

**Neuropsychologische Aspekte der Diagnostik
von Kindern mit
umschriebenen Entwicklungsstörungen
schulischer Fertigkeiten**

Dissertation

der Fakultät für Informations- und Kognitionswissenschaften
der Eberhard-Karls-Universität Tübingen
zur Erlangung des Grades eines
Doktors der Naturwissenschaften
(Dr. rer. nat.)

vorgelegt von

Dipl.- Psych. Anja Blender
aus Sigmaringen

Tübingen

2004

Tag der mündlichen Qualifikation:	30.06.2004
Dekan:	Prof. Dr. Ulrich Güntzer
1. Berichterstatter:	Prof. Dr. Bruno Preilowski
2. Berichterstatter:	Prof. Dr. Gudrun Schwarzer (Gießen)

Meinen Eltern gewidmet

DANKSAGUNG

Mein Dank gilt zahlreichen Personen, die mich bei der Entstehung dieser Arbeit unterstützt haben.

Herrn Professor Dr. Bruno Preilowski möchte ich zunächst für die Themenstellung und für die mehrjährige intensive Förderung und Unterstützung dieser Arbeit danken. Die Anregungen, Ratschläge und Diskussionen waren sehr wertvoll. Er ermöglichte mir außerdem persönliche Gestaltungsfreiräume inhaltlicher wie auch zeitlicher Art.

Für die Begutachtung und unterstützende Betreuung der Arbeit danke ich auch Frau Professor Dr. Gudrun Schwarzer.

Allen derzeitigen und ehemaligen Mitgliedern der Arbeitsgruppe Klinische und Experimentelle Neuropsychologie möchte ich für das angenehme, freundschaftliche Arbeitsklima und die anregenden Diskussionen danken. Besonderen Dank spreche ich meinem Kollegen Herrn Dipl. Psych. Michael Wannke für die langjährige gute Zusammenarbeit aus, die fruchtbare fachliche Diskussionen erbrachte und ohne die eine gemeinsame Organisation und Durchführung der Untersuchungen nicht so erfolgreich gelungen wäre. Darüber hinaus danke ich Frau cand. psych. Bärbel Roller, Frau Dipl. Psych. Yolanda Aguilar, Frau cand. psych. Gordana Andjelkovic sowie Frau cand. psych. Anya Horlacher für die tatkräftige Unterstützung bei der Erhebung der Daten, als auch Frau Dr. Höfler-Weber für die hilfreichen Anregungen und freundliche Unterstützung.

Herrn Wolfgang Schmidt gilt ganz besonderen Dank für die professionelle und engagierte formale Überarbeitung der Dissertation. Sowohl für die sorgfältige Überarbeitung in formaler Hinsicht als auch für die konstruktiven Vorschläge inhaltlicher Art möchte ich mich bei Frau Dipl. Psych. Christine Auch, Frau Bärbel Roller, Frau Dipl. Psych. Stefanie Ahrens sowie bei Frau Dr. Christine Schmitz-Salue herzlich bedanken.

Nicht vergessen möchte ich die engagierte Zusammenarbeit mit den Verantwortlichen der vielen Schulen, ohne deren Hilfe die Arbeit kaum zustande gekommen wäre. Ihnen möchte ich meinen Dank ebenso aussprechen wie den vielen Eltern und Kindern, die mit viel Ausdauer und Interesse an der Studie teilnahmen.

Mein ganz persönlicher Dank gilt meinen Freundinnen und Freunden sowie meiner Mutter und meinen Geschwistern, die mich fortwährend mit Zuversicht und Ermutigung begleiteten und mich mit viel Geduld und Verständnis unterstützten.

Tübingen, im Mai 2004

INHALTSVERZEICHNIS

LISTE DER VERWENDETEN ABKÜRZUNGEN	7
EINLEITUNG	8
DEFINITION, DIAGNOSEKRITERIEN, EPIDEMIOLOGIE	10
Umschriebene Entwicklungsstörungen schulischer Fertigkeiten (UES)	10
Lese- und Rechtschreibstörung (Entwicklungsdyslexie)	13
Rechenstörung (Entwicklungsdyskalkulie)	16
Kombinierte Störung schulischer Fertigkeiten	20
ÄTIOLOGISCHE MODELLE, ERWERBSMODELLE, SUBTYPENDIFFERENZIERUNG	21
Lese- und Rechtschreibstörung (Entwicklungsdyslexie)	21
Rechenstörung (Entwicklungsdyskalkulie)	36
Kombinierte Störung schulischer Fertigkeiten	44
KOMORBIDITÄTEN MIT PSYCHIATRISCHEN AUFFÄLLIGKEITEN	51
NEUROPSYCHOLOGISCHE TESTBATTERIEN FÜR KINDER	54
FRAGESTELLUNG	61
METHODIK	64
Untersuchungsaufbau	64
Untersuchungsteilnehmer	64
Gruppenzuordnung	67
Erstgespräch	68
Verfahren zur Bestimmung psychischer Störungen und Verhaltensauffälligkeiten	68
Verfahren zur Bestimmung der Intelligenz	70
Verfahren zur Bestimmung der schulischen Fertigkeiten im Lesen, Rechtschreiben und Rechnen	70
Neuropsychologische Befunderhebung	72
Darstellung des Untersuchungsablaufs	86
Auswertungsverfahren und statistische Prüfgrößen	89
ERGEBNISSE	92
Beschreibung der Stichprobe	92
Neuropsychologische Funktionsbereiche	93

Inhaltsverzeichnis

Unterschiede zwischen Kindern mit Lese- und Rechtschreibstörung und Kontrollkindern	93
Unterschiede zwischen Kindern mit kombinierter Störung schulischer Fertigkeiten und Kontrollkindern	103
Direkter Vergleich zwischen den Testprofilen der Kinder mit Lese- und Rechtschreibstörung und kombinierter Störung schulischer Fertigkeiten	110
Psychopathologische Komorbidität	111
Unterschiede zwischen Kindern mit Lese- und Rechtschreibstörung und Kontrollkindern	112
Unterschiede zwischen Kindern mit kombinierter Störung schulischer Fertigkeiten und Kontrollkindern	114
Direkter Vergleich zwischen den Testprofilen der Kinder mit Lese- und Rechtschreibstörung und kombinierter Störung schulischer Fertigkeiten	116
Unterschiedliche Sprachsysteme	118
DISKUSSION	122
Entwicklungsneuropsychologische Symptome von umschriebenen Entwicklungsstörungen schulischer Fertigkeiten	122
Emotionale und Verhaltensauffälligkeiten bei umschriebenen Entwicklungsstörungen schulischer Fertigkeiten	130
Validierung des Klassifikationskonzeptes der umschriebenen Entwicklungsstörungen schulischer Fertigkeiten	133
Validierung des verwendeten neuropsychologischen Untersuchungsverfahrens	139
Schlussfolgerungen und Ausblick	146
ZUSAMMENFASSUNG	151
LITERATURVERZEICHNIS	153
ANHANG	179
A. 1. Aufgabenbeschreibung, Instruktion, Testablauf und Auswertung des eingesetzten neuropsychologischen Untersuchungsverfahrens in enger Anlehnung an die Konzeption der NEPSY	179
A. 2. Tabelle 1. Interkorrelationsmatrix der Untertests des neuropsychologischen Untersuchungsverfahrens (KG, n=29)	207
A. 3. Tabelle 2.1. Korrelationen zwischen neuropsychologischen Leistungen und schulischen Leistungen (KG, n=29)	209
A. 4. Tabelle 2.2. Korrelationen zwischen neuropsychologischen Leistungen und schulischen Leistungen (LRS, n=29)	210

LISTE DER VERWENDETEN ABKÜRZUNGEN

AD	Arithmetic Disabilities; Kinder mit Rechenstörung (ICD-10, F81.2), Dyskalkulie, Entwicklungsdyskalkulie
ADHD	attention-deficit hyperactivity disorder
AWMF	Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften. Bezug: Dt. Gesellschaft für Kinder- und Jugendpsychiatrie und Psychotherapie u.a. (Hrsg.): Leitlinien zur Diagnostik und Therapie von psychischen Störungen im Säuglings- und Jugendalter. Deutscher Ärzte Verlag, Köln, 2000
BPPD	basic phonological processing disabilities
CBCL 4-18	Elternfragebogen über das Verhalten von Kindern und Jugendlichen (Arbeitsgruppe Deutsche Child Behavior Checklist, 1998, deutsche Fassung der Child Behavior Checklist, Achenbach, 1991)
CFT 20	Grundintelligenztest Skala 2 (Weiß, 1997)
DEF	Diagnostischer Elternfragebogen (Dehmelt, Kuhnert, Zinn, 1974). Beziehungen zwischen Verhaltensauffälligkeiten und biographischen Daten
DISYPS-KJ	FBB-HKS: Elternfragebogen, Diagnostik-System für psychische Störungen im Kindes- und Jugendalter nach ICD-10/DSM-IV; Döpfner & Lehmkuhl, 2000): Hyperkinetische Störungen
DSM-IV	Diagnostischen und Statistischen Manual psychischer Störungen (APA, 1996)
HAWIK-III	Hamburg-Wechsler Intelligenztest für Kinder III (Tewes, Rossmann & Schallberger, Hrsg., 2000)
ICD-10	Internationale Klassifikation psychischer Störungen, Kapitel V (WHO, dt. Übersetzung von Dilling, Mombour & Schmidt, 1993)
KG, NC	Kontrollgruppe (nonclinical children)
LD	learning disabilities
NEPSY	A developmental neuropsychological assessment (Korkman, Kirk & Kemp, 1998)
NLD	syndrome of non-verbal learning disabilities
RAD	Reading and Arithmetic Disabilities; Kinder mit einer kombinierten Störung schulischer Fertigkeiten (ICD-10, F81.3)
RD	Reading Disabilities; Kinder mit Lese- und/ oder Rechtschreibstörungen (ICD-10, F81.0/1), Dyslexie, Entwicklungsdyslexie
SLRT	Salzburger Lese- und Rechtschreibtest. Verfahren zur Differentialdiagnose von Störungen des Lesens und Schreibens für die 1. bis 4. Schulstufe (Landerl, Wimmer & Moser, 1997)
UES	Umschriebene Entwicklungsstörungen schulischer Fertigkeiten
WISC	Wechsler Intelligence Scale for Children (Wechsler, 1991)
ZAREKI	Neuropsychologische Testbatterie für Zahlenverarbeitung und Rechnen bei Kindern (von Aster, 2001)

EINLEITUNG

Untersuchungen in verschiedenen Ländern mit unterschiedlichen Bildungssystemen weisen übereinstimmend darauf hin, dass 10-15% aller Grundschul Kinder von schwerwiegenden, behandlungsbedürftigen Lernstörungen betroffen sind (Gaddes & Edgell, 1994). Diese Gruppe von Kindern wird daher eine immer dringender werdende Herausforderung für die pädiatrische Neuropsychologie. Ziel der vorliegenden Arbeit ist, ein neuropsychologisches Profil dieser Kinder zu erarbeiten und so eine Grundlage für die Diagnostik und Therapie von Lern- und Schulleistungsstörungen zu schaffen.

Lese- und Rechtschreibstörungen¹ und Rechenstörungen sind als Entwicklungsstörungen definiert, die umschriebene Beeinträchtigungen in der Entwicklung der Lese- und Rechtschreibfertigkeiten bzw. Rechenfertigkeiten beinhalten (F81 „Umschriebene Entwicklungsstörungen schulischer Fertigkeiten“, UES). Laut Definition der WHO (1993) werden diese Störungen nicht durch Defizite in der allgemeinen Intelligenz, mangelnde Lerngelegenheit oder sensorische Schwächen erklärt. Bei Kindern mit UES wird jedoch häufig beobachtet, dass assoziierte Defizite, wie z.B. im Spracherwerb, in der motorischen Koordination, in visuell-räumlichen Fertigkeiten oder im Bereich der Aufmerksamkeit und des Gedächtnisses, auftreten (Bishop et al., 1996; Eden et al., 1996a; Gross-Tsur et al., 1995; Kaplan et al., 1998; Nicolson et al., 1999; Willcutt et al., 2000). Wegen der hohen Prävalenz der Störung und aus Interesse an den angenommenen zugrunde liegenden Mechanismen werden Forschungsarbeiten unter linguistischen, pädagogischen, kognitionspsychologischen, neuropsychologischen und neurophysiologischen Gesichtspunkten durchgeführt. Nach dem derzeitigen Stand der Forschung kann als gesichert gelten, dass Schwächen in den genannten Schulleistungsbereichen kein ausreichendes Charakteristikum der Lese-, Rechtschreib- und Rechenstörung sind, sondern zusätzliche Beeinträchtigungen existieren. Angenommen wird eine Interaktion zwischen biologischen, pädagogischen und sozio-kulturellen Faktoren und der individuellen Entwicklung von Gehirn und Verhalten.

Obwohl man bei umschriebenen Entwicklungsstörungen schulischer Fertigkeiten von einer andersartigen Entwicklung des zentralen Nervensystems ausgeht, die den normalen Erwerb und die Leistungen im Lesen, Schreiben und/ oder Rechnen und anderen damit verbundenen kognitiven Funktionen beeinflusst, ist zu berücksichtigen, dass die umschriebenen Entwicklungsstörungen des Lesens und Schreibens nur in einer literarischen Kultur Ausdruck finden (s. F81 Klassifikation der „Fertigkeiten“). Das bedeutet, dass das Auftreten einer Lese- und Rechtschreibstörung neben einer

¹ Im Folgenden wird zur sprachlichen Vereinfachung auf die korrekte Bezeichnung „Lese- und/ oder Rechtschreibstörung“ verzichtet. Der Begriff „Lese- und Rechtschreibstörung“ impliziert die Diagnose Lese- und Rechtschreibstörung (F81.0) oder isolierte Rechtschreibstörung (F81.1).

kognitiven Disposition der Betroffenen auch durch die Anforderungen im Lesen und Schreiben in einer bestimmten Entwicklungsphase des Kindes mitbestimmt wird, die die individuelle Unterrichtung und Möglichkeiten der Kompensation mit einschließen (Snowling, 2001a). Inwieweit das Phänomen der Rechenstörung in seinen neuropsychologischen, kognitiven und sozialen Begleiterscheinungen mit dem des gestörten Schriftspracherwerbs parallel gesetzt werden kann, wird diskutiert. Ein Interesse für die Komorbidität mit psychischen Störungen zeichnet sich gleichermaßen in der Forschung ab, die sich sowohl mit Lese-, Rechtschreib- als auch mit Rechenstörungen beschäftigt.

Da sich aus den diversen Forschungshypothesen eine Vielfalt zugrundeliegender Besonderheiten in der kognitiven Verarbeitung ergeben, soll das neuropsychologische Profil von Kindern mit UES mittels eines neuropsychologischen Untersuchungsverfahrens für Kinder und Jugendliche untersucht werden. In der vorliegenden Arbeit wird dazu ein Screeningverfahren zusammengestellt, das sich eng an die Konzeption der NEPSY („A Developmental Neuropsychological Assessment“, Korkman, Kirk & Kemp, 1998) anlehnt. Es umfasst Aufgaben zur Überprüfung von Aufmerksamkeits- und Exekutivfunktionen, Sprachfunktionen, visuoräumlicher Verarbeitung, sensorischen Funktionen sowie Lern- und Gedächtnisfunktionen. Ein Vergleich der neuropsychologischen Profile zwischen den Gruppen von Kindern mit Lese- und Rechtschreibstörung und/ oder Rechenstörung und den jeweiligen parallelisierten Kontrollgruppen soll primär dazu dienen, Erkenntnisse über neuropsychologische Erklärungsmodelle zur Entstehung der jeweiligen Lernstörungen zu gewinnen und mögliche Risikofaktoren für den Erwerb des Lesens, Schreibens oder Rechnens zu identifizieren. Diese könnten dann als spezifische diagnostische Kriterien für umschriebene Entwicklungsstörungen schulischer Fertigkeiten Gültigkeiten besitzen und von therapeutischer Relevanz sein.

DEFINITION, DIAGNOSEKRITERIEN, EPIDEMIOLOGIE

UMSCHRIEBENE ENTWICKLUNGSSTÖRUNGEN SCHULISCHER FERTIGKEITEN (UES)

Lese- und Rechtschreibstörungen und Rechenstörungen werden in dem international gebräuchlichen Diagnosesystem ICD-10 (Dilling et al., 1993) als umschriebene Entwicklungsstörungen schulischer Fertigkeiten klassifiziert. Sie beruhen auf der Konzeption des umschriebenen Entwicklungsrückstandes auf der Grundlage des multiaxialen Klassifikationsschemas für psychische Erkrankungen im Kindes- und Jugendalter. Eine nahezu identische Beschreibung findet sich im Diagnostischen und Statistischen Manual psychischer Störungen (DSM-IV, APA, 1996) unter der Klassifikation von Lernstörungen („Learning Disorders“, vormals „Academic Skills Disorders“). Hierzu zählen Lesestörungen (Reading Disorder), Störungen des schriftsprachlichen Ausdrucks (Disorders of Written Expression) sowie Rechenstörungen (Mathematics Disorder).

Als umschriebene Entwicklungsstörungen schulischer Fertigkeiten (im Folgenden mit UES beschrieben) werden Leistungsdefizite in begrenzten Funktionsbereichen bezeichnet, die nicht direkt Folge einer allgemeinen Intelligenzminderung, eines Mangels an Lerngelegenheit, emotionaler Störungen, unkorrigierter Seh- oder Hörstörungen oder anderer grundlegender neurologischer Erkrankungen sein dürfen. Man geht vielmehr davon aus, dass diese Störungsgruppe mit spezifischen und deutlichen Beeinträchtigungen des Erlernens schulischer Fertigkeiten „von Beeinträchtigungen der kognitiven Informationsverarbeitung herrühren, die größtenteils auf einer biologischen Fehlfunktion beruhen“ (ICD-10, S. 270). Es werden primär Beziehungen zur biologischen Reifung angenommen, „welche mit nicht-biologischen Faktoren (wie etwa Gelegenheit zum Lernen und Qualität des Unterrichts) zusammenwirken und so die Symptome erzeugen“ (S. 272). Nach dem DSM-IV (1996) gehen den Lernstörungen möglicherweise Abnormalitäten in der kognitiven Verarbeitung (z.B. Defizite in der visuellen Wahrnehmung, in linguistischen Prozessen, in der Aufmerksamkeit oder im Gedächtnis, oder einer Kombination davon) voraus oder stehen mit ihnen in Zusammenhang. Obwohl genetische Prädisposition, perinatale Verletzungen und zahlreiche neurologische oder andere Erkrankungen mit der Entwicklung von Lernstörungen häufig assoziiert sind, müssen Lernstörungen nicht notwendigerweise auftreten. Andererseits gibt es auch Betroffene, die keine solche Vorgeschichte aufweisen (S.47).

Dieser Definition der UES, die weitgehend mit dem Konzept der Teilleistungsschwächen (Graichen, 1979) übereinstimmt, liegt eine Normalitäts- und eine Diskrepanzannahme zugrunde. Die Normalitätsannahme beinhaltet, dass Kinder mit UES über eine normale Intelligenz verfügen und keine Sinnesschädigung oder umschriebene neurologische Störung aufweisen. Darüber hinaus dürfen eventuell bestehende emotionale Probleme nur Folge der Störung sein. Die Diskrepanzannahme fordert eine bedeutende Differenz zwischen dem allgemeinen Leistungsniveau und der spezifischen Teilleistung bzw. zwischen den aufgrund von Intelligenz und Lerngeschichte zu er-

wartenden und den realisierten Leistungen. Ein weiteres diagnostisches Kriterium ist, dass die Störung von Anfang an besteht und nicht später in der Schullaufbahn erworben wird (ICD-10, S. 273).

Die umschriebenen Entwicklungsstörungen schulischer Fertigkeiten sind häufig assoziiert mit anderen klinischen Syndromen wie Aufmerksamkeitsstörungen, affektiven Störungen oder Störungen des Sozialverhaltens oder umschriebenen Entwicklungsstörungen motorischer Funktionen oder des Sprechens und der Sprache (ICD-10, S. 272; DSM-IV). Untersuchungen zeigen (Esser, 1991; Esser et al., 2002), dass umschriebene Entwicklungsstörungen - insbesondere Lese- und Rechtschreibstörungen - langfristige negative Auswirkungen auf das Selbstbild und das soziale Verhalten haben können. Entsprechend werden im DSM-IV Demoralisierung, niedriger Selbstwert und defizitäre soziale Fertigkeiten in Verbindung mit Lernstörungen genannt. Umschriebenen Entwicklungsstörungen wird eine hohe Bedeutung für Schulleistungsprobleme und meist sekundär auch für psychische Störungen zugeschrieben (Schmidt & Esser, 2000). Auf alle Arten von Lernstörungen bezogen wird eine Komorbidität mit externalisierenden und internalisierenden Verhaltensstörungen von 40-50% angegeben (Prior, 1996). Besondere Auffälligkeiten werden im dissozialen Bereich festgestellt (Esser, 1991). Amerikanische Studien berichten von einer Schulabbruchquote von 40% bei Kindern und Jugendlichen mit Lernstörungen. Erwachsene Betroffene haben bedeutsam mehr Schwierigkeiten im Arbeitsleben und in der sozialen Anpassung. Entsprechende Ergebnisse fand Esser (1991) in einer deutschen epidemiologischen Längsschnittstudie, die einen signifikant schlechteren Schulerfolg bei Kindern mit UES im Vergleich zu Kindern mit normaler Begabung aufweist. Erwartungsgemäß war der Anteil arbeitsloser Jugendlicher (12% vs. 4%) und Jugendlicher ohne Ausbildung (16% vs. 6%) signifikant höher.

