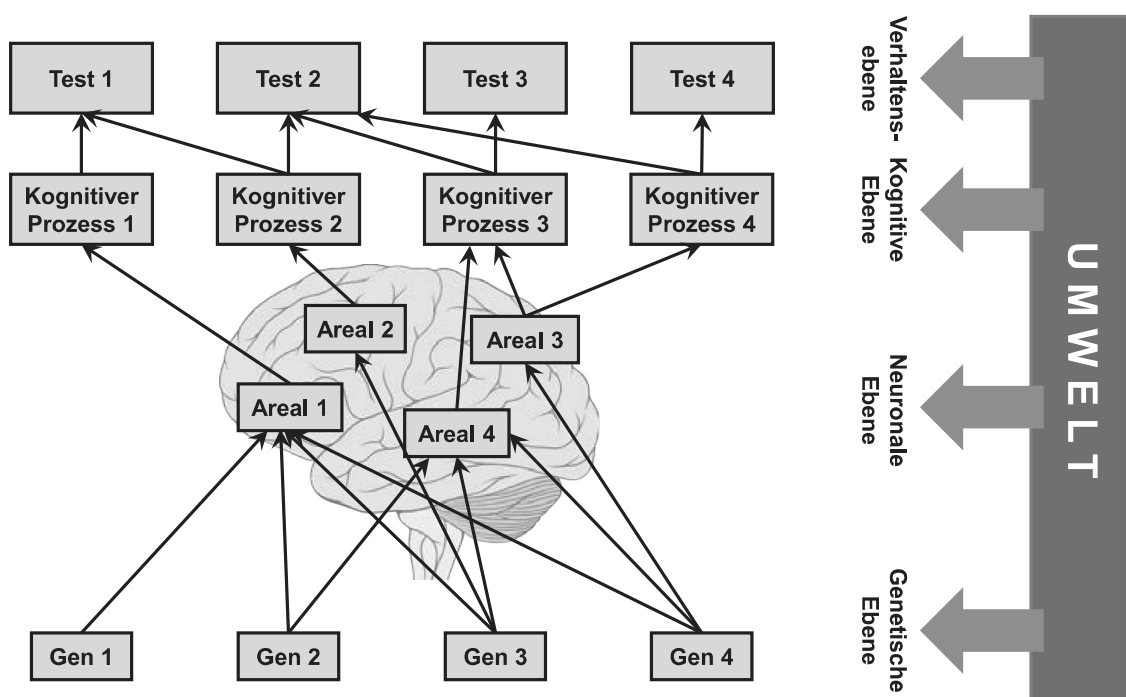


Abb. 1: Ebenen im »multiple deficit«-Modell (nach Butterworth/Kovas 2013; Gehirnabbildung von Lynch/Jaffe 2006 reproduziert unter den Bedingungen der Creative Commons Attribution License)

keiten (LRS) oder der Aufmerksamkeit (ADHS) auf. So zeigten in einer Studie von Moll et al. (2014) etwa zwei Drittel aller rechenschwachen Kinder eine zusätzliche Lernschwäche im Bereich Lesen und/oder Rechtschreiben; die Komorbidität von Rechenschwäche und ADHS hingegen variiert zwischen 5 Prozent und 30 Prozent (DuPaul/Gormley/Laracy 2013).

Studien zum Zusammenhang von Rechenschwäche und LRS zeigten, dass diese beiden Störungsbilder weitgehend unabhängig voneinander sind, wobei Rechenschwäche mit einem Zahlenverarbeitungsdefizit, LRS mit einem phonologischen Verarbeitungsdefizit einhergeht (Landerl et al. 2009). Dennoch zeigten auch Kinder mit LRS selektive Defizite bei der Bearbeitung solcher mathematischer Aufgaben, die die Verarbeitung verbaler Information erforderten, wie Abzählen oder mathematischer Faktenabruf (Moll/Göbel/Snowling 2015). Sowohl bei Kindern mit Rechenschwäche als auch mit LRS fanden sich Defizite in allgemeinen kognitiven Fähigkeiten wie dem Arbeitsgedächtnis oder der Verarbeitungsgeschwindigkeit, so dass diese als gemeinsame Risikofaktoren für die Entwicklung einer Lernschwäche gesehen werden können (Willcutt et al. 2013). Kinder mit ADHS hingegen zeigen häufig Beeinträchtigungen beim Abruf mathematischer Fakten, beim Kopfrechnen oder bei Textaufgaben (Tosto et al. 2015). ADHS-Symptomatik und Rechenschwäche scheinen sich trotz teilweiser Überlappung aber überwiegend unabhängig voneinander auf basisnumerische und arithmetische Fertigkeiten auszuwirken (Kuhn et al. im Druck). Diese Befunde unterstreichen, dass bei der Diagnostik einer Rechenschwäche auch die detaillierte Ab-