Es herrscht derzeit zwar Einigkeit über die nachhaltigen und umfassenden negativen Konsequenzen von UES im psycho-affektiven, sozialen und beruflichen Bereich, die Definitionskriterien dieses Störungsbildes sind jedoch unterschiedlich. So existiert innerhalb eines Klassifikationssystems in der Anwendung der Definition des Störungsbildes ein diagnostischer Spielraum, was u.a. zu schwankenden Prävalenzangaben führt. Und dies ungeachtet der Tatsache, dass für jede umschriebene Lernstörung, wie auch für ihre Kombinationen, ein multiaxiales Vorgehen (MAS Remschmidt et al., 2001) vorausgesetzt wird (Warnke, 1999; Warnke & Roth, 2000; Dilling et al., 1991) und diese empfohlenen Leitlinien auch im diagnostischen Prozess zur detaillierten Informationsgewinnung umgesetzt werden sollten (Döpfner et al., 2000). Eine multiaxiale Klassifikation umfasst neben der üblicherweise hauptsächlich auf Achse II und III vorgenommenen Diagnostik der umschriebenen Entwicklungsstörungen und des Intelligenzniveaus zusätzlich die Untersuchung des klinisch-psychiatrischen Syndroms (Achse I), der körperlichen oder neurologischen Symptomatik (Achse IV) und assoziierter psychosozialer Umstände (Achse V). Somit können alle anderen Lese-, Rechtschreib- oder Rechenschwierigkeiten, die sich aus Erkrankungen ergeben, die den Achsen I, IV und V zugeordnet sind, differentialdiagnostisch von UES abgegrenzt werden.

Weiterhin liegen den international gebräuchlichen Klassifikationen keine einheitlichen Konzepte der umschriebenen Entwicklungsstörungen zugrunde. Im Unterschied zum Störungskonzept in Deutschland wurde in den USA bereits sehr früh eine explizit neuropsychologische Perspektive in der Definition der wesentlich weiter gefassten Lernstörungen eingenommen. In Anlehnung an die Canadian Association for Children and Adults with Learning Disabilities (National Joint Committee on Learning Disabilities, 1981) wird der Begriff Lernstörung wie folgt definiert:

„Der Begriff Lernstörung ist ein Gattungsname, der sich auf eine sehr unterschiedlich zusammengesetzte Gruppe von Störungen bezieht, die mit nachweisbaren oder vermuteten Funktionsstörungen des Zentralnervensystems im Zusammenhang stehen. Diese Störungen können sich entweder in einem Zurückbleiben der frühkindlichen Entwicklungsschritte und/ oder Schwierigkeiten auf irgendeinem der folgenden Gebiete manifestieren: Aufmerksamkeit, Gedächtnis, Denken, Koordination, Kommunikation, Lesen, Schreiben, Rechtschreibung, Rechnen, gesellschaftliches Zusammenleben und Reifung. Lernstörungen sind anlagebedingt und können das Lernvermögen und Verhalten eines jeden Menschen - unabhängig von einer potentiell unterdurchschnittlichen, durchschnittlichen oder überdurchschnittlichen Intelligenz - in Mitleidenschaft ziehen. Lernstörungen sind primär nicht auf Beeinträchtigungen des Sehens, des Hörens oder der Motorik, auf ein geistiges Zurückbleiben, eine emotionale Störung oder ungünstige Umweltbedingungen zurückzuführen, obwohl sie gemeinsam mit jeder dieser Beeinträchtigung auftreten können. Lernstörungen können von Genveränderungen, biochemischen Faktoren, Ereignissen während der Schwangerschaft und der Geburt oder jedem anderen Ereignis stammen, das zu einer Beeinträchtigung des Nervensystems führt.“

Eine aktualisierte Version der Definition von Lernstörungen (NJCLD, 1988) greift neben den diagnostischen Leitlinien, wie sie auch im deutschen Klassifikationssystem gültig sind, Erweiterungen im neuropsychologischen Verständnis von Lernstörungen auf. Diese umfassen unterschiedliche neurogene Ursachen (angeboren und erworben) und schließen auch die sozialen Auswirkungen spezifischer Lernstörungen ein:

„Der Begriff Lernstörungen stellt eine Gattungsbezeichnung für eine überaus heterogene Gruppe von Störungen dar, die durch beträchtliche Schwierigkeiten im Erlernen und Anwenden des Hörens, Sprechens, Lesens, Schreibens, Denkens oder des Rechnens gekennzeichnet ist. Diese Störungen liegen in der betroffenen Person selbst begründet, sie gehen vermutlich auf eine Dysfunktion des zentralen Nervensystems zurück und sie können im Verlauf der gesamten Lebensspanne auftreten. Zusätzlich können Schwierigkeiten der selbstkontrollierten Verhaltenssteuerung, der sozialen Wahrnehmung oder der sozialen Interaktion auftreten, die jedoch die Lernstörung nicht verursachen. (...)“ (NJCLD, 1991, zit. nach Teeter & Semrud-Clikeman, 1997, S.154).

In den folgenden Kapiteln werden für eine detaillierte Beschreibung der Dyslexie und Dyskalkulie die jeweiligen diagnostischen Leitlinien und Erscheinungsbilder im Sinne einer wissenschaftlich-klassifikatorischen Unterscheidung zwischen beiden Störungsgruppen getrennt angeführt.

LESE- UND RECHTSCHREIBSTÖRUNG (ENTWICKLUNGSDYSLEXIE)

Zu einer thematisch umschriebenen Entwicklungsstörung zählt die Lese- und Rechtschreibstörung. Unter dieser Symptomgruppe werden spezifische und deutliche Beeinträchtigungen des Lesens und Schreibens verstanden, die eine signifikante Diskrepanz zum höheren Intelligenzniveau und zu besseren Lernleistungen in den sonstigen Unterrichtsfächern darstellen und die nicht durch Intelligenzdefizite, mangelnde Lerngelegenheit (mangelnde Übung oder unzureichende Förderung) sowie körperliche und neurologische Ursachen hervorgerufen sein dürfen (Warnke & Roth, 2000). Da der Erwerb der Lese- und Rechtschreibfähigkeit in der Grundschule erfolgt, handelt es sich bei der Lese- und Rechtschreibstörung um eine schulbezogene Lernstörung.

Das Klassifikationsschema der ICD-10 nimmt unter den umschriebenen Entwicklungsstörungen schulischer Fertigkeiten in Bezug auf die Lese- und Rechtschreibstörungen lediglich eine Unterscheidung in eine kombinierte Lese- und Rechtschreibstörung (F81.0, in der Originalversion „specific reading disorder“) und in eine isolierte Rechtschreibstörung (F81.1) vor. In F81.0 wird davon ausgegangen, dass Lesestörungen häufig mit Rechtschreibstörungen einhergehen. Während in der späteren Kindheit und im Erwachsenenalter Fortschritte in der Lesefähigkeit gemacht werden, persistieren die Rechtschreibprobleme häufig. Im Unterschied dazu nimmt das DSM-IV bei Schulleistungsstörungen eine Trennung zwischen einer Lesestörung (315.00) und einer Störung des schriftlichen Ausdrucks (315.2) vor. In der letztgenannten Störung ist die Störung des schriftlichen Ausdrucks und nicht das Vorhandensein von Lese- und Rechtschreibfehlern oder graphomotorischen Schwächen diagnostisch entscheidend. Es treten Schwierigkeiten beim Verfassen schriftlicher Texte auf: Beim Niederschreiben kommt es zu grammatikalischen Fehlern, Fehlern der Interpunktion, Rechtschreibfehlern und graphomotorischen Unzulänglichkeiten. Das Vorkommen einer ausschließlich auf das Lesen bezogenen Beeinträchtigung („Reading Disorder“) wird im DSM-IV anerkannt und auch besonders eingehend in der englischsprachigen Literatur behandelt. Eine mögliche Erklärung für die Vernachlässigung der beeinträchtigten Rechtschreibung ist seine mangelnde klinische Relevanz, da es als nicht behandlungsbedürftiges Symptom betrachtet wird.

Das Störungsbild der Dyslexie wurde erstmalig 1968 (Word Federation of Neurology, WFN) festgelegt: „(Dyslexia is) a disorder manifested by difficulty in learning to read despite conventional instruction, adequate intelligence and sociocultural opportunity. It is dependent upon fundamental cognitive disabilities which are frequently of constitutional origin.“ Diese Definition birgt jedoch Schwierigkeiten in sich, insofern als sie über Ausschlusskriterien, die zudem noch vage determiniert sind, festgelegt wird. Später hinzugenommen wurde eine Reihe positiver diagnostischer Symptome wie assoziierte Sprech- und Sprachschwierigkeiten, visuell-perzeptuelle Defizite sowie typische Merkmale, die bei Lese- und Rechtschreibschwierigkeiten auftreten (Critchley & Critchley, 1978; Miles, 1983). Das Fehlen objektiver Kriterien für die Diagnosestellung führte letztendlich dazu, dass die Definition der WFN abgelöst wurde (s. Snowling, 2001a).

Heute werden in der Mehrzahl der deutschen Studien die Leistungen von Kindern mit Schwierigkeiten im Lesen und/ oder Schreiben untersucht, deren allgemeines Intelligenzniveau diskrepanz höher liegt als ihre schriftsprachlichen Leistungen. Für eine Berücksichtigung der Korrelation von Rechtschreibung bzw. Lesen und Intelligenz, die im Mittel bei 0.4 angenommen wird, plädieren Schulte-Körne et al. (2001) und berechnen auf der Grundlage eines Regressionsansatzes kritische Prozentrangwerte für die Lese-, Rechtschreibleistung in Abhängigkeit von der gemessenen Intelligenz. Auch in der englischsprachigen Forschungsliteratur hat das Regressionsmodell zwischenzeitlich bei der Dyslexiediagnostik Einzug gehalten (Evans, 1990).

Vorteil dieses Modells gegenüber dem einfachen IQ-Diskrepanzmodell ist, dass Verzerrungen in den Extrembereichen der Verteilung der Rechtschreib- oder Leseleistung vermieden werden, so dass bei überdurchschnittlicher Intelligenz eine höhere und für unterdurchschnittliche Intelligenz eine niedrigere Diskrepanz zum Erfüllen des Kriteriums notwendig ist (Schulte-Körne et al., 2001, S. 114). Darüber hinaus sind in dem Regressionsmodell neben einem Regressionskriterium (1,5 Standardabweichungen) das IQ-Kriterium ($IQ > 70$) enthalten, das unterdurchschnittliche Intelligenz ausschließt. Dies beruht auf der Annahme, „dass Rechtschreib- bzw. Lese Probleme bei geistig behinderten Kindern einen anderen Stellenwert haben und andere therapeutische Maßnahmen erfordern als bei durchschnittlich intelligenten Kindern“ (S.114). Des Weiteren werden Lese-, Rechtschreibleistungen im Normbereich ausgeschlossen ($PR > 16$), da zwar auf der Grundlage des Diskrepanzmodells bei einem überdurchschnittlichen Kind ein individuelles Defizit auf hohem Niveau bestehen kann, die schriftsprachliche Leistung jedoch nicht als therapiebedürftige Störung interpretiert werden kann.

Die Diskrepanzannahme bei Dyslexie ist dennoch nicht unumstritten. Die Kritik basiert auf folgenden Annahmen: Nach Stanovich (1991) ist der IQ ein generelles Intelligenzmaß, das Fähigkeiten in verbalen und non-verbalen Funktionsbereichen umfasst. Der verbale IQ, u.a. erfasst durch Wortverständnis und verbales Konzeptwissen, korreliert in der Gesamtpopulation stärker mit Lesefertigkeiten als der Performanz-IQ. Folglich zeigen weniger Kinder diskrepanzdefinierte Leseschwierigkeiten in Bezug auf den verbalen IQ im Vergleich zum Performanz-IQ, der v.a. visuell-räumliche Fertigkeiten und perzeptuelle Verarbeitungsprozesse erfasst (Bishop & Butterworth, 1980). Des Weiteren ist davon auszugehen, dass bei schwachen Lesern ein Abfall der verbalen Fertigkeiten als Konsequenz ihrer reduzierten Leseerfahrung vorliegt (Stanovich, 1986). Folglich kann der verbale IQ spezifische Merkmale bei Kindern mit Lese- und Rechtschreibstörung maskieren. Der traditionelle Schwerpunkt statistischer diagnostischer Kriterien birgt die Gefahr auf der Grundlage des Diskrepanzmodells, Kinder mit Leseschwierigkeiten zu übersehen, wenn gleichzeitig relativ schwach verbale Fertigkeiten vorliegen (Snowling, 2001a). Das Konzept der Subtypisierung mit ihren möglichen Diagnosekriterien ist bislang nicht hinreichend geklärt (s. Fletcher et al., 1997; Shaywitz et al., 1996a; Francis et al., 1996; Morris et al., 1998; Stanovich et al., 1997).

Vor dem Hintergrund dieser kritischen Diskussion über die Diskrepanzdefinition formulierte die Orton Dyslexia Society (heute International Dyslexia Association, USA, 1994) eine diagnostische Definition, die den Diskrepanzansatz zwar aufrecht erhält, jedoch zusätzlich die Spezifität des Symptoms und seine Ätiologie präzisiert:

„Dyslexia is one of several distinct learning disabilities. It is a specific language-based disorder of constitutional origin characterised by difficulties in single word decoding, usually reflecting insufficient phonological processing abilities. These difficulties in single-word decoding are often unexpected in relation to age or other cognitive abilities; they are not the result of generalised developmental disability or sensory impairment. Dyslexia is manifested by a variable difficulty with different forms of language, including, in addition to a problem with reading, a conspicuous problem with acquiring proficiency in writing and spelling.“

Eine weitere hier implizierte Annahme betrifft das fehlende Symptom der Defizite im Leseverständnis, die eine kritische Unterscheidung zwischen Kindern mit Dyslexie und jenen mit globaleren Sprachschwierigkeiten vornimmt. Stanovich (1991) berichtet bei Kindern mit Dyslexie von einer Diskrepanz zwischen Hör- und Leseverständnis.

Prävalenzschätzungen in Anlehnung an die ICD-Forschungskriterien ergeben, dass bei 3,7% aller untersuchten Kinder eine Lese- und Rechtschreibstörung und kein Fall einer isolierten Rechtschreibstörung gefunden wurde (Esser, 1994). In einer repräsentativen Inanspruchnahmepopulation fanden sich bei 8% der Patienten Lese- und Rechtschreibschwächen (Remschmidt & Walter, 1989). Klicpera und Gasteiger-Klicpera (1993) belegen in Längsschnittuntersuchungen in einer Schülerstichprobe, dass 10-15% im Grundschulalter im Lesen oder Rechtschreiben mindestens eine Jahrgangsstufe rückständig sind. Die Prävalenzen für Lesestörungen werden im englischsprachigen Raum zwischen 3,1% und 8% angegeben (Lewis et al., 1994; Shaywitz et al., 1990, 1992; Yule et al., 1974). Schwankungen in Prävalenzschätzungen liegen auch innerhalb eines Sprachsystems vor. Diese sind einerseits auf die Zusammensetzung der Stichproben, d.h. dass höhere Werte in klinischen Inanspruchnahmepopulationen zu erwarten sind, Umweltfaktoren (städtischer, ländlicher Lebensraum) oder Auswahl der Testverfahren (Tests zur Überprüfung der Lesegenauigkeit, Leseverständnisses) zurückzuführen. Andererseits wird im klinisch-diagnostischen Prozess auf die Operationalisierung von Forschungskriterien zurückgegriffen, die z.T. eindeutige Leitlinien für die Praxis vermissen lassen. Insgesamt wird bei Lese- und Rechtschreibstörungen häufig eine Geschlechterverschiebung zu Ungunsten der Jungen festgestellt.

Aufgrund der definitorischen Unschärfen und ungleicher Kriterien katamnestic Studien lassen sich nur Näherungswerte hinsichtlich der Prognose nennen. Die Wiener Längsschnittstudie (Klicpera & Gasteiger-Klicpera, 1993) belegt, dass das Niveau der Lese- und Rechtschreibentwicklung eines Schülers hochgradig stabil erscheint: Schülern mit schwergradigen Lese- und Rechtschreibschwierigkeiten gelingt es nur in 5-10% ein normales Leistungsniveau noch in der Grundschulzeit zu erreichen. Schüler mit

Lese- und Rechtschreibstörung verbessern sich absolut in der Lese- und Rechtschreibleistung. Sie bleiben jedoch relativ im Vergleich zu ihren Mitschülern ohne Schriftsprachstörung immer weiter zurück. Shaywitz et al. (1992, 1999) zeigen in einer im amerikanischen Sprachraum angelegten Längsschnittstudie, dass unter den Schülern, bei denen im ersten Schuljahr eine Dyslexie diagnostiziert wurde, 80% eine gute Prognose hatten. Jedoch zeigten diejenigen Schüler, die in der fünften Klasse immer noch eine Dyslexie aufwiesen, dass sie ihre Schwierigkeiten im Lesen auch im neunten Schuljahr noch nicht überwunden hatten. Dieser Befund unterstützt die Annahme einer schwer zu kompensierenden Fehlentwicklung in den Voraussetzungen, die für den Erwerb des Lesens und Schreibens notwendig sind.

Das Störungsbild des Lesens umfasst nach ICD-10 Auslassungen, Ersetzungen, Verdrehungen und Hinzufügungen von Worten oder Wortteilen, eine niedrige Lesegeschwindigkeit, Startschwierigkeiten beim Vorlesen, langes Zögern oder Verlieren der Zeile im Text, ungenaues Phrasieren, Vertauschen von Wörtern im Satz oder von Buchstaben in den Wörtern sowie Defizite im Leseverständnis.

Das Störungsbild des Rechtschreibens stellt sich in der deutschen Schriftsprache in Form von folgenden Rechtschreibfehlern dar: Reversionen (Verdrehungen von Buchstaben im Wort: b-d, p-q, u-n), Reihenfolge- oder Sukzessionsfehler (Umstellungen von Buchstaben im Wort wie z.B. die-dei), Auslassung von Buchstaben oder Wortteilen (auch-ach), Einfügungen falscher Buchstaben, Regelfehler (z.B. Dehnungsfehler, Fehler in Groß- und Kleinschreibung), sogenannte „Wahrnehmungsfehler“ (Verwechslung von b-p, d-t, g-k) und eine Fehlerinkonstanz, d.h. dasselbe Wort wird immer wieder unterschiedlich fehlerhaft geschrieben. Entscheidend sind ausschließlich die Rechtschreibfehler und nicht graphomotorische Schwächen.

RECHENSTÖRUNG (ENTWICKLUNGSDYSKALKULIE)

Eine weitere thematisch umschriebene Lernstörung, die in der vorliegenden Arbeit von Interesse ist, liegt im Bereich des Rechnens. Diese Gruppe von Schulleistungsstörungen wird in der ICD-10 als Rechenstörung (F81.2), im DSM-IV als entwicklungsbezogene Rechenstörung (315.1 „Mathematics Disorder“) bezeichnet. Schwierigkeiten im Erwerb des Rechnens werden in der neuropsychologischen Literatur als Dyskalkulie und im anglo-amerikanischen Sprachraum als „arithmetic disabilities“ oder „mathematical disabilities“ bezeichnet und vereinzelt auch unter dem Syndrom der „Non-verbal Learning Disabilities“ (Rourke, 1989) subsumiert.

Anders als die Lese- und Rechtschreibstörungen blieben Teilleistungsstörungen, die sich auf mathematische Operationen beziehen, innerhalb des Schulalltags, der Forschung und der pädiatrischen Neuropsychologie bislang kaum berücksichtigt. Es liegen wenige gesicherte Erkenntnisse über Prävalenz, Ätiologie, Nosologie, Korrelate und Prognose vor (s. Esser & Wyschkon, 2000, S. 421ff; Gaddes & Edgell, 1994; Prior, 1996; Teeter & Semrud-Clikeman, 1997, S. 165ff). Als Grund für die bisherige Vernachlässigung umschriebener Rechenstörungen vermutet Prior (1996), dass Schwie-

rigkeiten im Erlernen mathematischer Operationen für Kinder weniger stigmatisierend sind als etwa Lese- und Rechtschreibstörungen. Dies könnte auf die Tatsache zurückgeführt werden, dass es sozial akzeptierter ist, Schwächen im numerischen Bereich als in den Lesefertigkeiten zu zeigen (O'Hare et al., 1991). Die Konsequenzen einer Lesestörung für die schulische und berufliche Laufbahn und auch für die „kulturelle Adaptation“ (s. Temple, C., 1998) scheinen schwerwiegender zu sein, da sie im Vergleich zu Rechenstörungen sehr viel mehr Lern- und Leistungsbereiche tangiert. Des Weiteren blieben Rechenstörungen im Vergleich zu anderen Entwicklungsstörungen u.a. auch aufgrund fehlender standardisierter Testverfahren häufig längere Zeit unbemerkt.

Die Tatsache, dass Rechenstörungen lange Zeit nicht als kognitive Störung betrachtet wurden, die den normalen Erwerb von arithmetischen Fertigkeiten beeinträchtigt, kann zudem darauf zurückgeführt werden, dass Rechnen als Schulfach aufgrund seiner strengen Regelmäßigkeit für viele Schüler extrem angstbesetzt ist. Dies hat zur Folge, dass Erklärungsmodelle allgemeine Lern-, Leistungs- und Persönlichkeitsmerkmale miteinbeziehen.

„Bedingt durch seine absolute und kompromisslose Struktur und Funktion, scheint das Rechnen bei Schülern wesentlich mehr Angst auszulösen als das Lesen, Schreiben oder Turnen. Beim Rechnen wird das Kind mit starren Regeln konfrontiert und wer diesen Anforderungen nicht gewachsen ist, hat versagt“ (Gaddes & Edgell, 1994, S.421; Übersetzung durch Heubrock & Pe-termann, 2000).

Störungen beim Erwerb der Rechenfertigkeiten wurden lange Zeit auch nicht als thematisch umschriebene Beeinträchtigungen betrachtet, sondern vielmehr als ein allgemeines Intelligenzdefizit, das ein logisch-schlussfolgerndes Denken zum Begreifen mathematischer Zusammenhänge erschwert (Fritz & Stratmann, 1994). Die Diagnose einer Rechenstörung impliziert jedoch entsprechend der diagnostischen Leitlinien bei Lese- und Rechtschreibstörungen in allen gängigen Klassifikationssystemen umschriebene und eindeutige Beeinträchtigungen von Rechenfertigkeiten, die nicht allein durch eine Minderung der allgemeinen Intelligenz erklärbar sind und unbeeinträchtigte nicht-mathematische Schulleistungen voraussetzen. Des Weiteren dürfen sie nicht durch unangemessene Beschulung sowie körperliche und neurologische Defizite hervorgerufen sein und müssen von Beginn der Schullaufbahn an bestehen.

Es wird deutlich, dass Rechenstörungen in pädagogischer als auch wissenschaftlicher Hinsicht bislang nicht als behandlungsbedürftiges Symptom erachtet wurden. Wie der folgenden kurzen Historie der diagnostischen Beschreibung der Rechenstörung zu entnehmen ist, umfasst die Störungen nicht nur eine mangelnde Beherrschung der Grundrechenarten, sondern kann umfassende kognitive Beeinträchtigungen implizieren. So belegen Studien einen Zusammenhang zwischen arithmetischen Fertigkeiten und visuell-räumlicher Perzeption/ Verarbeitung (Gaddes, 1985) und sozialen Fertigkeiten (Badian, 1983; Kirby & Ashman, 1984).

Während sprachbezogene Lernstörungen als „Learning disturbance“ oder „Speech disturbance“ schon 1952 (DSM-I) bzw. 1957 (ICD-7) als „psychiatrische“ Störungen erstmalig erwähnt wurden, fanden arithmetische Beeinträchtigungen in der ICD-9 (1978) und im DSM-III (1980) - hier als „Developmental arithmetic disorder“ unter dem Kapitel „Specific developmental disorders“ - als eigener Eintrag verzögert Einzug in die Klassifikationssysteme (s. Neumärker, 2000). In der revidierten 3. Auflage des DSM-III-R (Wittchen, 1989) wird das Konzept der Entwicklungsstörungen noch terminologisch mit der Feststellung, dass es keine epidemiologische Daten zur Störung gibt, aufrecht erhalten. Im DSM-IV wird das entwicklungsbezogene Charakteristikum der Störung nur noch implizit formuliert. Es werden zum einen vielfältige Defizite als mögliche abnorme kognitive Prozesse angeführt, die der Rechenstörung häufig vorausgehen oder mit ihr assoziiert auftreten können. Zum anderen kann eine Entwicklung der Rechenstörung wie bei anderen Lernstörungen auch mit einer genetischen Prädisposition, einer perinatalen Schädigung oder diversen neurologischen oder anderen medizinischen Krankheitsfaktoren in Zusammenhang stehen. Jedoch sagen diese Bedingungen nicht unweigerlich eine Lernstörung voraus. In der aktuellen Version der ICD, in der die Rechenstörung im Kapitel der Entwicklungsstörungen klassifiziert wird, wird ein Beginn der Störung ausnahmslos im Kleinkindalter oder in der Kindheit festgesetzt. Es wird von einer „Einschränkung oder Verzögerung in der Entwicklung von Funktionen, die eng mit der biologischen Reifung des Zentralnervensystems verknüpft sind“ (S. 262), ausgegangen.

Es scheint derzeit schwierig, genaue Prävalenzschätzungen für die Rechenstörung anzugeben, da einerseits nur wenige epidemiologische Studien vorliegen und andererseits häufig Prävalenzen angegeben werden, ohne eine genaue Unterteilung in spezifische Schwierigkeiten im Lesen, Rechtschreiben oder Rechnen vorzunehmen. So bewegen sich Schätzungen zur Inzidenz von Rechenstörungen zwischen 3,6% und 6,5%. Kosci (1981) zufolge sind bei 6% aller Schulkinder Rechenstörungen feststellbar. Eine entsprechend hohe Prävalenzangabe von 6,5% wird von Gross-Tsur et al. (1996) berichtet. In dieser Studie mit hebräisch sprechenden israelischen Kindern im Alter von elf Jahren wurde kein Ausschlusskriterium in Bezug auf eine kritische Diskrepanz zwischen allgemeinen kognitiven Fähigkeiten und der Rechenleistung festgelegt. Bei den Schülern mit Rechenstörungen lagen bei 26% ADHD-Symptome und bei 17% eine Dyslexie vor - davon 7,5% mit zusätzlichen Rechtschreibschwierigkeiten. Die Populationsstudie von Lewis et al. (1994) ergibt eine Auftretenswahrscheinlichkeit von Rechenstörungen von 3,6%, die sich bei englischsprachigen Kindern zwischen neun und elf Jahren aus 1,3% der Kinder mit reinen Rechenstörungen und 2,3% der Kinder mit kombinierten Rechen- und Lesestörungen zusammensetzt.

Eine höhere Prävalenz von arithmetischen Störungen von 6.4% gibt Badian (1983) bei amerikanischen Schülern von der ersten bis zur achten Klasse an, wobei das diagnostische Kriterium beim 20. Perzentil festgelegt wurde. Davon zeigten 3.6% der Schüler spezifische Rechenschwächen und 2.7% kombinierte Schwierigkeiten im Lesen und Rechnen. Für den deutschen Sprachraum wurde bei einer repräsentativen Stichprobe von Schülern in der dritten Klasse eine Prävalenz von 4,4% (Klauer, 1992) bzw. 4.7% (von

Aster, 1994) geschätzt. Die Zahl der von Rechenstörung betroffenen Schüler spricht für eine annähernd identische Prävalenz wie bei Kindern mit Lese- und Rechtschreibstörungen. Beide Geschlechter sind von Rechenstörungen in etwa gleichem Maße betroffen (Gross-Tsur et al., 1996; Lewis et al., 1994; von Aster, 1994) oder es wird von einer leichten Überrepräsentation der Mädchen berichtet (Klauer, 1992).

Die Informationen über die Langzeitentwicklung von Entwicklungsdyskalkulien sind sehr gering und es gibt keine Angaben über das Erscheinungsbild im Erwachsenenalter. Eine Verbesserung der mathematischen Fähigkeiten nach Ablauf eines Jahres konnte bei Schülern mit diagnostizierter Dyskalkulie in der ersten Klasse (Geary, 1994) bzw. nach Ablauf von zwei Jahren bei Kindern mit diagnostizierter Sprachentwicklungsstörung und Rechenstörung im Kindergartenalter (Fazio, 1996) festgestellt werden. Im Gegensatz zu anhaltenden Schwierigkeiten im deklarativen mathematischen Wissen (Zählfertigkeiten, mathematisches Faktenwissen) gab es in der Studie von Fazio (1996) keine Hinweise auf Rückstände im allgemeinen prozeduralen und konzeptuellen Wissen. Eine ungünstigere Prognose ergab eine Längsschnittstudie von Shalev et al. (1998), die bei zehn- und elfjährigen Kindern mit Entwicklungsdyslexie nach drei Jahren immer noch unterdurchschnittliche Leistungseinbußen bei einem Anteil von 95% und gravierende Beeinträchtigung, die weiterhin die diagnostischen Forschungskriterien einer Dyskalkulie erfüllten, bei nahezu der Hälfte Kinder ausmachten. Als Faktoren, die mit einer persistierenden Entwicklungsdyskalkulie verbunden sein können, nennen die Autoren den Schweregrad der arithmetischen Störung zum Zeitpunkt der Diagnose sowie das Auftreten arithmetischer Probleme bei den Geschwistern der Probanden. Keinen Einfluss auf das Fortbestehen der Störung nehmen sozio-ökonomischer Status, Geschlecht, Komorbidität mit weiteren Lernstörungen und das Ausmaß und die Art der Unterrichtung.

Als Hauptmerkmal der Rechenstörung betont die ICD-10 hervorsteckende Probleme in den grundlegenden mathematischen Operationen Addition, Subtraktion, Multiplikation und Division, während Beeinträchtigungen in höheren mathematischen Funktionen (Algebra, Trigonometrie, Geometrie und Differential- sowie Integralrechnung) seltener berichtet werden.

Sowohl in der ICD-10 als auch im DSM-IV wird die Verschiedenartigkeit der Rechenstörung betont und eine Aufzählung von möglichen mit der Rechenstörung assoziierten beeinträchtigten Fertigkeiten vorgenommen, die folgende Bereiche umfasst: „Sprachbezogene“ Fertigkeiten (Verständnis/ Benennen mathematischer Begriffe, Operationen, Konzepte, Dekodieren von schriftsprachlichen Problemstellungen in mathematische Symbole), „perzeptuelle“ Fertigkeiten (Erkennen/ Lesen numerischer Symbole oder arithmetischer Zeichen, Gruppierung von Objekten), „aufmerksamkeitsbezogene“ Fertigkeiten (korrekte Abschrift von Ziffern/ Symbolen, Erinnern von Übertragungszahlen, Beachten von Operationszeichen) sowie mathematische Fertigkeiten (Ausführen von mathematischen Schrittfolgen, Zählen von Objekten, Erlernen des Einmaleins).

In den diagnostischen Leitlinien der Deutschen Gesellschaft für Kinder- und Jugendpsychiatrie (2000) finden die genannten assoziierten

Schwierigkeiten bei Rechenstörungen auf der Grundlage neuester Forschungserkenntnisse im Bereich der Typisierung von Rechenstörungen eine Gruppierung bzw. Neudefinition in folgende Bereiche: Es finden sich besonders Schwierigkeiten in der Zahlensemantik, d.h. Rechenoperationen und die ihnen zugrunde liegenden Konzepte werden nicht ausreichend verstanden (z.B. mehr-weniger, ein Vielfaches, Teil-Ganzes), die Größe einer Menge kann nur unzureichend erfasst und zu einer anderen Menge in Beziehung gesetzt werden (vergleichen). Schließlich ist der Aufbau gegliederter Zahlenstrahl- oder Zahlraumvorstellungen und damit die Fähigkeit des Überschlagens und Schätzens von Mengen und Rechenergebnissen erschwert. Darüber hinaus finden sich Defizite in der sprachlichen Zahlenverarbeitung wie im Erwerb der Zahlwortsequenz und der Zählfertigkeit sowie im Speichern von Faktenwissen (Einmaleins). Betroffen sein können auch der Erwerb des arabischen Stellenwertsystems und seiner syntaktischen Regeln sowie der hierauf aufbauenden Rechenprozeduren und das Übertragen von Zahlen aus einer Kodierung in eine andere (Zahlwort - arabische Ziffer - analoge Mengenrepräsentation).

Nach heutigem Wissen werden hierbei zwei Arten von Störungen unterschieden. Zum einen solche, bei denen primär die Zahlensemantik betroffen ist, d.h. die Fähigkeit, Zahlen- und Mengenrelationen zu visualisieren und mentale Schemata einfacher Rechenprozeduren zu erzeugen. Andererseits treten Störungen auf, bei denen die Schwierigkeiten primär im sprachlichen und/ oder Symbolisierungscharakter (arabischer) Zahlen bzw. in der Merkfähigkeit für Zahlen ihren Ursprung haben. Im letzteren Fall ist die Wahrscheinlichkeit, dass auch Störungen im Bereich des Schriftspracherwerbs (F81.3) vorliegen, erhöht.

KOMBINIERTE STÖRUNG SCHULISCHER FERTIGKEITEN

Die in vielen Studien ermittelte Komorbidität von Rechenstörungen mit dyslektischen Störungen machen einen Eintrag dieser kombinierten Störungen als eigene psychische Störung sinnvoll. In der ICD-10 werden eindeutige Beeinträchtigungen sowohl in den Lese- und Rechtschreibfertigkeiten als auch in den Rechenfertigkeiten zur Diagnose der „kombinierten Störungen schulischer Fertigkeiten“ (F81.3) subsummiert, wenn die Kriterien beider Hauptdiagnosen erfüllt sind. Es wird zwar die Notwendigkeit dieser Kategorie benannt, jedoch einschränkend hinzugefügt, dass dieses Störungsbild als Kategorie schlecht definiert und unzureichend konzeptualisiert ist. Über Vorkommen und Verlauf dieser komplexen Entwicklungsstörung ist wenig bekannt (s. Markus et al., 1991).

ÄTIOLOGISCHE MODELLE, ERWERBSMODELLE, SUBTYPENDIFFERENZIERUNG

LESE- UND RECHTSCHREIBSTÖRUNG (ENTWICKLUNGSDYSLEXIE)

Ätiologische Modelle. Wenn auch neuropsychologische Modelle zur Erklärung der Entstehung von Lese- und Rechtschreibstörungen in der vorliegenden Arbeit im Vordergrund stehen, so impliziert dies nicht den Ausschluss anderer Faktoren, die zum Auftreten der Störungen beitragen können. In Anlehnung an ein Modelldiagramm von Frith (1997) gibt es kausale Beziehungen auf den drei Ebenen Gehirn, Kognition und Verhalten, die in einer umfassenden Theorie zur Erklärung der Dyslexie auch jeweils Berücksichtigung finden müssen (Morton & Frith, 1995). Gleichzeitig wird der Einfluss von Umweltfaktoren auf das kausale Gefüge berücksichtigt (Frith, 1997). Dyslexie wird hier als ein kulturelles Phänomen dargestellt, das durch seine Hauptcharakteristik einer defizitären Lese- und Rechtschreibfertigkeit nicht in schriftsprachfreien Kulturen auftreten würde. Die Defizite in der Schriftsprache werden zusammen mit anderen spezifischen Beeinträchtigungen wie z.B. in der Sprachentwicklung der behavioralen Ebene zugeordnet und variieren in Bezug auf das Alter des Kindes, seinen Fähigkeiten, Motivation und Erfahrungen und natürlich auch auf das vorherrschende Schriftsystem. Auf der kognitiven Ebene wird der Versuch unternommen, die variierenden Symptome durch eine nicht augenscheinliche Dysfunktion zu beschreiben. Die kognitiven Dysfunktionen bei einer Dyslexie können sich entweder als eine einzelne mentale Komponente darstellen, oder aber sie können das Ergebnis von entwicklungsbedingten Interaktionen zwischen zwei oder mehr kognitiven Defiziten sein. Auf der biologischen Ebene sollen Erklärungen für die subtilen kognitiven und behavioralen Beeinträchtigungen herangeführt werden. Diese beinhalten die biologische Basis, d.h. hirnbezogene Dispositionen der Störung.

Im Folgenden werden Forschungsergebnisse auf den kognitiven und biologischen Ebenen zur Erklärung unterschiedlicher pathogenetischer und neuropsychologischer Zusammenhänge des beeinträchtigten Erwerbs des Lesens und Schreibens dargestellt. Über das Erforschen der Beziehungen zwischen Gehirn und Verhalten bei dieser spezifischen Entwicklungsstörung wurde mit dem Beginn der kognitiven Neurowissenschaft neue Perspektiven im Bereich neuropsychologischer Erklärungsansätze der Lese- und Rechtschreibstörung eröffnet. Die Neuropsychologie konzentriert sich hier auf Zusammenhänge zwischen der Schriftsprachstörung und zentralnervösen Prozessen der Informationsverarbeitung, wobei nicht das Vorliegen einer Hirnschädigung postuliert wird. Vielmehr wird das Wissen um die Entwicklung zentralnervöser Funktionen und um die Organisation des zentralen Nervensystems benutzt, um den Beitrag konstitutioneller Faktoren für die Entstehung von Lese- und/ oder Rechtschreibschwierigkeiten der Kinder zu erklären (Klicpera, 1984). In welchem Maße kortikale anatomisch-histologische, biochemische oder hirnelektrische Besonderheiten einzeln oder in Kombination kausal sind oder inwieweit eine abnorme Reifung zentralnervöser Funktionen oder Variationen zerebraler Funktionen erklärungsrelevant sind, bleibt zunächst offen. Die Entwicklung zentralnervöser Strukturen und Funktionen

ist jedenfalls beeinflusst durch die neuronale Aktivierung - etwa durch genetisch bestimmte Reifungsprozesse und durch exogene Lerneinflüsse. Neuropsychologische Erklärungsansätze schließen also Umwelteinflüsse als Entwicklungsdeterminanten zerebraler Strukturen und Funktionen mit ein (s. Kapitel Modelle des Erwerbs der Schriftsprache und des Rechnens).

Erklärungsansätze zur Entwicklung der Dyslexie lassen sich dabei zunächst zwei unterschiedlichen Modellen zuordnen: In der Forschungsliteratur findet sich zum einen der Ansatz einer pathologischen zerebralen Entwicklung (neurodevelopmental deficit models), zum anderen die Annahme einer Entwicklungsverzögerung (delay models). Nach Temple (1998) erklären derzeit neuropsychologische Modelle noch nicht das komplexe Zusammenspiel unterschiedlicher Faktoren bei der Entstehung der Dyslexie. Auch eine Reifungsverzögerung könnte in einer abweichenden neurologischen Organisation resultieren, und ein Hirnschaden zu einer Entwicklungsverzögerung führen.

Defizite in der Sprachwahrnehmung und -verarbeitung. Im DSM-IV wird die Möglichkeit genannt, dass Lernstörungen Abnormalitäten in der kognitiven Verarbeitung vorausgehen bzw. mit ihnen in Zusammenhang stehen. So gibt es Evidenz aus der kognitiven Psychologie, dass Kinder mit einem Risiko für Entwicklungsdyslexie - auch ohne Vorliegen einer Sprachstörung - häufig spezifische Defizite in zahlreichen Aspekten der phonologischen Verarbeitung zeigen.

Für die Theorie der defizitären phonologischen Verarbeitung sprechen reduzierte Leistungen dyslektischer Personen in Aufgaben, die die phonologische Bewusstheit² z.B. in Form der Phonemsegmentierung oder Anlautdiskrimination überprüfen. Erfasst werden phonologische Fertigkeiten der Repräsentation bzw. Kategorisierung, des Abspeicherns und/ oder des Abrufs von Sprachlauten. Diese sind in einem alphabetischen Sprachsystem notwendig, um Graphem-Phonem-Korrespondenzen³ zu erwerben. Sie werden als bedeutsame und stabile Prädiktoren für die Lesefertigkeit identifiziert (Bradley & Bryant, 1977, 1983; Bryant, 2002; Goswami & Bryant, 1990; Stanovich, 1988; Torgesen et al., 1994). So formulieren z.B. Bryant et al. (1990, S. 437) folgende Hypothese: „Sensitivity to rhyme and alliteration are developmental precursors of phoneme detection, which in turn, plays a considerable role in learning to read“. Es gibt jedoch auch Studien, die belegen, dass phonematische Bewusstheit keine Vorbedingung, sondern eine Folge des Erwerbs alphabetischen Lesens darstellt. Sie zeigen, dass eine Förderung im Lesen und Rechtschreiben die Fähigkeit verbessert, die phonologische Zusammensetzung von Wörtern zu analysieren (Wimmer et al., 1991). Nach Walker et al. (1994) entwickeln sich Lesefertigkeiten und der Gebrauch von phonologischen Rehearsal-Strategien gleichzeitig, so dass bei Kindern im

² Phonologische Bewusstheit wird definiert als das bewusste Erkennen und Manipulieren diskreter phonologischer Segmente einer Sprache.

³ Das Lernen der Phonem-Graphem-Korrespondenzen, das für den Beginn des phonetischen Dekodierens notwendig ist, erfordert mindestens drei distinkte Fertigkeiten: Die Fähigkeit (a) Buchstaben zu erkennen und zu unterscheiden, (b) phonologische Informationen zu verarbeiten und (c) spezifische Wörter mit spezifischen Lauten zu assoziieren.

Grundschulalter das Wiedererkennen von Buchstaben vorrangig über verbale und weniger über visuelle Gedächtnisleistungen erfolgt.

Die bei Dyslektikern häufig zu beobachtende reduzierte Benennungsrate von Buchstaben, Ziffern, Farben oder bekannten Objekten wird ebenfalls mit einer beeinträchtigten phonologischen Verarbeitung in Beziehung gesetzt (Blachman, 1994; Denckla & Rudel, 1976; Katz, 1986; Korhonen, 1995; Stanovich, 1981). Die Beziehung zwischen den Faktoren Benennungsleistung und phonologischer Verarbeitung bzw. phonologischer Bewusstheit wird aufgrund eines heterogenen Defizitmusters im Benennen und Lesen als kausal (bidirektional) oder assoziativ (über die Existenz einer vermittelnden dritten Variablen) diskutiert. Zur Erklärung der Dyslexie formulieren z.B. Wolf und Bowers (1999) die Hypothese des doppelten kognitiven Defizits, das die weitestgehend unabhängigen Defizite der phonologischen Verarbeitung sowie der Benennungsrate beinhaltet. Im Hintergrund steht die von Wolf (1991) formulierte These, dass die Benennungsrate nicht einfach eine phonologische Fertigkeit darstellt. Die Assoziationen können durch das Vorhandensein einer gemeinsamen Variablen, z.B. in Form eines präzisen Zeitgebermechanismus für sprachliche wie motorische Funktionen, erklärt werden. Dies steht im Einklang mit Befunden, die eine verringerte artikulatorische Geschwindigkeit bei dyslektischen Kindern belegen (Ackerman et al., 1990). Eine verlangsamte Benennungsrate bei Kindern mit Lese- und Rechtschreibstörung kann nach Wimmer et al. (1998) zu Schwierigkeiten im Abruf phonologischer Worteinträge im mentalen Lexikon führen. Eine kausal reziproke Argumentation findet sich bei Katz (1986), der das gemeinsame Auftreten von Defiziten im Lesen und beim Benennen von Bildern von Objekten auf dieselben Beeinträchtigungen in Form von Ausbildung und Verarbeitung vollständiger phonologischer Repräsentationen im Langzeitgedächtnis zurückführt. Fehlerhaftes Benennen wird jedoch nicht nur erwartungsgemäß in phonologischen, sondern auch in semantischen Kategorien beobachtet, da phonologische Beeinträchtigungen den Gebrauch existierender phonologischer Repräsentationen als Grundlage der korrekten Artikulation eines Objektbegriffes erschweren können. Folglich werden Zielwörter durch besser repräsentierte oder leichter zugängliche Begriffe ersetzt (Katz, 1986; Wolf, 1979). Andere Autoren ziehen niedrige Benennungsleistungen als sekundäre Symptome einer allgemeinen Sprachstörung in Erwägung (Vellutino & Scanlon, 1989).