## 18 Einführung in die Problemlage

klärung weiterer Lernschwierigkeiten und die Erfassung relevanter kognitiver Fähigkeiten notwendig sind.

### *Kernsysteme der Quantitätsverarbeitung*

Nach medizinisch-neurologischer Sichtweise ist für ein Verständnis der Rechenschwäche hilfreich, elementare mathematische Vorläuferfähigkeiten in den Blick zu nehmen. In der Literatur werden allgemein zwei grundlegende kognitive Mechanismen als präverbale »Kernsysteme« der Quantitätsverarbeitung diskutiert (Feigenson et al. 2004): ein System zur approximativen Repräsentation größerer Mengen (»approximate number system« – ANS) sowie eines zur exakten Repräsentation kleiner Mengen (»object tracking system« – OTS). Es wird angenommen, dass die Beeinträchtigung eines oder beider dieser angeborenen Kernsysteme zur Ausbildung einer Rechenschwäche führen kann, da sie in etlichen Entwicklungsmodellen eine wichtige Grundlage für komplexere mathematische Fähigkeiten bilden (s. u.). Eine Beeinträchtigung der Kernsysteme wird auch als *Kerndefizit* bezeichnet (Butterworth et al., 2011).

Mittlerweile konnten etliche Studien zeigen, dass das ANS bei rechenschwachen Kindern beeinträchtigt ist. In einer Studie von Piazza et al. (2010) wurden rechenschwache Kinder sowie unterschiedliche Kontrollgruppen mit einer Mengenvergleichsaufgabe untersucht. Die Mengenvergleichsaufgabe erforderte dabei die Entscheidung darüber, welche von zwei nebeneinander auf dem Computerbildschirm dargebotenen Punktmengen (12–20 bzw. 24–40 Punkte) quantitativ größer war, wobei die quantitative Nähe der beiden gezeigten Punktwolken systematisch variiert wurde. Die Autoren konnten zeigen, dass die im Mittel zehnjährigen rechenschwachen Kinder, insbesondere bei quantitativ näher beieinanderliegenden Punktmengen, etwa dieselbe Präzision zeigten wie fünfjährige Kinder ohne Rechenschwäche. Die Beeinträchtigung des ANS ist bei Rechenschwäche jedoch keinesfalls immer gegeben. So untersuchte eine Studie von Rousselle und Noël (2007), ob sich Kinder mit und ohne Rechenschwäche bei symbolischen (Zahlen) und nichtsymbolischen (Mengen) Vergleichsaufgaben unterschieden. Die Autorinnen fanden zwar erwartungsgemäß Gruppenunterschiede bei einstelligen Zahlenvergleichen, nicht jedoch bei Mengenvergleichen gleicher Größenordnung. Der Befund wurde so interpretiert, dass bei einer Rechenschwäche nicht zwingend jede Art von Mengenrepräsentation beeinträchtigt sein muss. Stattdessen ist laut Rousselle und Noël (2007) bei Rechenschwäche vor allem die Aktivierung einer abstrakten Mengenrepräsentation durch Symbole (Zahlen) beeinträchtigt (Zugangsdefizithypothese). Studien, die anhand früh erfasster, grundlegender numerischer Fertigkeiten die Mathematikleistung in der Grundschule vorhersagen (z. B. Sasanguie et al. 2013), kommen häufig zu demselben Schluss: Insbesondere die Qualität der frühen Zahlenverarbeitung und das Zahlenverständnis, weniger die Unterscheidung und Verarbeitung von nichtsymbolischen Mengen, sind für die Entwicklung mathematischer Kompetenzen bedeutsam.