Als eine weitere Komponente der phonologischen Verarbeitung werden Leistungen im Dekodieren und in der Reproduktion von Pseudowörtern angeführt, die sich bei Kindern mit Sprachstörungen und Dyslexie als defizitär erweisen (Bishop et al., 1996; Gathercole & Baddeley, 1993; Liberman & Shankweiler, 1979). Nach Bishop et al. (1996) stellt das Nachsprechen von Pseudowörtern eine komplexe Aufgabe dar, die sowohl von artikulatorischen Fertigkeiten als auch von Fertigkeiten in der phonologischen Analyse, d.h. im Erfassen phonetischer Eigenschaften und der seriellen Ordnung der zu behaltenden Items abhängt. Die verminderte Reproduktionsleistung wird von anderen Autoren vorwiegend durch ein beeinträchtigtes phonologisches Kurzzeitgedächtnis erklärt - besonders wenn die Pseudowörter lang sind und wenig Ähnlichkeit mit natürlichen Wörtern besitzen (Gathercole & Baddeley, 1993; Gathercole, 1995). Des Weiteren werden im Bereich der Gedächtnisfunktionen Lesestörungen bei Kindern mit reduzierten auditiven Gedächtnis-

spannen (Aram et al., 1984; Korkman & Pesonen, 1994) und Beeinträchtigungen im Gedächtnis für Laut-Symbol-Assoziationen (August & Garfinkel, 1990; Korkman & Pesonen, 1994) in Verbindung gebracht. Multimodale Defizite werden dabei als separate Beeinträchtigung (Snowling, 1980; Swanson, 1986; Walton et al., 2001; Windfuhr & Snowling, 2001), als das einfache Produkt grundlegender phonologischer und visueller Verarbeitungsdefizite (Mauer & Kamhi, 1996) oder auch als Folge vorrangiger Defizite im phonologischen Enkodieren (Gang & Siegel, 2002; Vellutino & Scanlon, 1991) interpretiert. Schwächen in der phonologischen Verarbeitung sind nach Nelson und Warrington (1980) in Aufgaben zur Überprüfung des Langzeitgedächtnisses erkennbar, insofern als dyslektische Kinder beim Erlernen neuer Wörter schlechtere Leistungen erbringen.

Trotz der Vielzahl der Erklärungsansätze in den o.g. Studien wird deutlich, dass in neuropsychologischen Erklärungsansätzen zur Dyslexie die Hypothese gestörter sprachlicher Informationsverarbeitung eine zentrale Rolle spielt. Dass die phonematische Bewusstheit eine für das flüssige Lesen zentrale sprachverarbeitende Komponente darstellt, belegen auch Interventionsstudien. Diese zeigen, dass ein frühes Training der phonematischen Bewusstheit spätere Lesefertigkeiten positiv beeinflusst (Ball & Blachman, 1991; Lundberg et al., 1988; Wagner et al., 1993). Den größten individuellen Leistungszuwachs in einem Training zur phonologischen Bewusstheit erbrachten Aufgaben, die phonologische Bewusstheit und die Kenntnis von Graphem-Phonem-Korrespondenzen zugleich sowie das schnelle Benennen von Ziffern erforderten.

Korkman und Peltomaa (1993) entwickelten ein Behandlungsprogramm zur Reduzierung des Risikos von Lese- und Rechtschreibproblemen bei Vorschulkindern mit Sprachproblemen, insbesondere mit Sprachentwicklungsstörungen. Die Übungen zielten zum einen darauf ab, die phonologische Bewusstheit zu stärken. Es wurden dazu Aufgaben zur Wortsegmentierung, Reime, Alliteration und Lautverschmelzung vorgegeben. Um die bei den Risikokindern beobachteten Schwierigkeiten in der Benennung (Dysnomia), d.h. in der automatischen Bildung von Buchstaben-Laut Verbindungen zu reduzieren, schloss das Programm zum anderen Graphem-Phonem Konversionsübungen sowie Übungen mit ein, in denen Bilder von Objekten von unterschiedlicher Größe und Farbe schnell benannt werden sollten. Die Ergebnisse der Interventionsstudie deuten darauf hin, dass ein Vorschultraining zur phonologischen Bewusstheit und Graphem-Phonem-Konversion nach Beendigung des ersten Schuljahres das Risiko für Lese- und Rechtschreibprobleme reduzieren kann.

Neurobiologische, neuroanatomische und neurophysiologische Befunde. Die besondere Bedeutung der phonologischen Problematik für die Dyslexie wird auch durch eine Reihe neurobiologischer Befunde gestützt. Dabei wird die Dyslexie als Dysfunktion der links-hemisphärischen perisylvischen Hirnregionen, die mit phonologischen Repräsentationen oder mit der Verknüpfung phonologischer und orthographischer Repräsentationen assoziiert sind, definiert. Hinweise auf eine genetische und zentralnervöse Beteiligung an der Entstehung der Lese- und Rechtschreibstörung ergaben sich sehr früh durch das familiär gehäufte Auftreten der Störung. Es gibt dazu Befun-

de, die eine Konkordanz von 71% bei monozygotischen und von 49% bei dizygotischen Zwillingen aufzeigen (Hinshelwood, 1904, 1917; Olson et al., 1989; Schulte-Körne et al., 1998e; Warnke et al., 1999). In Zwillingstudien wird die Vererblichkeit einer Lesestörung mit einer Wahrscheinlichkeit von 3-60% und die einer Rechtschreibstörung mit 60-70% angegeben (De Fries et al., 1991). Auch das Wiederholungsrisiko für Geschwister, die nicht Zwillinge sind, liegt mit 28-79% deutlich höher als die erwartete Prävalenzrate, wenn mindestens ein Elternteil von einer Lese- und Rechtschreibschwäche betroffen ist (Gilger et al., 1996; Schulte-Körne et al., 1996; Wolff & Melngailis, 1994). Befunde aus humangenetischen Studien zur Bestimmung relevanter Genloki bringen mit dem Phänotyp des „single word reading“, bei dem sich die Dyslexie v.a. durch gehäufte orthographische Fehler darstellt, einen autosomal-dominanten Erbgang mit einer Aberration des Chromosomen 15 in Verbindung (Schulte-Körne et al., 1998c,d; Grigorenko et al., 1997). Darüber hinaus fand sich ein weiterer für die Dyslexie relevanter Genlokus auf dem Chromosom 6 (Cardon et al., 1994; Schulte-Körne et al., 1998d), der für die Gruppe der phonologischen Lese- und Rechtschreibstörung mit einer eingeschränkten Fähigkeit des lautgetreuen Schreibens verantwortlich zu sein scheint (Grigorenko et al., 1997). Damit konnte auch die schon seit längerem vermutete hereditäre Belastung v.a. für die Gruppe der auf phonologische Beeinträchtigungen (Phänotyp des „oral non-word reading accuracy“) zurückgehenden Lese- und Rechtschreibstörung bestätigt werden (Olson et al., 1989; Scarborough, 1990).

Das häufig zu beobachtende phonologische Defizit bei Dyslektikern führte zu der Annahme entsprechender material- und modalitätsspezifischer Grundstörungen mit äquivalenten neuroanatomischen und hirnfunktionellen Besonderheiten in Form von pathologische Veränderungen im Bereich der linken Hemisphäre. So zeigen sich in Autopsiestudien weitgehend übereinstimmend ein exzessives Wachstum subkortikaler weißer Substanzen in der linken Hirnhälfte und weitere pathologische Veränderungen des linken Kortex, einschließlich seiner schriftsprachrelevanten Arealen (Galaburda, 1983, Galaburda et al., 1985). Mittels in-vivo-Untersuchungen mit bildgebenden Verfahren, wie z.B. mit der Methode der Magnet-Resonanz-Tomographie, wurde ergänzend zu den Autopsiestudien bei nur einer geringen Anzahl von untersuchten Dyslektikern das Wissen über Dyslexie in Bezug auf physiologische Faktoren vorangetrieben: Es lassen sich neben pathologischen Symmetrieverhältnissen im Planum temporale bei untersuchten dyslektischen Kindern und Jugendlichen Veränderungen im Planum parietale (Hynd et al., 1990; Larsen et al., 1990) und bei untersuchten Erwachsenen im Bereich des Gyrus angularis (Duara et al., 1991) und im supratemporalen Kortex (Kushch et al., 1993) nachweisen. Da beim Lesen v.a. bilaterale posteriore Hirnregionen, linkskortikal der Gyrus angularis („reading and spelling center“, relevant für die Übersetzung von visuell präsentierter Information in verbale Information) sowie das Planum temporale (Wernicke-Areal) und das frontale Operculum (Broca-Region) und als Verbindungen zwischen diesen beiden Spracharealen der Fasciculus arcuatus aktiviert sind, erhöhen Funktionsstörungen in den genannten Bereichen die Auftretenswahrscheinlichkeit einer Entwicklungsdyslexie (Gaddes & Edgell, 1994; Leonard et al., 1993; Prior, 1996).

Unterschiede in den Aktivierungsmustern einzelner höheren kortikaler Sprachverarbeitungssysteme werden mittels PET-Studien gefunden (Horwitz et al., 1998; Paulesu et al., 1996; Pugh et al. 2000; Rumsey et al., 1992, 1994, 1997, 1999; Shaywitz et al., 1996b, 1998): In der Ausführung von Reimaufgaben lassen sich z.B. Abnormalitäten im zerebralen Blutfluss in der linken temporal-parietalen Region bei männlichen Dyslektikern erkennen. Gleichzeitig weisen die Kontrollpersonen bei auditiven Reimaufgaben eine starke Aktivität in der linken mittleren Temporalregion und in der temporo-parietalen Region, die dem Gyrus angularis entspricht, auf (Rumsey et al., 1992). In der linken temporal-parietalen Region sind jedoch normale Aktivierungsmuster bei nicht-linguistischen Aufgaben und eine normale Aktivierung im fronto-temporalen Kortex bei einer syntaktischen Verarbeitung vorhanden (Hagram et al., 1992; Rumsey et al., 1994). Die Ergebnisse deuten auf eine Dysfunktion der linken Hemisphäre, beschränkt auf posteriore Sprachareale hin. Pugh et al. (2001) folgern aus den Ergebnisse verschiedener fMRI, PET und MEG-Studien eine linkshemisphärische posteriore Anomalie bei einer vermuteten Kompensationsaktivierung in den frontalen Regionen. Die posterioren Bereiche umfassen sowohl dorsale (temporo-parietale) als auch ventrale (occipito-temporale) Komponenten, die bei Dyslektikern bei phonologischen Aufgaben reduziert aktiviert sind und eine gestörte funktionale Konnektion zwischen diesen Bereichen erkennen lassen. Kompensatorisch findet sich eine erhöhte Aktivierung inferiorer frontaler (artikulatorisches Rekodieren) sowie posteriorer rechtshemisphärischer Regionen (zusätzlicher, vorwiegend visuell-perzeptueller Worterkennungprozess).

Shaywitz et al. (1998) vergleichen mittels fMRI-Methoden die Aktivierungsmuster bei hierarchisch aufgebauten Teilprozessen des Lesens: Normalbegabte Leser zeigen mit Zunahme der Aufgabenschwierigkeit eine Steigerung der Aktivität in einem großen posterioren Areal der linken Hemisphäre, das das Wernicke-Areal, den Gyrus angularis, den extrastriaten und den striaten Kortex umfasst. Eine vergleichbare Aktivitätssteigerung wird bei der Gruppe der dyslektischen Personen nicht beobachtet. Stattdessen zeigt sich eine systematische Überaktivierung frontaler Hirnstrukturen, insbesondere des Gyrus frontal inferior. Diese Überaktivierung, insbesondere des Broca-Areals, wird von den Autoren als ungenügende ausgebildete phonemische Bewusstheit (reduzierte Effizienz in sublexikalen Übersetzungen oder im lexikalischen Retrieval) bei einer größeren Leseanstrengung in Form eines Kompensationsversuches interpretiert. Eine Hyperaktivierung des linken inferioren frontalen Gyrus beim stillen Lesen von Wörter lässt sich vergleichbar in einer Gruppe von deutschsprachigen zwölfjährigen Dyslektikern mittels einer fMRI-Untersuchung bestätigen (Georgiewa et al., 2002), was auf eine erhöhte Anstrengung beim phonologischen Kodieren hindeutet. In derselben Studie zeigen linke frontale ERP-Elektroden bei den dyslektischen Kindern im Vergleich zu den Kontrollkindern in einem Zeitfenster, das eng mit der phonologischen Verarbeitung assoziiert wird, eine stärker akzentuierte positive Komponente (P3). Diese wird als Maß für die Aufgabenkomplexität bzw. Verarbeitungslevel interpretiert. Rumsey et al. (1997; 1999) finden einen Zusammenhang zwischen der Lesefähigkeit und der Intensität der Aktivierung im Bereich des linkshemisphärischen Gyrus angularis: Bei normalbegabten Personen korreliert die Lesefähigkeit hoch positiv mit der Aktivität in diesem Bereich. Die dyslektischen Probanden zeigen hingegen eine hoch negative

Korrelation und es scheint, dass eine hohe Aktivität im Bereich des Gyrus angularis den Leseprozess stört. Im Falle einer Dyslexie wird von den Autoren die Ergebnisse als Bestätigung der These einer Störung im Bereich des linkshemisphärischen Gyrus angularis gesehen.

Insgesamt zeigen die Ergebnisse aus bildgebenden Verfahren neurobiologische und neurophysiologische Abnormalitäten bei Dyslexie auf, die sich jedoch nicht konsistent, universal oder spezifisch (d.h. notwendige, aber nicht hinreichende Bedingungen für eine Dyslexiediagnose) darstellen. Eine bislang erhöhte Präzision und Sensitivität der bildgebenden Verfahren verspricht ein ergiebiges Forschungsfeld, das Beziehungen zwischen makroskopischen Anomalien und kognitiven Defiziten bei Lernstörungen zukünftig genauer erörtern können wird. Zum jetzigen Zeitpunkt sind die technologischen Verfahren hinsichtlich ihres klinischen oder diagnostischen Nutzens in der Untersuchung bei Personen mit umschriebenen Entwicklungsstörungen schulischer Fertigkeiten noch kritisch zu bewerten (s. Bigler et al., 1998). Trotzdem stellen die Ergebnisse aus postmortem neuroanatomischen, neurophysiologischen und bildgebenden Verfahren heraus, dass es bedeutsame Unterschiede in der neuralen Organisation zwischen Dyslektikern und normallesenden Personen gibt.

Der Einfluss unterschiedlicher Alphabetschriften. Die bereits erwähnten Defizite in phonologischen Repräsentationen bei Dyslexie werden in unterschiedlichen Sprachsystemen dokumentiert. Aber die Variation der phonologischen Struktur mit ihren unterschiedlichen phonologischen Anforderungen an den Leser sollte auch den Leseerwerb beeinflussen. Daher wurde in der Dyslexieforschung die Spezifität der Sprachsysteme in Bezug auf ihre Phonem-Graphem-Korrespondenz bzw. orthographische Transparenz in den letzten Jahren vermehrt aufgegriffen. So untersucht z.B. Miles (2000) die Symptomatik der Dyslexie in unterschiedlichen Sprachsystemen und stellt fest, dass Kinder, die eine Sprache mit konsistenten, d.h. mehr oder weniger regelhaften Graphem-Phonem-Beziehungen erwerben, wie es z.B. im Spanischen, Deutschen oder Italienischen der Fall ist, schneller die Fertigkeiten der Dekodierung der Sprache beherrschen als Kinder mit inkonsistenten Sprachen wie Englisch oder Französisch.

Bezüglich der orthographischen Phonem-Graphem-Korrespondenz des deutschen und englischen Sprachsystems in ihrem Einfluss auf den Verlauf des Leseerwerbsprozesses sowie auf die dyslektische Symptomatik werden folgende Beobachtungen gemacht: In transparenten Sprachen wie das Deutsche aufgrund ihrer Konsistenz der Phonem-Graphem-Korrespondenz kann der erste Prozess des synthetischen Lesens relativ erfolgreich bewältigt werden (Landerl et al., 1997; Wimmer & Goswami; 1994; Wimmer, 1993). Obwohl der Leseerwerb der deutschen Sprache eine detaillierte phonemische Diskrimination erfordert, zeichnet sich das phonologische Dekodieren und Enkodieren dyslektischer Kinder primär durch eine verlangsamte Lesegeschwindigkeit und weniger durch mangelnde Akkuratheit aus, wie sie vorwiegend in der ersten Klasse vorliegt. Der Leseerwerb wird bei deutschsprachigen Kindern als ein Prozess vermutet, der über den Weg des Zusammenlautens durch Phonem-Graphem-Übersetzungen zur direkten Worterkennung bei häufigen Wörtern übergeht (Wimmer & Goswami, 1994).

Englischsprachige dyslektische Kinder, die das Schriftsystem einer weniger konsistenten Sprache erwerben, wenden vorwiegend die Strategie der direkten Wiedererkennung von orthographischen Einheiten an (Wimmer & Goswami, 1994). Sie produzieren mehr Fehler im phonologischen Rekodieren, wobei sich Leseprobleme insgesamt schwerer manifestieren. Die Autoren vermuten, dass Kinder mit linguistischen Verarbeitungsdefiziten bei einer inkonsistenten Sprache mit größeren Herausforderungen konfrontiert sind. Es wird jedoch angenommen, dass unabhängig von der orthographischen Transparenz verschiedener Sprachsysteme mit ihren spezifischen Symptomen in den Lese- und Rechtschreibfertigkeiten dieselben neurokognitiven Defizite im Bereich der phonologischen Verarbeitung zugrunde liegen (Hel-muth, 2001; Landerl, 2001; Landerl et al., 1997; Paulesu et al., 2001).

Defizite in der Wahrnehmung und Verarbeitung akustischer Informationen. Es kann nicht davon ausgegangen werden, dass Dyslexie eine einheitliche Störung darstellt, die ausschließlich durch Defizite in der phonologischen Verarbeitung vorherbestimmt ist. Andere Studien berichten über den Lesestörungen - insbesondere der effizienten Analyse der Sprache auf phonematischer Ebene - vorgeschaltete und somit basalere und nicht sprachspezifische Dysfunktionen. Dazu werden z.B. Defizite in der auditiv-temporalen Perzeption bzw. Verarbeitung kurz oder schnell wechselnder Laute genannt wie sie auch bei Kindern mit Sprachstörungen auftreten (Merzenich et al., 1996; Tallal, 1980; Tallal & Piercy, 1973; Tallal et al., 1993, 1997). Belege für spezifische Defizite in der Bearbeitung von auditiven Signalen erbringen experimentelle Studien, die zeigen, dass Dyslektiker in der Bestimmung der zeitlichen Ordnung von Tönen und Lauten (De Martino et al., 2001; Farmer & Klein, 1993; Tallal, 1980), in der Frequenzdiskrimination (McAnally & Stein, 1996; Tallal, 1980), in der auditiven Fusionsschwellenbestimmung (McCroskey & Kidder, 1980) sowie in Gap-Detection-Aufgaben (Farmer & Klein, 1993) schlechtere Leistungen erzielen. Zudem belegen neurophysiologische Befunde abnorme Antworten auf unterschiedliche auditive Stimuli (McAnally & Stein, 1996; Nagarajan et al., 1999). Gegen die Hypothese des schnellen auditiven Verarbeitungsdefizits wird jedoch von anderen Forschern eingewandt, dass leseschwache Personen normale Gap-Detection-Leistungen produzieren (McAnally & Stein, 1996; Schulte-Körne et al., 1998a) oder im Vergleich zu gleichaltrigen Kontrollkindern die zeitliche Ordnung von Tonsequenzen unabhängig von der Präsentationsgeschwindigkeit schlechter wiedergeben (Waber et al., 2001).

Weiterhin wird die kausale Signifikanz der Theorie phonologischer Defizite als sekundäre Konsequenz einer generellen auditiven Verarbeitungsschwäche im Unterschied zu einer sprachspezifischen Beeinträchtigung kritisch hinterfragt. Zum Beispiel wird die häufige Verwendung nicht-verbaler auditiver Stimuli kritisiert. Dies würde die Validität der Theorie einer allgemeinen auditiven Verarbeitungsschwäche zweifelhaft erscheinen lassen (Studdert-Kennedy & Mody, 1995; Mody et al., 1997) und eine Analyse evozierter Potentiale führte zu der Schlussfolgerung, dass dyslektische Kinder in der Verarbeitung von sprachlichen Stimuli - aber nicht von Tönen - Defizite auf sensorischer Ebene haben, die durch eine präattentive und automatische Verarbeitung charakterisiert ist (Schulte-Körne et al., 1998b). Nach Bishop et al. erschweren sowohl eine uneindeutige Reliabilität und Validität der Aufga-

ben zur Erhebung der schnellen auditiven Verarbeitung als auch die Relevanz nicht-perzeptueller Fertigkeiten wie Aufmerksamkeit, Gedächtnis, Lernen und Stimulusklassifikation, die als weitere Leistungen in der Bearbeitung psychophysikalischer Tests erfordert sind, die Überprüfung der Hypothese des schnellen auditiven Verarbeitungsdefizits (Bishop et al., 1999; McArthur & Bishop, 2001).

Optische, visuelle und visuräumliche Defizite. Das Lesen erfordert neben einer linguistischen Verarbeitung auch eine visuelle Analyse und räumliche Lokalisierung von Buchstaben. Daher scheint es plausibel anzunehmen, dass auch visuelle Prozesse für die Erklärung der Dyslexie von Bedeutung sein können. Raymond & Sorensen (1998) gehen z.B. auf einer höheren Verarbeitungsstufe von Defizite in der temporalen Integration von visuräumlichen Informationen aus. Dieselbe Anforderung sowie die Lenkung der visuellen Aufmerksamkeit bzw. der Augenbewegungen beinhalten visuelle Suchaufgaben, in denen Dyslektiker niedrige Leistungen erbringen (Rudock, 1991; Williams et al., 1987). Von reduzierten okulomotorischen und visuo-räumlichen Fähigkeiten bei dyslektischen Kindern berichten Eden et al. (1995; 1996a), die diese zusätzlich zu Defiziten in der phonologischen Verarbeitung beobachten. Die Auffälligkeiten zeigen sich in visuellen Aufgaben, die binokuläre vergente Augenbewegungen, wie sie bei der Prüfung der Divergenzkontrolle und der globalen Stereopsis verlangt werden, sowie die Fixation im vertikalen Tracking mittels der Beurteilung von Linienausrichtungen mit geringer Implikation verbaler Assoziation erfassen. Beeinträchtigungen auf frühen Stufen der visuellen Informationsverarbeitung werden in Form einer reduzierten Kontrastsensitivität sowohl für Stimuli mit niedriger Helligkeit, hohen temporalen Frequenzen (Galaburda & Livingstone, 1993; Livingstone et al., 1991; Lovegrove et al., 1980) und niedrigen räumlichen Frequenzen diskutiert (Cornelissen et al., 1995; Slaghuis & Ryan, 1999).

Funktionelle und anatomische Untersuchungen, die auffällige Befunde in neurologischen Strukturen der magnozellulären Bahnen, z.B. im Bereich des Corpus geniculatum laterale erbrachten, werden als Erklärung für die genannten visuell-perzeptuellen Verarbeitungsdefizite angeführt (Eden, 1996b; Livingstone et al., 1991; Lovegrove et al., 1990). Romani et al. (2001) bestätigen die Hypothese eines visuellen perzeptuellen Defizits bei Dyslektikern. Sie finden in der Verarbeitung von Stimuli mit niedriger räumlicher Frequenz oder mit hoher temporaler Frequenz abnorme visuell evozierte Potentiale (VEP), was als Beleg für die Hypothese der selektiven magnozellulären Dysfunktion angeführt wird. Da das magnozelluläre System auf schnelle Informationsverarbeitung kontrastarmer Reize spezialisiert ist, wie es das Lesen erfordert, wird angenommen, dass ein magnozellulärer Defekt im visuellen Bereich an der Entstehung von Dyslexie beteiligt ist. Eine Verbesserung der Leseleistung durch visuelle Kontrastverbesserung (Hannell et al., 1991) scheint die Annahme zu stützen.

Das magnozelluläre Defizit wird auch zur Erklärung abnormer Augenbewegungen bei Dyslektikern herangezogen (Fischer & Weber, 1990; Fischer et al., 2000). Diese okulomotorischen Störungen werden der defizitären inhibitorischen Funktion des magnozellulären visuellen Systems während der binokulären Augenfixation zugeschrieben (Breitmeyer, 1980). Als Evi-

denz für die binokulären Fusionsprobleme wird die Verbesserung der Leseleistung durch das Abdecken eines Auges beim Lesen angeführt (Stein et al., 2000). Bezüglich der Magnozellulartheorie gibt es allerdings auch inkonsistente Ergebnisse (Review s. Skottun, 2000). So berichten z.B. Spinelli et al. (1997) bei Dyslektikern über eine beeinträchtigte Sensitivität für dauerhafte visuelle Stimuli, deren Verarbeitung über die Bahnen des parvozellulären Subsystems stattfindet. Andere Studien können visuelle Defizite auf niedrigerer Wahrnehmungsebene bei Dyslektikern nicht bestätigen (Gross-Glenn et al., 1995; Johannes et al., 1996). Es ist weiterhin noch nicht geklärt, inwieweit die Befunde visueller Dysfunktionen spezifische Ursachen, Begleitsymptome oder Folgen von Lesestörungen sind (Jenner et al., 1999).

Defizite in der Geschwindigkeit der Informationsverarbeitung, Automatisierung und motorischen Kontrolle. Eine generelle Erweiterung der Hypothese des perzeptuellen Defizits des „fast temporal processing“ (Tallal, 1980) auf andere Sinnesmodalitäten und die Motorik erfolgte durch Stein (Stein, 2001; Stein & Talcott, 1999; Stein & Walsh, 1997) in seiner Formulierung der Magnozellulartheorie, ohne dass für diese Bereiche eine anatomisch distinkte Einteilung nach parvo- und magnozellularen Systemen - vergleichbar mit dem visuellen Bereich - nachgewiesen wäre. Sie beinhaltet, dass bei Dyslektikern eine abnormale magnozelluläre Entwicklung basale Beeinträchtigungen in Bezug auf die Verarbeitung temporaler Aspekte der Stimuli unterschiedlicher Modalitäten und Systeme zur Folge hat („General Timing Hypothesis“). Die Stein'sche Formulierung der Magnozellulartheorie stellt den Versuch dar, mannigfaltige Manifestationen des dyslektischen Syndroms in visuell/ orthographischen, auditiv/ phonologischen, somaästhetischen und/ oder motorischen Bereichen zu integrieren (s. auch Eden et al., 1996b).

Vestibuläre und motorische Auffälligkeiten bei Dyslektikern werden von Stein auch als Anzeichen zerebellären Ursprungs interpretiert, weil das Cerebellum wiederum magnozelluläre Projektionen aus allen sensorischen und motorischen Zentren erhält (Stein, 2001). Hierbei nimmt er v.a. Bezug auf die Arbeiten von Nicolson et al. (Nicolson & Fawcett, 1995; Nicolson et al., 1999). Deren zerebelläre Theorie beschreibt alternative oder vielleicht parallele Mechanismen zu magnozellularen Abnormitäten (Nicolson et al., 2001). Die kausale Analyse der Entstehungsbedingungen der Dyslexie beinhaltet nach Nicolson und Fawcett einerseits Beeinträchtigungen der motorischen Kontrolle, die sich als Schwierigkeiten in der graphomotorischen Koordination beim Schreiben, in der Sprechartikulation - was eine defizitäre phonologische Repräsentation zur Folge haben kann - sowie in zerebellären okulomotorischen Kontrollmechanismen äußern können. Andererseits umfasst sie allgemeine Automatisierungsdefizite, die den Erwerb von motorischen und kognitiven Fertigkeiten erschweren und mitunter zu einem reduzierten Lernen von Graphem-Phonem-Korrespondenzen führen (Nicolson & Fawcett, 1990, 1999; Nicolson et al., 2001). Das gemeinsame Auftreten von Lesedefiziten und motorischen Beeinträchtigungen findet sich von weiteren Autoren, z.B. in Form von Defiziten in der bimanuellen taktilmotorischen oder visuomotorischen Koordination, bestätigt (Felmingham & Jakobson, 1995; Gross-Glenn & Rothenberg, 1984, Klicpera et al., 1981; Moore et al., 1995; Preilowski et al., 2003; Velay et al., 2002; Wolff et al., 1990).

Nicolson und Fawcett sehen ihre zerebelläre Defizithypothese als Möglichkeit, die prominentesten alternativen kognitiven Erklärungsmodelle der Dyslexie - sprich die phonologische Defizit-Hypothese sowie die „double-deficit“-Hypothese - zu integrieren. Direkte Belege für abnormale zerebelläre Funktionen leiten die Autoren u.a. aus schwachen Leistungen von Dyslektikern im Erwerb motorischer Fertigkeiten, in der grobmotorischen Fertigkeit des Balancierens sowie in der temporalen Informationsverarbeitung ab. Jedoch gibt es auch Untersuchungen, die bei Dyslektikern im Vergleich zu normallesenden Kindern nur dann ein Automatisierungsdefizit reliabel feststellten, wenn die Variablen Unaufmerksamkeit und Überaktivität nicht kontrolliert wurden (Raberger & Wimmer, 1999; Wimmer et al., 1998, 1999). Entsprechend schlussfolgern Kelly et al. (2002), dass sich bei Aufhebung der Konfundierung mit einer vermuteten Ressourcenallokation der Aufmerksamkeit der Erwerb automatischer Fertigkeiten als intakt darstellt.

Defizite in der Aufmerksamkeit und in exekutiven Funktionen. Bei einer hohen Komorbidität von Lesestörungen mit ADHD von 15-35% (Gilger et al., 1992; Shaywitz et al., 1995) liegt es nahe, Erklärungsmodelle der Dyslexie hinsichtlich exekutiver Funktionen und Aufmerksamkeitsprozesse zu überprüfen. So zeigen sich bei dyslektischen Kindern beeinträchtigte exekutive Funktionen, die sich bei Defiziten in rezeptiven Sprachfertigkeiten verstärkten (Helland & Asbjørnsen, 2000). Dabei werden derartige exekutive Probleme nicht ausschließlich auf temporal-linguistische oder phonologische Funktionen bezogen, da sich die Merkmale der defizitären exekutiven Prozesse auch in visuellen Tests abzeichnen. Diese betreffen insbesondere aufmerksamkeitsfokussierende und exekutive Funktionen (Auswahl relevanter Stimuli, Aufgabenausführung unter effizienter Einbeziehung dieser Stimuli) bei Dyslektikern ohne auffällige rezeptive Sprachdefizite sowie aufmerksamkeitswechselnde Funktionen (flexibler und adaptiver Wechsel des Fokus exekutiver Funktionen) bei Dyslektikern mit zusätzlichen rezeptiven Sprachauffälligkeiten. In beiden Untergruppen der dyslektischen Kinder ergeben sich darüber hinaus defizitäre Leistungen in der Aufrechterhaltung der Aufmerksamkeit, erfasst über das dichotische Hören. Es wird jedoch diskutiert, ob die niedrigen Werte auf Beeinträchtigungen in exekutiven Funktionen oder in der temporalen Verarbeitung zurückzuführen sind. Condor et al. (1995) finden bei Dyslektikern Anzeichen einer verzögerten Entwicklung der Fertigkeiten für effizientes Planen und Problemlösen beim Lösen der Tower of Hanoi Aufgaben, die als Test von exekutiven Funktionen angesehen werden.

Defizite in Lern- und Gedächtnisfunktionen. In Bezug auf allgemeine Lern- und Gedächtnisleistungen wird als Ursache für die schlechte Wiedergabe mündlich vorgetragener Geschichten von Kindern mit Dyslexie eine geringere Anwendung von aktiven Gedächtnisstrategien und Unterschiede in der metakognitiven Entwicklung erwogen (Klicpera und Savakis, 1983). Kaplan et al. (1998) führen die schwächeren Leistungen in der verzögerten Wiedergabe einer Geschichte von Kindern mit Defiziten in verbalen Fertigkeiten (RD, RD+ADHD) im Vergleich zu Kindern mit ADHD und Kontrollkindern auf Schwierigkeiten im Behalten von Informationen im Langzeitgedächtnis oder im Abruf von gelerntem Material zurück.

Modelle des Erwerbs der Schriftsprache. Im folgenden Abschnitt werden Erwerbsmodelle des Lesens und Rechtschreibens angeführt, um die o.g. beeinträchtigten Teilfunktionen in Bezug auf die „normgerechte“ Entwicklung des Lesens und Rechtschreibens darzustellen und zu bewerten.⁴

Im Folgenden wird das in der neuropsychologischen Literatur zur Dyslexieforschung zumindest im englischen Sprachraum einflussreichste und empirisch gut untermauerte (Bryant & Bradley, 1980; Seymour & Elder, 1986) entwicklungspsychologische Stufenmodell von Frith (1985) vorgestellt (s. Tab.1.). Das Prozessmodell zur Entwicklung des Schriftspracherwerbs beinhaltet drei aufeinander aufbauende Stufen. Auf jeder Stufe erwirbt das Kind spezifische Strategien des Schriftspracherwerbs, wobei es beim Übertritt auf eine neue Stufe vorwiegend die dort erworbenen, fortschrittlicheren Strategien verwendet. In bestimmten Fällen kann es aber auch noch auf die alten Strategien vorhergehender Stufen zurückgreifen. Um den spezifischen Prozessen des Lesens und Rechtschreibens Rechnung zu tragen, erweiterte Frith das Dreiphasenmodell auf insgesamt sechs Stufen. Dieses Modell berücksichtigt nun sowohl die Lese- als auch Rechtschreibentwicklung und enthält insofern ein dynamisches Moment, als für das Lesen und Schreiben jeweils unterschiedliche Zeitpunkte der Anwendung einer bestimmten Strategie beschrieben werden.

Tabelle 1. Stufenmodell des Erwerbs des Lesens und Schreibens nach Frith (1985)

Stufe	Lesen	Schreiben
1 a	logographisch 1	(symbolisch)
1 b	logographisch 2	logographisch 2
2 a	logographisch 3	alphabetisch 1
2 b	alphabetisch 2	alphabetisch 2
3 a	orthographisch 1	alphabetisch 3
3 b	orthographisch 2	orthographisch 2

Auf der ersten, logographemischen Stufe erfolgt das Lesen über den Weg des unmittelbaren Wiedererkennens bekannter Wörter über prominenteste visuelle Merkmale wie die Wortform oder distinkte Logos. Phonologische Faktoren sind dabei sekundär, d.h. das Kind spricht das Wort nur aus, nachdem es erkannt wurde (Stufe 1a). Erst mit zunehmender Detailliertheit dieser Wortrepräsentation wird die logographemische Strategie auch für das Schreiben nutzbar (Stufe 1b). Auf der zweiten, alphabetischen Stufe entwickelt sich - einer sequentiellen Ordnung folgend - die analytische Fertigkeit des Dekodierens von Graphemen in Phoneme. Die alphabetische Strategie ist vorerst noch auf das Rechtschreiben beschränkt (Stufe 2a) und wird erst, wenn sie ein gewisses Niveau erreicht hat, auch beim Lesen Anwendung finden (Stufe 2b).

⁴ Eine umfassende Ausführung der vielfältigen Modelle der Schriftsprache (z.B. Ehri, 1992, 1995; Marsh et al., 1981) würde den Rahmen dieser Abhandlung sprengen und muss daher unterbleiben.

Einer weiteren Unterteilung nach Spear-Swerling und Sternberg (1994) zufolge berücksichtigen die Kinder zu Beginn der alphabetischen Entwicklungsstufe nur den ersten oder letzten Buchstaben eines Wortes (s. „partial alphabetic phase“, Ehri, 1995). Im nächsten Stadium der kontrollierten Wortwiedererkennung (s. „full alphabetic phase“, Ehri, 1995) werden beim Dekodieren der Wörter alle Buchstaben benutzt, was immer noch erheblicher Anstrengung bedarf. Erst im nächsten Stadium der automatischen Wortwiedererkennung erreichen die Fertigkeiten zur Worterkennung hohe Akkuratheit und erfolgen müheloser (s. „consolidated alphabetic phase“, Ehri, 1995).

Auf der letzten, orthographischen Stufe werden Wörter systematisch in orthographische Einheiten (idealerweise Morpheme) analysiert und dies ohne phonologische Übersetzungen. Diese Einheiten werden internal als abstrakte Buchstabensequenzen repräsentiert. Die orthographische Strategie ist zuerst nur beim Lesen anwendbar (Stufe 3a), anschließend kann sie nach Erreichen eines gewissen Niveaus auch für die Rechtschreibung nutzbar gemacht werden. Die Bedeutung der mühelosen automatisierten Worterkennung bei zunehmendem Leseverständnis wurde von vielen Forschern hervorgehoben (Perfetti, 1985; Stanovich, 1987). Die Automatisierung der Worterkennung erlaubt den Kindern den Großteil ihrer mentalen Ressourcen dem Textverständnis und dem Erwerb eines umfangreichen Lexikons, Syntax sowie neuer Konzepte und Informationen zu widmen (Lundberg, 2002; Spear-Swerling & Sternberg, 1994).

Kritisch angemerkt wird an den Stufenmodellen zum einen die nicht näher spezifizierten Mechanismen der qualitativen Übergänge zur nachfolgenden Stufe, zum anderen das fundamentale Prinzip dieser Stufentheorie, nach dem alle Kinder dieselben Stufen in derselben invarianten, universalen Reihenfolge durchlaufen. So führen Stuart und Coltheart (1988) an, dass es individuelle Unterschiede im Erwerbsmuster gibt. Kinder mit gut entwickelten phonologischen Fertigkeiten (phonemische Segmentierung, Buchstabe-Laut-Übersetzungen) nutzen z.B. diese Ressourcen von Beginn an und überspringen die logographemische Stufe, während andere Kinder ohne diese früh entwickelten phonologischen Fertigkeiten das Lesen als eine visuelle Gedächtnisaufgabe betrachten und logographemische Leser werden. Entsprechend ist bei Kinder mit deutscher Sprache, die im Vergleich zum Englischen phonologisch wesentlich transparenter ist, die logographemische Strategie im Schriftspracherwerb von geringer Bedeutung (Wimmer & Hummer, 1990).

Goswami (1993) postuliert auf der Grundlage von experimentellen Studien und Trainingsstudien für den Leseerwerb die Bedeutung der Analogie als wichtige Strategie („Interactive Analogy Model of Reading Development“). Danach entwickelt sich das Lesen nicht als Abfolge diskreter Stufen. Vielmehr speichern die Leseanfänger, die bereits auf der Grundlage basaler phonologischer Fertigkeiten Wörter in die orthographischen Einheiten „onset“ (Anfangskonsonant/en) und „rime“ (anschließende Vokale und Enkonsonant/en) zerlegen können, solche Wiedererkennungseinheiten ab und machen sie sich über das Analogieprinzip beim Lesen neuer Wörter mit ähnlicher Schreibweise zunutze. Der Aspekt der Interaktivität wird auf die Ent-

wicklung phonologischen und orthographischen Wissens bezogen: Mit zunehmender Lesepraxis und dem Zuwachs an phonologischen Kenntnissen können immer detailliertere orthographische Einheiten nutzbar gemacht werden, bis schließlich allein durch phonologische Fertigkeiten die Schriftsprache entschlüsselt werden kann. Dabei interpretiert Goswami die Nutzung der Analogien auf der Grundlage einzelner Graphem-Phonem-Korrespondenzen als Folge und nicht als Vorläufer des Umgangs mit größeren orthographischen Einheiten.

Gegen das Modell von Goswami sprechen die Befunde von Seymour et al. (1999). Diese geben Hinweise darauf, dass nicht die Reimfertigkeiten im Vorschulalter, sondern das Wissen um Buchstabe-Laut-Verbindungen den ersten Erfolg im Leseprozess vorhersagen. Es zeigte sich, dass sich der Gebrauch der „rime“-Analogien sehr langsam entwickelte und vor dem zweiten Jahr des Leserwerbs erfolgte.

Gegenwärtige Konnektionsmodelle beschreiben den Lernprozess nicht als die Akkumulation von wortspezifischen Lexikoneinträgen, sondern als die allmähliche Entwicklung eines komplexer werdenden Aktivierungsmusters, das sich über orthographische Input- und phonologische Outputseinheiten verteilt (Seidenberg & McClelland, 1989). Lernen bedeutet eine zunehmende Veränderung der Gewichtung der Verknüpfungen zwischen diesen Repräsentationen, in Abhängigkeit von der Häufigkeit des gemeinsamen Auftretens von graphemischen und phonemischen Sequenzen. Belege für dieses Erwerbsmodell erbringen zahlreiche Studien, die bei dyslektischen Kindern von Schwierigkeiten berichten, verbale Begriffe mit visuellen Stimuli zu assoziieren (Vellutino et al., 1995).

Abschließend lässt sich zusammenfassen, dass ebenso wie sich die psychologische Struktur des Lesens in ihren Entwicklungsetappen wandelt, sich auch die zerebrale Organisation des Leseaktes ändert (Deegener et al. 1992).

Subtypendifferenzierung. Die Analyse von Teilfertigkeiten innerhalb der Gruppen der Dyslektiker betont die Heterogenität kognitiver Beeinträchtigungen, die einer Dyslexie zugrunde liegt. Diese führte zusammen mit einer detaillierten Analyse der Entwicklung der Lese- und Schreibfertigkeiten in der einschlägigen Forschungsliteratur zur Identifikation spezifischer Subtypen. Unabhängig von der Wahl der Untersuchungsmethoden, d.h. sowohl auf der Grundlage eines neuropsychologischen Gehirn-Verhaltens-Modells (experimentell, Fallstudien) als auch in kognitiv orientierter Form (z.B. Fehlertypologiebestimmung), wird eine solche Einordnung von dyslektischen Störungsbildern in einen visuell-perzeptiven („dyseidetic“/ „surface“/ „L-type“ dyslexia) und einen auditiv-linguistischen („disphonetic“/ „phonological“/ „deep“/ „P-type“ dyslexia) Subtypen vorgeschlagen (Bakker, 1992; Boder, 1971; Coltheart et al., 1983; Johnson & Mykelbust, 1967; Temple & Marshall, 1983). Ergebnisse neuerer Forschung (Manis et al., 1996; Snowling, 2001b; Snowling et al., 1998; Stanovich et al., 1997) hinterfragen allerdings die Validität der Subtypisierung der Dyslexie. So modifizieren z.B. individuelle kogni-

tive, kompensierende Funktionen oder die Leseerfahrung das spezifische Leseverhalten, das mit dyslektischen Subtypen assoziiert wird.

Die implizite Annahme in vielen Diskussionen bezüglich der Modelle zum Leseerwerb und Ätiologie der Dyslexie ist, dass dem Leser grundsätzlich zwei Lesestrategien zur Verfügung stehen: Eine phonologische Strategie zum Erlesen unbekannter Wörter und eine direkte, visuelle Strategie zum Lesen von bekannten Wörtern. Diese Konzeption hat ihren Ursprung im „dual-route“-Modell des Lesens (Coltheart, 1978; Coltheart et al., 1993). Es basiert auf neuropsychologischen Befunden von erwachsenen Patienten, die unter unterschiedlichen Lesestörungen leiden. So erlesen z.B. Patienten vom Typ der sogenannten „surface dyslexics“ Wörter (auch irreguläre Wörter), indem sie ihre Aussprache zusammenlauten, anstatt ihre semantisch und lexikalisch richtige Benennung aus dem Gedächtnis abzurufen. Die Leseleistung wird in Bezug auf die Leseerwerbsmodelle mit einem Verbleib auf der alphabetischen Stufe erklärt. In einem konsistenten Sprachsystem wie dem Deutschen, in dem die Korrespondenzregeln zwischen Graphemen und Phonemen für das effektive Lesen von größerer Bedeutung sind, wird ein Kind mit entwicklungsbedingter „surface“ Dyslexie vermutlich weniger beeinträchtigt sein (s. Temple, 1998). Es wird zwar langsamer lesen, aber letztendlich trotzdem effizient die Aussprache und Bedeutung eines Wortes generieren.

Hirngeschädigte Patienten, die dem Typ der „phonological dyslexics“ zugeordnet werden, zeigen einen Verlust der Fähigkeit, Graphem-Phonem-Korrespondenz-Regeln anzuwenden. Sie zeichnen sich durch Unsicherheiten im Erlesen von Pseudowörtern und unbekanntem Wörtern aus. Manche Patienten verlassen sich vollständig auf ihr erworbenes Lesevokabular („phonological dyslexics“), manche lesen über die Sinnentnahme („deep dyslexics“). Das Hauptsymptom der „deep dyslexia“ sind häufige semantische Substitutionen. Die phonologische Entwicklungsdyslexie kann in Bezug auf die traditionellen Stufenmodelle des Leseerwerbs nur schwer beschrieben werden, da trotz der nicht-Bewältigung alphabetischer Fertigkeiten eine Ausbildung der orthographischen Lesestrategie vorliegt. Temple (1998) argumentiert, dass es Kinder geben kann, die im Anschluss an die logographemische Phase direkt zur Anwendung orthographischer Fertigkeiten übergehen.

Vor dem Hintergrund multipler Routenmodelle könnten die alphabetischen Fertigkeiten bei einer Gruppe der Dyslektiker zu Beginn des Lesens unterbewertet („phonological dyslexics“) und bei der zweiten Gruppe im späteren Verlauf des Leseerwerbs überbewertet werden („surface dyslexics“), während hier die Entwicklung der lexikalischen und semantischen Route defizitär bleibt. Die entwicklungsbezogenen „deep dyslexics“ finden sich in der einschlägigen Forschungsliteratur nur selten beschrieben. Man könnte sie in Bezug auf die Stufen-Erwerbsmodelle des Lesens als logographemische Leser auf frühesten Entwicklungsstufen charakterisieren. Hinsichtlich der Einbettung in ein multiples Routenmodell weisen sie sowohl Defizite in der phonologischen als auch in der direkten Leseroute auf und gebrauchen eine isolierte und instabile semantische Route (s. Temple, 1998).

Bakker et al. (1990) unterscheiden auf der Grundlage von Fehleranalysen die Typologien P- und L-Dyslektiker im Rahmen eines neuropsychologischen Entwicklungsmodells („balance model of hemispheric involvement in reading shifts from the right hemisphere to the left hemisphere“): P-Typen verharren zu Beginn des Leseprozesses auf der Stufe der rechtshemisphärisch dominanten Lesestrategie, indem sie fortfahren, sich an den perzeptuellen Textmerkmalen zu orientieren. Sie zeigen zwar einen genauen, aber relativ langsamen und fragmentierten Lesestil. L-Typen benutzen schon zu Beginn des Leseerwerbs linkshemisphärische Strategien. Sie sind gegenüber den perzeptuellen Wortmerkmalen unempfindlich und verwenden unangemessene linguistische (d.h. syntaktische und semantische) Lesestrategien. Ihr Lesen ist hastig und ungenau.

Bei einem weiteren Subtyp, der „direct dyslexia“, wird eine zusätzliche dritte Leseroute beschrieben. Sie beinhaltet eine direkte Verbindung des visuellen Input-Lexikons mit dem phonologischen Output-Lexikon, ohne die Semantik zu berücksichtigen (Lytton & Burst, 1989).

Belege für die multiplen Routen-Modelle des Lesens liefern beispielsweise PET-Studien (z.B. Bookheimer et al., 1995). So wird die Aktivierung eines inferioren temporalen Pfades beim stillen Lesen und beim Objektbenennen beobachtet. Bei diesen Aufgabenanforderungen wird von einem direkten Zugang zum Lexikon ausgegangen. Beim lauten Lesen werden dagegen superiore temporal-inferiore Parietalrouten aktiviert, die in die sequentielle Transkription von visuellen Elementen in phonologische Laute eingebunden sind.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass den umschriebenen Entwicklungsstörungen schulischer Fertigkeiten gemeinsam ist, dass in der Formulierung spezifischer Subtypen sowohl auf Entwicklungsmodelle als auch auf Vorläuferfertigkeiten bezüglich des Erwerbs entsprechender Fertigkeiten Bezug genommen wird.

RECHENSTÖRUNG (ENTWICKLUNGSDYSKALKULIE)

Ätiologische Modelle. Zwischen den Störungen im Lesen und im Rechnen wurde eine klassifikatorische Unterscheidung vorgenommen, obwohl beträchtliche Überschneidungen zwischen beiden Störungsbildern existieren (Räsänen & Ahonen, 1995). Das Vorhandensein zweier separater Syndrome findet sich von manchen Autoren aufgrund der Bedeutung linguistischer Kompetenzen sowohl im Lese- als auch im Rechenerwerb gar in Frage gestellt (Miles, 2002). Als reliabler und valider wird eine Untergliederung in heterogene Subtypen von Lernstörungen auf der Grundlage von neuropsychologischen Analysen bewertet (Korhonen, 1991; Rourke, 1985, 1989, 1993; Rourke & Finlayson, 1978; Rourke & Strang, 1983; Satz et al., 1986). Diese Klassifikation geht über die traditionelle Trennung von Dyslexie und Dyskalkulie hinaus. Sie umfasst nicht nur den mathematischen Prozess per se, sondern impliziert auf der Grundlage des klinischen Phänotyps des

dyskalkulischen Kindes eine zusätzliche Symptomatologie hinsichtlich psycholinguistischer, visuell-räumlich-konstruktiver und sozialer Fertigkeiten.

Heute ist allgemein anerkannt, dass Entwicklungsdyskalkulie sowohl in Verbindung mit Entwicklungsdyslexie als auch dissoziiert von dieser sprachgebundenen Störung auftreten kann (Temple, 1998). Sowohl die linke als auch die rechte Hemisphäre leisten jeweils spezifische Beiträge zu arithmetischen Fertigkeiten. So können neben dem Subtyp Anarithmétique (eng. anarithmetria), als eigentliche Störung im Ausführen von Rechenoperationen, und dem Typus für aufmerksamkeitsbezogene, sequentielle Dyskalkulie entweder der sprachbezogene Subtyp (Alexie/ Agraphie für Ziffern und Zahlen) oder der visuell-räumliche Subtyp oder gemischte Subtypen auftreten (Badian, 1983; Gordon, 1992). Der sprachbezogene Subtyp der Dyskalkulie zeichnet sich durch Schwierigkeiten im Verständnis verbaler Probleme und Instruktionen, im Memorieren von Faktenwissen und im Ausführen von mehrschrittigen Prozeduren sowie in Kombination mit Leseschwächen aus. Die Dyskalkulie, die mit visuell-räumlichen Schwierigkeiten verbunden ist, beinhaltet Zahlenverdrehen, Zahlenfolgefehler sowie die Durchführung von Operationen in fehlerhafter Sequenz.

Modellvorstellungen über die Entstehung von entwicklungsbezogenen Rechenstörungen (Dyskalkulie) sind im Vergleich zu Erklärungsmodellen von Lese- und Rechtschreibstörungen bislang in einem weitaus geringeren Umfang erforscht und lehnen sich in der Neuropsychologie an erworbene Störungen in der Zahlenverarbeitung nach Hirnschädigungen bei Erwachsenen an (s. Claros Salinas & vonCramon, 1987). Die heutige Definition der Dyskalkulie geht zurück auf die Annahme, dass arithmetische Fertigkeiten primär als eine zerebrale Funktion verstanden werden und durch Entwicklungsdefizite der zugrunde liegenden zerebralen Strukturen beeinträchtigt werden können (Kosc, 1974; Luria, 1980; Piaget, 1952; Piaget & Szeminska, 1965). Eine Vielzahl von Abweichungen im normalen Verlauf der Entwicklung des zentralen Nervensystems wird als möglicher Faktor für spezifische Beeinträchtigungen der arithmetischen Fertigkeiten diskutiert. Zu den bedeutendsten zählen genetische (Light & De Fries, 1995; Shalev et al., 2001) sowie prä-, peri-, und postnatale Komplikationen (z.B. Aronson & Hagberg, 1998; Gross-Tsur et al., 1993; Isaacs et al., 2001; Koperafrye et al., 1996). Wie bei der Entwicklungsdyslexie ist davon auszugehen, dass die Manifestation und der Ausprägungsgrad ganz erheblich von Umweltfaktoren wie Unterrichtsvariablen und familiäre Bedingungen mitbestimmt werden (Ginsburg, 1997; Miller & Mercer, 1997). So findet sich in Übereinstimmung mit den Ansätzen zur Entstehung von Lese- und Rechtschreibstörungen die Überzeugung, dass sich mathematische Lernstörungen trotz einer belegten genetischen Komponente als Kombination von Umwelt- und entwicklungsneurologischen Problemen in einem spezifischen sozio-kulturellen und schulischen Kontext manifestieren (von Aster, 2000; Geary, 1994).

Modell der Zahlenverarbeitung nach McCloskey. Es werden im Folgenden die zur Zeit einflussreichsten theoretischen Modellvorstellung über kognitive numerische Verarbeitung vorgestellt. Die Annahme einer modularen Architektur der Zahlenverarbeitung findet sich bei McCloskey et al. (1985). Die Autoren nehmen an, dass die kognitive Architektur auf drei

Hauptkomponenten beruht: Zwei modulare, periphere Systeme - jeweils für das Verständnis und die Produktion von Zahlen - sowie die abstrakte, semantische Repräsentation von Zahlen. Dabei werden drei Hauptprinzipien postuliert: Erstens können numerische Transkodierungen nur korrekt vollzogen werden, wenn sowohl Zahlenverständnis, Zugang zu semantischer Repräsentation als auch Zahlenproduktionsmechanismen erhalten sind. Zweitens wird die syntaktische Verarbeitung durch eine einzige Komponente kontrolliert, die den gesprochenen und geschriebenen Zahlen gemeinsam ist. Drittens wird vermutet, dass mentale arithmetische Operationen, unabhängig von der Aufgabenstellung eines mathematischen Problems, über die amodale Repräsentation und nie direkt über Zahlen in arabischer oder verbaler Notation ausgeführt werden.

Modell der Zahlenverarbeitung nach Noël und Seron. Gegen die Theorie einer zentralen abstrakten Zahlenrepräsentation spricht z.B. das Modell von Noël und Seron (1993, „Preferred Entry Code Model“). Es postuliert, dass der Zugang zu arithmetischem Wissen und die Durchführung arithmetischer Operationen über eine spezifische Notation erfolgen, in die alle Zahlen anfangs transkodiert werden. Diese Repräsentationen sind verbaler oder arabischer Art und variieren interindividuell. Darüber hinaus widerspricht eine Vielzahl neuropsychologischer Einzelfallstudien McCloskey's Hypothese. Sie weisen auf die Existenz einer direkten, asemantischen Transkodierungsrouten für Zahlen (Blanken et al., 1997; Cohen et al., 1994; Deloche & Seron, 1987), einer Dissoziation der syntaktischen Komponente für verbales Zahlenverständnis und Produktion sowie des Abrufs arithmetischer Fakten in Abhängigkeit von der Darbietungsform der Zahlen (gesprochen vs. geschrieben) (Deloche & Willmes, 2000) hin.

Modell der Zahlenverarbeitung nach Campbell und Clark. Ein weiterer möglicher Prozess der Zahlenverarbeitung beschreibt die „Encoding Complex Theory“ von Campbell und Clark (1988). Sie nehmen an, dass arithmetische Operationen nicht in spezifischen und unabhängigen Modulen ausgeführt werden, sondern dass auditive und visuelle Informationsverarbeitungsprozesse zu einer Interaktion unterschiedlicher Hirnareale führen, die, individuell kodiert, den Abruf memorierter Informationen erlaubt. Diese Theorie basiert auf dem Verständnis einer Stimuli-abhängigen Repräsentation von Zahlen innerhalb vieler Netzwerke formatspezifischer Kodierungen. Somit aktivieren unterschiedliche numerische Operationen und Formen vielfältige mentale Repräsentationen und spezifische Abrufprozesse. Multiple modalitätsspezifische Rechensubsysteme schlagen auch McNeil und Warrington (1994) vor, die - im Gegensatz zu der oben erwähnten Theorie von McCloskey et al. (1985) - davon ausgehen, dass Input- und Outputsysteme des Rechnens vom Zugang zu den autonomen abstrakten Zahlenrepräsentationen unabhängig sind.

Modell der Zahlenverarbeitung nach Dehaene. Eine Synthese aus dem Modell der abstrakten modularen Architektur von McCloskey et al. (1985), dem Modell multipler und spezifischer internaler Codes von Campbell und Clark (1992) sowie einem Prozessmodell der Informationsverarbeitung findet sich in dem „Triple-Code“ Modell von Dehaene (1992). Als bedeutsame Ergänzungen nimmt Dehaene an, dass eine asemantische Überführung

mathematischer Information möglich ist und er zieht die Existenz eines Moduls für präverbales numerisches Denken mit phylo- und ontogenetischer Bedeutsamkeit in Erwägung. Die Annahmen des Modells für die Zahlenverarbeitung werden durch Einblicke in den Prozess der mentalen Arithmetik unterstützt, die sich auf der Grundlage von Fallbeschreibungen von Läsionspatienten mit resultierenden arithmetischen Störungen (Dehaene & Cohen, 1995) sowie Studien mit PET und MRI (Dehaene et al., 1996; Dehaene et al., 1999) und der Analyse von zerebralem Blutfluss und ERP (Dehaene & Cohen, 1997) ergeben.

So werden in einer fMRI-Studie mit gesunden Erwachsenen bei spezifischen zahlenbezogenen Aufgaben unterschiedliche Muster kortikaler Aktivität beobachtet. Schätzaufgaben, wie z.B. größer-kleiner Vergleiche von Zahlenpaaren, die vorrangig in nonverbalen visuell-räumlichen Netzwerken verarbeitet werden, lassen sich bilateralen inferioren Parietalregionen zuordnen, während für exakte Kalkulationen, die sprachlich basiert sind, wie z.B. mentale Multiplikationen desselben Zahlenpaares, große Areale im linken inferioren präfrontalen Kortex aktiviert werden. Stanescu-Cosson et al. (2000) replizieren und ergänzen die Befunde: Mittels der Untersuchung zerebraler Aktivität mit fMRI und ERPs konnte gezeigt werden, dass abrufbare arithmetische Operationen mit kleinen Zahlen zu größerer Aktivierung in linkslateralierten Regionen führen (verbaler Zahlencode), während Schätzaufgaben und arithmetische Operationen mit großen Zahlen, die eine exakte Lösung erforderten, hauptsächlich in den bilateralen parietalen Kortices verarbeitet werden (nonverbaler, quantitativer Zahlencode). Der gefundene Größeneffekt der Zahlen bei einfachen arithmetischen Operationen lässt darauf schließen, dass die Berechnung von größeren Zahlen nicht nur den verbalen Abruf der Zahlenfakten erschwert, sondern auch zur Anwendung unterschiedlicher Rechenstrategien führt.

Das „Triple-Code“ Modell (Dehaene, 1992; Dehaene & Cohen, 1995; s. Abb.1) beschreibt drei Arten von internen modularen Repräsentationen für Zahlen, die wechselseitig über internale Transkodierprozeduren ineinander überführbar und für bestimmte Aufgabenanforderungen spezialisiert sind. In den *auditiv-verbale Code* werden gehörte und gelesene Zahlwörter transformiert sowie gesprochene/ geschriebene Zahlwörter daraus genannt. Er enthält präphonologische Wortformen ohne numerische Bedeutung. Auf diese Zahlenrepräsentation wird beim Abruf von arithmetischem Faktenwissen und beim fortlaufenden Zählen zurückgegriffen. In den *visuell-arabischen Code* werden gelesene arabische Ziffern transformiert bzw. daraus geschrieben. Er enthält Anordnungen von Symbolen, ebenfalls ohne numerische Bedeutung. Auf diesen Code wird bei Rechenaufgaben mit mehrstelligen Zahlen oder bei Paritätsentscheidung (gerade/ ungerade Zahl) zurückgegriffen. Der *analoge Größencode* schließlich ist von zentraler Bedeutung. Er ist als ein logarithmisch skaliertes Zahlenstrahl strukturiert und wird aktiviert, wenn die Anzahl einer Menge von Objekten schnell zu erfassen ist, Zahlen hinsichtlich ihrer Größe zu vergleichen sind, die numerische Nähe festzustellen ist, approximative Berechnungen oder das Überschlagen von Rechenergebnissen durchzuführen sind. Das Modell geht davon aus, dass an jedes System notationsspezifische Input- und Outputprozesse und an jede numerische Prozedur spezifische Input- und Outputcodes gebunden sind.

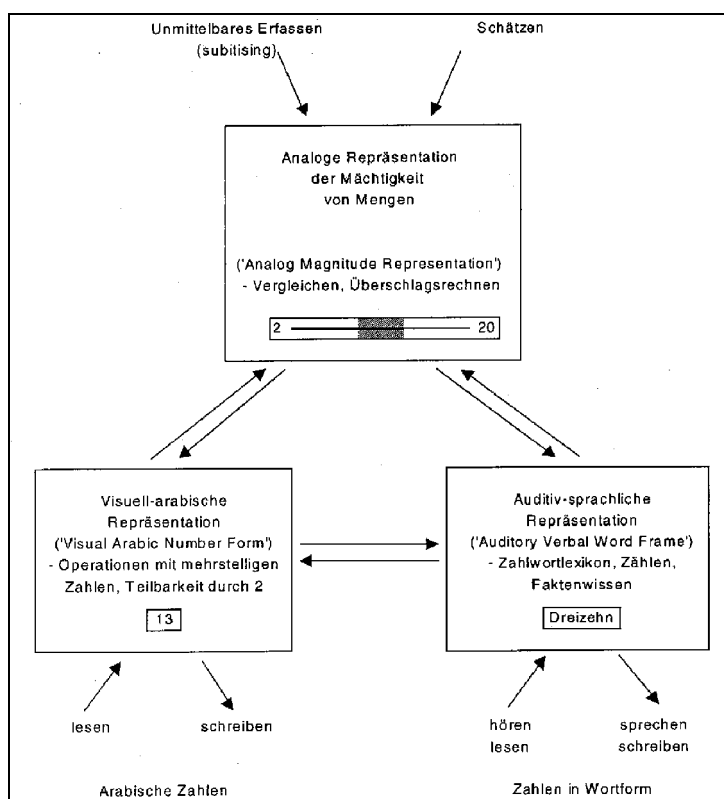


Abb.1. „Triple-Code-Modell“ nach Dehaene (1992)

Die Formulierung des neuro-funktionalen Modells findet sich nach Dehaene und Cohen (1995) durch eine hypothetische anatomische Implementierung ergänzt. Diese enthält folgende Postulate: Beide Hemisphären besitzen effektive Prozeduren zur visuellen Identifikation (bilaterale occipito-temporale Regionen) sowie zur analogen Repräsentation und zum Vergleich numerischer Quantitäten (bilaterale parieto-occipito-temporale Verbindungen). Nur die linke Hemisphäre besitzt eine Repräsentation der Wortsequenz und der Prozeduren zum Erkennen und Produzieren von gesprochenen Zahlen (klassische Sprachregionen: inferior frontale, superiore und mittlere Temporalgyri, Basalganglien, Thalamuskern). Mentale Arithmetik ist sprachgebunden und somit verknüpft mit einer verbalen Zahlenrepräsentation. Innerhalb der linken Hemisphäre sind visuelle, verbale und analoge Repräsentationen über Transkodierungspfade miteinander verbunden, während innerhalb der rechten Hemisphäre Verknüpfungen nur zwischen der visuellen Repräsentation und der Größenrepräsentation bestehen. Linke und rechte visuelle und analoge Repräsentationen stehen nur über die Route des Corpus callosum miteinander in Verbindung.

Auf der Grundlage der Repräsentationsmodule der Zahlen, wie sie im „Triple-Code“ Modell unterschieden werden, wurde auch eine Unterteilung in klinische Subtypen von Dyskalkulien (s. Abschnitt „Subtypendifferenzierung“) vorgenommen. Diese zeichnen sich jeweils durch spezifische Reifungsdysfunktionen, die sich zu unterschiedlichen Zeitpunkten in der Entwicklung manifestieren, aus. Aufgrund von Annahmen über die ontogenetische Ausbildung der Module sowie von Beobachtungen aus Komorbiditätsstudien wird

die Hypothese aufgestellt, dass eine defizitäre Reifung des analogen Mengenmoduls vermutlich durch genetische Einflüsse oder frühe Hirnschädigungen verursacht sein kann, während die verbalen und visuell-arabischen Subtypen vielmehr auf linguistische Entwicklungsstörungen, bedingt durch genetische und Umweltfaktoren, zurückzuführen sind (von Aster, 2000).

Teilkomponenten mathematischer Fähigkeiten. Eine mögliche Taxonomie entwicklungsbezogener Rechenstörungen beschreibt Geary (1993, 1994). Auf der Grundlage von Fehleranalysen entwickelte er Hypothesen über neuropsychologische Grundstörungen. Diese unterscheiden drei Varianten von Dyskalkulie-Typen mit den Schwerpunkten in den Störungen der Repräsentation oder des Abrufes arithmetischer Fakten aus dem semantischen Gedächtnis, der exekutiv-prozeduralen arithmetischen Operationen sowie der visuell-räumlichen Repräsentation von numerischen Informationen. Eine systematische empirische Überprüfung dieser kognitiven Prozesse wurde von Cirino et al. (2002) an Studenten mit Rechenstörungen vorgenommen. Die Ergebnisse zeigen, dass 17% der Varianz mathematischer Fertigkeiten durch die Variablen semantischer Gedächtnisabruf und exekutiv-prozedurale Fertigkeiten aufgeklärt werden, während visuell-räumlichen Fertigkeiten keine signifikante zusätzliche Varianzaufklärung erbrachten.

Das Syndrom der Nonverbal Learning Disabilities. In Abgrenzung von einem häufig vorkommenden komorbiden Typus Dyskalkulie und Dyslexie („Subtype R-S“, oder „BPPD“, Basic Phonological Processing Disabilities), der sich durch niedrige psycholinguistische Fertigkeiten und Defizite im Wortlesen, Rechtschreiben sowie etwas besseren aber immer noch beeinträchtigten Leistungen in der mechanischen Arithmetik charakterisiert, wird v.a. in der anglo-amerikanischen Literatur das umfassende Syndrom der „Nonverbal Learning Disabilities“ (NLD, Casey et al., 1991; Del Dotto et al., 1991; Rourke, 1989, 1995) angenommen. Betroffen sind nach Rourke Kinder mit reiner Dyskalkulie („Subtype A“). Diese zeigen ihre schulischen Leistungseinbußen hauptsächlich in der mechanischen Durchführung arithmetischer Operationen und erbringen ein gutes Leistungsniveau im Worterkennen und in der Rechtschreibung. Des weiteren zeigen sie typischerweise primäre Defizite in den Bereichen der visuell-räumlichen und taktil-kinästhetischen Verarbeitung, der komplexen psychomotorischen Fertigkeiten und in der Verarbeitung neuer oder komplexer Informationen. Die Ursache dieses Syndroms wird einer zerebralen Dysregulation rechts- und interhemisphärischer Hirnstrukturen mit einer Unterentwicklung oder Dysfunktion der weißen Substanz zugeschrieben („white matter disease“, Rourke, 1989, 1991, 1995).

Die Möglichkeit, dass eine Störung im Fingerschema (taktil-kinästhetisch-propriozeptiv-visuelle Wahrnehmung und Verarbeitung der Fingerstellungen und -bewegungen) zu arithmetischen Beeinträchtigungen führt (Strauss & Werner, 1938; Kinsbourne & Warrington 1968), wird erstmalig von Gerstmann (1924) erwogen. Nach Gaddes (1985) lässt sich die Vorstellung einer intakten räumlichen Fertigkeit als Voraussetzung für das Zahlenkonzept und arithmetische Prozesse auf die klinischen Arbeiten von Luria zurückführen. Diese stehen wiederum unter dem Einfluss der Arbeiten von Piaget (1952) über die Entwicklung des Zahlenkonzeptes. Piaget stellt die Entwicklung visueller und räumlicher Fähigkeiten als notwendige Vorausset-

zung für eine ausgereifte Entwicklung der konzeptuellen Aspekte der Zahlenverarbeitung dar. So zeigen z.B. in neueren Arbeiten Lewis et al. (1994), dass Kinder mit spezifischen Rechenstörungen normale Leistungen in auditiv-perzeptuellen Aufgaben, jedoch schwache Leistungen bei visuell-räumlichen Aufgaben erbringen. Während Kinder mit einer kombinierten Störung im Lesen und Rechnen bei visuell-räumlichen Aufgaben zwar entsprechend schwache Leistungen erzielen, in den verbal-auditiven perzeptuellen Tests jedoch noch größere Schwächen zeigen, spekulieren die Autoren, dass beiden Störungsgruppen unterschiedliche neuro-psychologische Defizite zugrunde liegen.

Nonverbale Lernstörungen unterscheiden sich von anderen akademischen Lernstörungen mit vorwiegend psycholinguistischem Ursprung (BPPD), indem sie sich durch spezifische Lateralisierungen hemisphärischer Dysfunktionen auszeichnen und charakteristische Profile neuropsychologischer Stärken und Schwächen abbilden. Dies obwohl in den beiden Gruppen der reinen Dyskalkuliker und der Betroffenen mit Dyskalkulie und Dyslexie entsprechende Leistungsdefizite in der Durchführung arithmetischer Operationen vorliegen (Mattson et al., 1992). Es besteht jedoch die Annahme, dass bei dyskalkulischen Kindern die o.g. primären neuropsychologischen Defizite einen negativen Effekt auf den Erwerb kognitiver Fertigkeiten im späteren Lauf der Entwicklung ausüben. Gemäß Strang & Rourke (1983) treten die kognitiven Beeinträchtigungen in Form von Defiziten im taktilen und visuellen Gedächtnis, mangelnder Konzeptbildung und nonverbalen abstrakten Problemlösung und Hypothesenüberprüfung in Erscheinung. Diese spezifischen kognitiven Defizite können wiederum einen negativen Einfluss auf sozial-emotionale Anpassungsleistungen nehmen (Casey et al., 1991; Rourke, 1993; Rourke & Fuerst, 1991; White et al., 1992).

Rourke (1993) erstellt eine entsprechende Fehlertypologie, die aufgrund dieser spezifischen kognitiven Beeinträchtigungen resultiert. Typische Fehler betreffen räumliche Organisation, visuelles Detail, prozedurales Wissen, kognitiver Shift, Graphomotorik sowie Urteil und Problemlösen. Auch andere Autoren, die die Rechenstörung mit nonverbalen Lernstörungen gleichsetzen, finden bei Kindern Beeinträchtigungen z.B. in visuell-räumlichen konstruktiven Fertigkeiten oder visuell-räumlichen Problemlösefertigkeiten (Casey et al., 1991). Eine Korrelation zwischen mathematischer Kompetenz und der Entwicklung visuell-räumlicher Funktionen wird auch von Rosenberger (1989) belegt. Dieser zeigt auf, dass im Unterschied zu Kindern und Jugendlichen mit Dyslexie die Gruppe der Schüler mit spezifischer arithmetischer Störung Defizite in visuomotorischer Planung oder in Organisationsfertigkeiten aufwies, die nicht primär perzeptueller oder perzeptuell-motorischer Natur sind.

Die Konzeption der Rechenstörungen im Rahmen der Theorie der NLD findet jedoch keine eindeutige Evidenz. So stellen z.B. Studien, die Rourkes Ergebnisse replizieren, das erwartete NLD Muster der visuell-räumlichen Schwäche nicht bei Mädchen mit spezifischer arithmetischer Störung fest. Deren gesamtes neuropsychologisches Funktionsmuster unterschied sich nicht von dem der Kontrollgruppe (Share et al., 1988). Von Aster (1994) macht nur bei 50% der Kinder mit Entwicklungsdyskalkulie ein für

NLD charakteristisches neuropsychologisches Muster aus. Andererseits gibt es Kinder mit einem typischen NLD Funktionsmuster, die jedoch keine arithmetischen Leistungsdefizite zeigen (Gross-Tsur et al., 1995). Im Gegensatz zur Theorie von Rourke setzen auch Shalev et al. (1995) bei dyskalkulischen Kindern weder Muster von arithmetischen Fehlern mit rechten oder linken hemisphärischen Dysfunktionen in Beziehung, noch ordnen sie den größeren Schweregrad der Dyskalkulie dem NLD-Typus zu.

Faktoren der Aufmerksamkeit/ exekutiven Funktionen und des Gedächtnisses. In Bezug auf die Entwicklung von Rechenstrategien und die Konsolidierung von arithmetischen Repräsentationen im Langzeitgedächtnis werden auch Beeinträchtigungen in der Aufmerksamkeitslenkung diskutiert (Ackerman et al., 1986). Einige Forscher berichten, dass bei Kindern mit arithmetischen Schwierigkeiten Defizite im Kurzzeitgedächtnis auftreten, die sich ausschließlich auf Zahlenmaterial beschränken. Dies im Vergleich zu Kindern mit Lese- und Rechenstörungen, die eine allgemeine Schwäche des Arbeitsgedächtnisses haben (Siegel & Ryan, 1989). Wieder andere nehmen an, dass auch Kinder mit reiner Dyskalkulie ein generelles Defizit aufweisen, unabhängig von den verwendeten Materialien zur Überprüfung des Kurzzeitgedächtnisses (Hitch & McAuley, 1991; Swanson, 1993). Gedächtnisdefizite werden bei Dyskalkulikern auch einschränkend auf die Darbietungsform der Untersuchungsmaterialien deutlich. So z.B. nur bei der visuellen Darbietung von Wortstimuli (Siegel & Linder, 1984). Auch Geary (1993) interpretiert das sequentielle Fingerzählen, eine bedeutsame Charakteristik der Rechenstörung, als das Resultat geringer Arbeitsgedächtnisressourcen, die eine schwache Repräsentation von arithmetischen Fakten im Langzeitgedächtnis zur Folge haben.

Trotz vielfältiger Belege für Zusammenhänge zwischen Problemen des Kurzzeitgedächtnisses und Dyskalkulie ist die zugrunde liegende Ursache dieser Beziehung nicht eindeutig geklärt. Nach Kail (1992) wird die Kurzzeitgedächtnisspanne für Zahlen durch die Zählgeschwindigkeit bzw. die Artikulationsrate bestimmt. Des weiteren werden z.B. Automatisierungsdefizite im Abruf der Informationen bzw. der Zahlenrepräsentation aus dem Langzeitgedächtnis oder generelle Schwierigkeiten im sequentiellen Lernen als vermittelnde Variablen zur Erklärung der reduzierten Gedächtnisspanne angeführt (Hitch & McAuley, 1991). Als bester Prädiktor für spezifische Probleme beim Abruf von Zahlen und grundlegenden arithmetischen Fakten aus dem Langzeitgedächtnis beschreiben Bull und Johnston (1997) ein mögliches generelles Defizit in der Geschwindigkeit der Informationsverarbeitung („speed of executing operations“). Dieses könnte zu einem zunehmenden Verfall des Gedächtnismaterials im Verlauf des Einprägens und Reproduzierens führen. Die Beziehungen zwischen dem auditiven Kurzzeitgedächtnis und Rechenfertigkeiten werden von Butterworth et al. (1996) allerdings in Frage gestellt, denn sie konnten bei einzelnen Patienten mit schweren Defiziten im Kurzzeitgedächtnis dennoch erhaltene mathematische Fertigkeiten finden.

Die Kausalität der Beziehungen zwischen Kurzzeitgedächtnisdefiziten und arithmetischen Störungen versuchten McLean und Hitch (1999) näher zu bestimmen, indem sie neben einer chronologischen Altersvergleichsgruppe eine Leistungsniveau-Vergleichsgruppe in das Design aufnehmen. Dabei

werden die von Baddeley (1996) vorgeschlagenen separaten, jedoch überlappenden Funktionen der zentralen Exekutiven (Koordination gleichzeitiger Aktivitäten, Wechsel von Abrufplänen, selektive Aufmerksamkeit gegenüber Inputs, Aktivieren und Manipulieren von Informationen im Langzeitgedächtnis) als für arithmetische Berechnungen erforderliche Kapazitäten interpretiert und als Untersuchungsaufgaben zusammen mit den beiden anderen Komponenten des Arbeitsgedächtnisses (Phonological Loop, Visuospatial Sketch Pad) in die Batterie zur Erfassung des Arbeitsgedächtnisses aufgenommen. Die Ergebnisse zeigen, dass Kinder mit spezifischen mathematischen Defiziten im Vergleich zur Alterskontrollgruppe im räumlich-temporalen Arbeitsgedächtnis sowie in exekutiven Prozessen für den Wechsel von Abrufprozessen beeinträchtigt sind. Im Vergleich zur Leistungskontrollgruppe ergeben sich jedoch ausschließlich signifikant schlechtere Leistungen in exekutiven Prozessen, die die Interaktionen mit dem Langzeitgedächtnis kontrollieren. Mit einem entsprechenden Kontrollgruppendesign bestätigen Swanson und Sachse-Lee (2001), dass die Beziehung zwischen Arbeitsgedächtnis und mathematischer Problemlösefähigkeit bei Kindern mit Lernstörungen durch den Zugang zu Informationen aus dem Langzeitgedächtnis als eine Funktion des exekutiven Verarbeitungsprozesses und weniger durch die phonologische Verarbeitung bestimmt wird.

Wie bei Entwicklungsdyslexie werden auch Defizite in Wahrnehmungsfaktoren, sprachliche Funktionen oder Aufmerksamkeitsleistungen bei Dyskalkulie festgestellt. Beispielsweise zeigt sich in einer faktorenanalytischen Überprüfung der arithmetischen Leistungswerte bei 5. Klässlern, dass nicht allgemeine Planungsfaktoren wie Clustering oder Metakognition, sondern visuelles Scanning und verbale Wortflüssigkeit die besten Prädiktoren der arithmetischen Leistungen darstellen (Kirby & Ashman, 1984). Einen der wenigen Belege für eine Beziehung zwischen Aufmerksamkeitsleistung und Dyskalkulie erbringen z.B. Lindsay et al. (2001), die mittels der Conner's Computerized Continuous Performance Tests (CPT) bei niedrigeren arithmetischen Leistungen inkonsistentere Reaktionszeiten (Aufmerksamkeitsfluktuation) sowie eine größere Anzahl von Verwechslungsfehlern (impulsives Antwortmuster) fanden.

KOMBINIERTE STÖRUNG SCHULISCHER FERTIGKEITEN

Neuropsychologische Studien geben Hinweise darauf, dass Kinder mit einer kombinierten Lese- und Rechenstörung Gedächtnisdefizite sowohl im verbalen und visuell-räumlichen Arbeitsgedächtnis (Swanson, 1993) als auch im Erwerb und Vergessen von Lernmaterial (Brainerd & Reyna, 1991; Steeves, 1983) aufweisen. Des Weiteren bestätigen sich beeinträchtigte visuomotorische Integrationsleistungen, die über das Nachzeichnen von Figuren und über konstruktional-praktische Tests (Cermak & Murray, 1991) erfasst werden, sowie visuell-räumliche Defizite (Shafir & Siegel, 1994). Miles und Ellis (1981) führen zur Erklärung der mathematischen Schwächen bei Dyslektikern das häufig zu beobachtende Phänomen des sogenannten „ACID-Profiles“ an (reduzierte Leistungen in den WISC-Untertests Arithmetic, Coding, Information and Digit Span). Dieses führen sie auf ein lexikalisches De-

fizit zurück. Dabei stellt Miles (2002) das Syndrom Dyskalkulie sogar gänzlich in Frage. Was leseschwache Kinder sowohl in reiner Form, als auch in einer kombinierten Störung im Vergleich zu nur rechengestörten Kindern auszeichnet, sind v.a. Defizite in der linguistischen bzw. phonologische Verarbeitung und in Gedächtnisfunktionen, insbesondere im Kurzzeitgedächtnis (Shafir & Siegel, 1994). Bei deutschsprachigen Kindern mit Dyskalkulie und Dyslexie fanden sich ebenfalls erhebliche Defizite in sprachgebundenen Leistungen sowie in den Bereichen der auditiven Gedächtnisspanne und des auditiven Kurzzeitgedächtnisses. Während Kinder mit einer Dyskalkulie ohne Lese- und Rechtschreibschwierigkeiten besondere Auffälligkeiten in visuell-räumlichen und visuo-konstruktiven Fertigkeiten zeigen (Süß-Burghart, 2001). Der arithmetische Fehlerschwerpunkt bei Kindern mit einer zusätzlichen Lesestörung wird v.a. im Bereich des Faktenwissens numerischer Daten beobachtet (Rourke, 1993) und hypothetisch auf Defizite im Abruf visuell-verbaler Gedächtnisrepräsentationen zurückgeführt (Räsänen & Ahonen, 1995). Die Annahme eines zugrundeliegenden semantischen Gedächtnisdefizits findet sich auch bei Geary (1993, S. 356):

„For many children, MD and RD co-occur because of a common underlying neuropsychological deficit, perhaps involving the posterior regions of the left hemisphere. At the cognitive level, this deficit manifests itself as difficulties in the representation and retrieval of semantic information from long-term memory. This would include fact-retrieval problems in simple arithmetic and, for instance, word-recognition and phonological-awareness difficulties in reading.“

Dass die phonologische Verarbeitung den Erwerb mathematischer Rechenfertigkeiten beeinflusst, wurde bislang vielseitig belegt (Bull & Johnston, 1997; Geary, 1993; Rourke & Conway, 1997). In einer Längsschnittstudie von der zweiten bis zur fünften Klasse zeigen Hecht et al. (2001) differenziert auf, dass das phonologische Gedächtnis, die Zugangsrate zum phonologischen Kode im Langzeitgedächtnis sowie die phonologische Bewusstheit jeweils mit den allgemeinen Rechenfertigkeiten assoziiert sind. Während die beiden erstgenannten phonologischen Fertigkeiten die mathematischen Leistungen nur bei Zweitklässlern spezifisch mit vorhersagen, beeinflusst die phonologische Bewusstheit den Zuwachs der arithmetischen Fertigkeiten über den gesamten Untersuchungszeitraum. Die Autoren schließen, dass dieselben phonologischen Verarbeitungsleistungen, die sich als beeinflussende Faktoren im Leseerwerb herausstellen, auch den Zuwachs der allgemeinen Rechenfertigkeiten vorhersagen.

Diese Beziehungen von Dyskalkulie und Defiziten in der sprachlichen Entwicklung wird auch von einer Reihe weiterer Untersuchungen bestätigt. So stellen Gross-Tsur et al. (1997) eine erhöhte Prävalenz von Entwicklungsdyskalkulie von 55% bei Schulkindern der dritten bis zur sechsten Klasse, bei denen im Kindergarten eine Sprachentwicklungsstörung diagnostiziert wurde, fest. Die Autoren hypothetisieren, dass sich die Beziehung zwischen Entwicklungsdyskalkulie und Sprachentwicklungsstörungen gemeinsam auf beeinträchtigte expressive und rezeptive linguistische Fertigkeiten zurückführen lassen kann. So könnte z.B. ein supramodaler Mechanismus existieren, der komplexe Zahlen in einzelne numerische Einheiten und Wör-

ter in einzelne Grapheme analysiert. Die Beziehung zwischen Arithmetik und Sprache wird entsprechend durch eine neuropsychologische Entwicklungsstörung erklärt, die multiple Bereiche kognitiver Funktionen beeinträchtigt, wie z.B. die visuoräumliche Kognition (Rourke, 1993). Alternativ könnten beide Entwicklungsstörungen die Folge einzelner Hirnschädigungen mit Abnormalitäten in angrenzenden Arealen kortikaler Netzwerke darstellen, die beide an der sprachlichen und arithmetischen Verarbeitung beteiligt sind. In einer Querschnittsuntersuchung an Kindergartenkindern mit Sprachentwicklungsstörung stellen Manor et al. (2000) fest, dass niedrige Leistungen im Zahlenverständnis und in arithmetischen Operationen sowohl mit rezeptiven als auch mit expressiven Sprachdefiziten assoziiert sind, während schwache Zählfertigkeiten mit expressiven Minderleistungen korrelieren.

Das gleichzeitige Auftreten von Rechenstörungen und Störungen im Lesen, Rechtschreiben, Sprech- und Sprachbereich wird von einigen Untersuchern in unterschiedlichen Sprachsystemen mit 17.1% bis 75% angegeben (Alarcon et al., 1997; Gross-Tsur et al., 1996; Lewis et al., 1994; Ramaa & Gowramma, 2002; Von Aster & Göbel, 1990), was sprachliche Verarbeitungsdefizite als mit bedingende Ursache von Rechenstörungen annehmen lässt (Donlan, 1993; Fazio, 1994). Die große Variabilität im Vorkommen einer dualen Störung schließt jedoch aus, dass sprachliche Fertigkeiten als alleinige, direkte Einflussgröße auf mathematische Kompetenzen wirken. Light und De Fries (1995) hypothesieren genetische und Umweltfaktoren als modulierende Größen in der komorbiden Erscheinung von Dyslexie und Dyskalkulie. In Bezug auf den Verlauf der komorbiden Form von Rechenstörungen wird von einigen Autoren eine anhaltendere Manifestation von arithmetischen Schwierigkeiten beschrieben, die sich in umfangreichen mathematischen Bereichen wie z.B. exakter Faktenabruf, Schätzaufgaben, (mathematisches) Problemlösen darstellt (Fuchs & Fuchs, 2002; Hanich et al., 2001; Räsänen & Ahonen, 1995).

Modelle des Erwerbs der Zahlenverarbeitung und des Rechnens.

Im Folgenden werden kognitiv-neuropsychologische und entwicklungspsychologische Modelle zum Erwerb mathematischer Kompetenzen vorgestellt. Auf eine umfassende Darstellung der in der einschlägigen Forschung bekannten Erwerbsmodelle für den mathematischen Bereich (z.B. Aebli, 1987; Karmiloff-Smith, 1992; Piaget, 1970) wurde verzichtet. Es werden nur stellvertretend diejenigen Entwicklungsmodelle angeführt, die sich vor dem Hintergrund des derzeitigen kognitiv-neuropsychologischen Stands der Forschung zur Erklärung des klinischen Störungsbildes der Entwicklungsdyslexie als relevant erwiesen haben.

Obwohl die Formulierung des „Triple-Code“ Modells von Dehaene (1992) auf Studien mit erwachsenen Probanden und Patienten basiert, liefert es einen wichtigen Beitrag für die ontogenetische Sichtweise der arithmetischen Fertigkeiten und Störungen. Die unterschiedlichen Arten von Zahlenrepräsentationen im Gehirn mit ihrer spezifischen Lokalisation führen zur Hypothese, dass die analoge Mengenrepräsentation (approximativ-räumlich) ontogenetisch älter ist als die exakte verbale Repräsentation von Zahlen. Laut Dehaene et al. (1999) ist das analoge Modul angeboren, sprachunab-

hängig und hat die Bedeutung eines Zahlensinns. Hinweise für spezifische Repräsentationen von Zahlen ergeben sich aus experimentellen Studien mit Säuglingen (Gallistel & Gelman, 1992; Starkey et al., 1990; Whalen et al., 1999; Wynn, 1992; Xu & Spelke, 2000) und einer Reihe von anderen nicht-menschlichen Säugetieren wie Affen oder Ratten (Brannon & Terrace, 1998; Boysen & Berntson, 1989; Dehaene et al., 1998), die eine ausschließlich approximativ-räumliche Repräsentation von Zahlen besitzen. Die Ergebnisse beziehen sich auf die Demonstration numerischer Diskrimination, intermodaler Perzeption der Zahligkeit und elementarer arithmetischer Fähigkeiten.

Geary (1995) nennt diese angeborenen quantitativen Kompetenzen universale, biologische primäre Fähigkeiten, die ein implizites Verständnis von der Zählbarkeit von Mengen, d.h. lokalisierte und größenabhängige Mengenbegriffe (Starkey, 1992; Starkey et al., 1990), Ordinalität (Strauss & Curtis, 1984), Zählen (Sharon & Wynn, 1998) und einfacher Arithmetik wie Additions- und Subtraktionsprinzip (Simon et al., 1995; Wynn, 1992) ermöglichen. Die bei Säuglingen und Tieren gefundenen Effekte der numerischen Distanz und der Zahlengröße führen Dehaene et al. (1998) als weitere Belege für die Hypothese einer biologisch determinierten elementaren Arithmetik in den systematischen Parallelitäten der Zahlenverarbeitung bzw. in der Repräsentation numerischer Quantitäten an. Einschränkend wird von den Autoren darauf hingewiesen, dass direkte parallele Studien mit identischen experimentellen Paradigmen noch ausstehen und sich die Studien bei Säuglingen auf die Verarbeitung von kleinen Zahlen (4-6 Items) beschränken.

Die bei Neugeborenen und Kleinkindern experimentell erforschten frühen präverbalen numerischen Fähigkeiten scheinen wichtige Vorläufer für die komplexeren Mengen-, Zähl- und arithmetische Fertigkeiten während der Vorschuljahre, noch ohne formale Unterrichtung, zu sein (Gelman, 1990). Sie unterstützen die Entwicklung späterer mathematischer Fähigkeiten, insbesondere die Ausbildung der verbalen und visuell-arabischen Repräsentationsmodule (Transkodieren, Zählprinzipien, Zählstrategien) sowie der assoziierte Erwerb von Zahlenfakten und prozeduralem Wissen. Erst mit dem Eintritt in die Schule wird auf der Grundlage des schon vorhandenen analogen und linguistischen Vorwissens für Zahlen ein Modul für die arabische Notation ausgebildet und weitere Regeln für das Transkodieren zwischen Wortform und arabischer Zahlenform und an die arabische Notation gebundene Rechenprozeduren gelernt. Dehaene et al. (1999) charakterisieren diesen Typus der Zahlenverarbeitung als diskret, exakt sowie sprach- und kulturspezifisch. Diese Lernerfahrungen sind wiederum Voraussetzungen für die Erweiterung des semantisch-analogen Moduls, das nun von frühen konkreten Mengenvorstellungen zu einer nach dem dekadischen System gegliederten abstrakten Zahlraumvorstellung übergeht (von Aster, 2000). Die Ergebnisse zur Erfassung des approximativen Sinns von Zahlengrößen zeigen, dass die Repräsentation von analogen Zahlen bei jungen Kindern der bei Erwachsenen qualitativ ähnlich ist und sich bei letzteren nur der Bereich der Zahlenrepräsentationen erweitert. Dies deutet auf die Repräsentation eines relativ stabilen und systematischen imaginierten Zahlenraumes hin (Carey, 1998; Huntley-Fenner, 2001; Temple & Posner, 1998).

Geary (1995) beschreibt dieselben Bedingungen aus einer kognitiven entwicklungspsychologischen Perspektive. Er nimmt an, dass sich die biologisch primären Fertigkeiten zu biologisch sekundären Fähigkeiten ausbilden, die sich durch soziale Einflüsse wie Beschulung und kulturelle Traditionen formen (z.B. dekadisches Notationssystem, Transkodierung zwischen Zahlwort und arabischer Zahlform, schriftliche Rechenoperationen, Textaufgaben). Belege für den Einfluss linguistischer, kultureller sowie pädagogischer Faktoren auf spezifische Komponenten der Zahlenverarbeitung und des Rechnens wie z.B. das Zählen, schriftliches Zahlenwissen, das Rechnen oder das perzeptive Schätzen von Mengen erbringen auch Dellatolas et al. (2000) in einem transkulturellen Vergleich von normal entwickelten Schulkindern.

Derartige entwicklungsbezogene Veränderungen in der Zahlenverarbeitung werden z.B. auch mittels der Repräsentation der numerischen Konzepte Parität und Zahlengröße dargestellt. Die Reaktionszeiten bimanueller Antworten zeigen bei Schülern in den dritten und vierten Klassen einen SNARC- (Spatial-Numerical Association of Response Codes, s. Dehaene et al., 1993) Effekt: Bei kleinen Zahlen wird mit der linken Hand und bei großen Zahlen mit der rechten Hand schneller reagiert. Diese Ergebnisse belegen eine automatisierte, d.h. nicht nur an Aufgaben gebundene Mengenrepräsentation der numerischen Information, für die die Größeninformation von Relevanz ist, in Form einer von links nach rechts orientierten mentalen Zahlenlinie. Dies könnte auf die Existenz einer Art präverbaler analogen Medium für die Zahlenrepräsentation schließen lassen (s. Dehaene et al., 1990, „Stimulus-Response Kompatibilitätseffekt“). Im höheren Alter tritt bei den Schülern ein semantisch-linguistischer Effekt auf, der auf einer Assoziation zwischen den Adjektiven „gerade“ und „rechts“ sowie „ungerade“ und „links“ basiert und die räumlich-numerischen Assoziationen überlagert (MARC-Effekt: Schnellere Antworten mit der rechten Hand bei geraden Zahlen und mit der linken Hand bei ungeraden Zahlen, z.B. Berch et al., 1999).

Im Rahmen eines „kognitiv-neuropsychologischen Modells der Entwicklung von zahlenverarbeitenden Fertigkeiten“ veranschaulicht von Aster (2000) entlang einer Zeitachse die Reifung und Ausdifferenzierung der Dehaene'schen Module. Er geht davon aus, dass sowohl genetisch-biologische Prädispositionen als auch umweltbezogene Einflüsse und Lernerfahrungen die Entwicklung zahlenverarbeitender Hirnfunktionen bestimmen. Dabei hängt die Entwicklung jeder einzelnen Repräsentationsform (Modul) auch von der Entwicklung über Transkodierungnetzwerke assoziierter Module ab. Unter der Annahme, dass der Erwerb arithmetischer Fertigkeiten in Abhängigkeit vom Input aus beiden Hemisphären zu unterschiedlichen Phasen des Erwerbsprozesses einer hierarchischen Natur unterliegt, wird vermutet, dass eine Entwicklungsstörung jeder Hemisphäre den normalen Lernprozess beeinträchtigt (Shalev et al., 1995).

Subtypendifferenzierung. In der Klassifizierung der dyskalkulischen Störungen wird vorwiegend auf die Ergebnisse kognitiv neuropsychologischer Analysen der erworbenen Akalkulie bei Erwachsenen Bezug genommen. Jedoch spiegelt die Vielzahl von Ansätzen zur Typisierung von Ent-

wicklungsdyskalkulien die große Diversität von Beeinträchtigungen in der Zahlenverarbeitung und im Rechnen wider. Es wird deutlich, dass eine direkte Anlehnung an die Typologien der Akalkulie bei Hirngeschädigten nicht möglich ist, da klinische Erfahrungen zeigen, dass sich bei Kindern mit Entwicklungsdyskalkulie häufig eine Kombination mehrerer Dyskalkulieformen zeigt.

Der Versuch eines detaillierten funktionalen Klassifikationssystems wird von Kosc (1974,1981) unternommen. Er unterscheidet zwischen sechs unterschiedlichen Typen von Entwicklungsdyskalkulien, die alle isoliert auftreten können (verbal dyscalculia, practognostic dyscalculia, lexical dyscalculia, graphic dyscalculia, ideognostic dyscalculia, operational dyscalculia). Die Subtypenklassifizierung von Entwicklungsdyskalkulien wird häufig auch auf die von McCloskey (McCloskey, 1992; McCloskey et al., 1985) beschriebenen Komponenten des erwachsenen arithmetischen Systems im Rahmen eines modularen kognitiven Modells arithmetischer Prozesse (s.o.) bezogen. Darin werden Störungen der Zahlenverarbeitung, Zahlfakten und des prozeduralen Wissens unterschieden.

Schließlich wurden auch auf der Grundlage des „Triple Code“ - Modells (Dehaene & Cohen, 1995; Dehaene, 1992) Subtypen der Dyskalkulien von von Aster (1996a,b, 2000) klassifiziert. Mittels einer Cluster-Analyse der erhobenen ZAREKI-Testdaten untermauert von Aster das Modell von Dehaene. Die ZAREKI (von Aster 2001; von Aster et al., 1995) ist eine neuropsychologisch begründete Testbatterie, die verschiedene semantische und kodierungsspezifische Elemente der Zahlenverarbeitung erfasst. Die erste Gruppe der Kinder mit Lernschwächen im Rechnen zeigt schwergradige Rechenstörungen („tiefgreifender Subtyp“), die nahezu alle überprüften mathematischen Fertigkeitsbereiche (Zahlwort, Arabische Zahl, Analoge Größe) betreffen. Fast alle Kinder dieses Subtyps zeigen zusätzliche Schwierigkeiten im Lesen und Rechtschreiben, und mehrheitlich manifestieren sich Auffälligkeiten im Verhalten und im emotionalen Erleben. Dem „sprachlichen Subtyp“ werden Kinder zugeordnet, wenn sie ausschließlich gravierende Schwächen im Bereich der Zählfertigkeiten und beim Kopfrechnen (Abzählen, Rückwärtszählen, Addieren und Subtrahieren) aufweisen. Zusätzlich sind bei den meisten Kindern dieser Unterform Schwierigkeiten im Lesen und Rechtschreiben und bei der Hälfte der Kinder Aktivitäts- und Aufmerksamkeitsstörungen zu beobachten. Während bei dieser Untergruppe der eigentliche Mengen- oder Zahlensinn gut entwickelt zu sein scheint, wird vermutet, dass infolge von Sprachentwicklungsproblemen, Störungen in der Aufmerksamkeit oder dem Arbeitsgedächtnis Zählstrategien beim Anwenden arithmetischer Prozeduren fehleranfällig sind. Dadurch wäre der Aufbau von Abrufstrategien und Faktenwissen erschwert. Der dritte Typus wird als „arabischer Subtyp“ bezeichnet und betrifft Kinder mit Beeinträchtigungen beim Transkodieren von Zahlen in Wortform zur arabischen Form und umgekehrt sowie beim Vergleichen von Zahlen. In dieser Gruppe von Kindern zeigt sich überzufällig der Faktor Fremd- und Zweisprachigkeit als negativer Einfluss auf die mathematischen Fertigkeiten, der durch das Handicap der Bewältigung spezifischer zahlenlinguistischer Probleme der deutschen Zahlwortreihe interpretiert wird.

Die Bedeutung linguistischer, linkshemisphärisch dominierender Prozesse im Erwerb des Rechnens und ihre entsprechenden Hypothesen zur Ätiologie der Dyskalkulie (Ashcraft, 1983; Geary, 1993; Warrington, 1982) werden in der Formulierung des Subtypes „R-S“ bzw. „BPPD“ (Rourke, 1993) hervorgehoben. Dieser grenzt sich vom Typ „A“ ab, bei dem Bereiche in der Zahlenverarbeitung beeinträchtigt sind, die als Teilaspekt des umfassenden Syndroms der Nonverbal Learning Disabilities in Erscheinung treten, und der durch eine Störung der rechten Hemisphäre verursacht wird (Rourke, 1993; Semrud-Clikeman & Hynd, 1990). Hypothesen über die zu vermutenden hemisphärenspezifischen Dysfunktionen finden sich auch in der von Geary (1993) entworfenen Taxonomie entwicklungsbezogener Rechenstörung wieder. Auf der Grundlage von Fehleranalysen unterscheidet er drei Dyskalkulievarianten: Störung des semantischen Gedächtnisses (linkshemisphärische Dysfunktion), Störung der prozeduralen Operationen (allgemeine Störung der sprachlichen und nicht-sprachlichen Informationsverarbeitung) und raumanalytische Störung (rechtshemisphärische Dysfunktion).

Abschließend ist festzustellen, dass in Anbetracht der umfassenden und komplexen kognitiven Defizite bei Rechenstörungen ein Bezug zu arithmetischen Leistungsschwächen wohl nur über die explizite Definition von Kerndefiziten der Dyskalkulien gelingen kann. So wurden in diesem Kapitel spezifische mathematische Anforderungen vor dem Hintergrund neuropsychologischer Störungsbilder, Funktionsmodellen, Entwicklungsmodellen sowie Subtypenklassifizierungen dargestellt.

KOMORBIDITÄTEN MIT PSYCHIATRISCHEN AUFFÄLLIGKEITEN

Bei Kindern mit Lernstörungen im Alter zwischen elf und zwölf Jahren liegt nach Prior et al. (1999) eine Komorbidität mit externalisierenden und internalisierenden Verhaltensstörungen von 52% vor. Dabei stellen vorhandene Rechenstörungen ein besonders großes Risiko für eine psychiatrische Diagnose dar (65% bei Kindern mit Rechenstörungen versus 31% bei Kindern mit Lese- und Rechtschreibstörungen). Auch deutschsprachige Untersuchungen zeigen, dass Lernstörungen sehr überdauernd sein können und beträchtliche Folgewirkungen für das Selbstbild und das soziale Verhalten haben können (Esser & Schmidt, 1993). Umschriebene Entwicklungsstörungen im Grundschulalter werden langfristig mit einer ungünstigen Prognose für die schulische Karriere und den Berufserfolg sowie die seelische Entwicklung verbunden (Esser et al., 2002).

Die epidemiologische Mannheimer Längsschnittstudie (Esser, 1991; Esser & Schmidt, 2000) kommt zu dem Ergebnis, dass im Vergleich zu Schülern mit anderen UES, die rezep tive Sprachstörungen, Artikulationsstörungen sowie UES der motorischen Funktionen (motorische Koordination, Visuomotorik) betreffen, Kinder mit Lese- und Rechtschreibstörung im Alter von 13 Jahren den ungünstigsten schulischen Entwicklungsstand zeigten: Nur 27% besuchten das Gymnasium - im Vergleich zu 58% der Kinder mit Sprachentwicklungsstörungen oder motorischen Entwicklungsstörungen. Im Alter von 18 Jahren hatten von Kindern mit Lese- und Rechtschreibstörung nur 12% Gymnasial- oder Realschulniveau erreicht - im Vergleich zu 59% der Restgruppe mit UES. Im Rahmen dieser Kurpfalzstudie werden die Auswirkungen von Achtjährigen mit einer Lese- und Rechtschreibstörung im Alter von 25 Jahren von Esser et al. (2002) beschrieben: Eine ungünstige schulische Entwicklung findet sich bestätigt, d.h. sie entsprach nicht dem Erwartungsniveau aufgrund der allgemeinen kognitiven Leistungsfähigkeit der betroffenen Kinder mit Lese- und Rechtschreibstörung. Der endgültige Schulerfolg war zwar schwächer als der bei Kindern ohne UES vor, unterschied sich hier allerdings nicht signifikant von der Gruppe mit anderen UES, obwohl die Kinder mit Lese- und Rechtschreibstörung tendenziell am schlechtesten abschnitten. Des weiteren haben die Erwachsenen mit im Grundschulalter diagnostizierter Lese- und Rechtschreibstörung im Vergleich mit Gleichaltrigen ohne UES und mit anderen UES der Tendenz nach weniger qualifizierte Berufsabschlüsse (s. auch Maughan, 1995; Strehlow et al., 1992) bzw. keinen Berufsabschluss erworben und sind erwartungsgemäß häufiger arbeitslos.

Die Untersuchung psychischer Begleiterscheinungen ergibt, dass Kinder mit Lese- und Rechtschreibstörung langfristig deutlich mehr expansiv-dissoziale Störungen aufweisen (Rutter et al., 1976; Spreen, 1981; Esser & Schmidt, 1993; Maughan, 1995). Dies zeigt sich z.B. in der Kurpfalzstudie sowohl im Vergleich zu Kindern mit anderen UES als auch ohne UES und gilt nicht nur für das Jugendalter, sondern auch für das Erwachsenenalter. Im Vergleich zu Gleichaltrigen ohne UES werden erhöhte Werte in der Gesamt-

symptomatik gefunden. Hier erzielen die jeweiligen Summen von dissozialen, hyperkinetischen und suchtbezogenen Auffälligkeiten overall-Signifikanzen. In Bezug auf introversive Symptome unterscheiden sich die Gruppen nicht voneinander. Es soll hier nochmals verdeutlicht werden, wie vorrangige Funktionsstörungen im Lesen und Schreiben eine ungünstige Prognose hinsichtlich psychischer Gesundheit psychosoziale Konsequenzen bedingen, die letztendlich eine begabungsadäquate schulische und berufliche Entwicklung gefährden.

Begleitende Verhaltensstörungen sind bei umschriebenen Lesestörungen (developmental dyslexia) ebenfalls vorhanden. Es wird eine häufige Komorbidität mit dem Hyperkinetischen Syndrom berichtet (August & Garfinkel, 1990; Gilger et al., 1992; Pennington et al., 1993; Semrud-Clikeman et al., 1992). Emotionale Probleme kommen häufiger während der frühen Schulzeit vor, Störungen des Sozialverhaltens und Hyperaktivitätssyndrome treten eher in der späteren Kindheit und in der Adoleszenz auf. Ein niedriges Selbstwertgefühl ist häufig, ebenso wie Anpassungsprobleme in der Schule und in der Beziehung zu Gleichaltrigen (ICD-10, S. 276).

Studien, die die Verhaltensauffälligkeiten bei Kindern mit Rechenstörung überprüfen, zeigen auf, dass Kinder mit persistierenden Rechenstörungen mehr emotionale Symptome und Verhaltensauffälligkeiten entwickeln als Kinder ohne anhaltende Störungen (Shalev et al., 1998). So werden im fünften Schuljahr von den Eltern der Kinder mit persistierender Dyskalkulie signifikant mehr Probleme (CBCL 4-18) in der übergeordneten Syndromskala „internalisierende Auffälligkeiten“ sowie in den Einzelsyndromen Aufmerksamkeitsprobleme und Angst/ Depression berichtet. Während sich zum Zeitpunkt des achten Schuljahres eine Abnahme der Verhaltensprobleme in den beiden Gruppen der Kinder mit persistierenden und nicht-persistierenden Rechenstörungen einstellte, berichtete der größte Teil der Eltern der Kinder aus der erstgenannten Gruppe über mehr Probleme als die Eltern der Kinder ohne persistierende Rechenstörungen. Klinisch-relevante soziale Probleme charakterisieren beide Gruppen zu beiden Untersuchungszeitpunkten. Insgesamt wurde deutlich, dass Kinder mit einer ursprünglich gravierenderen arithmetischen Leistungsbeeinträchtigung mit größerer Wahrscheinlichkeit eine persistierende Rechenstörung entwickeln und weiterhin einen höheren Schweregrad der Verhaltensauffälligkeiten manifestieren.

Die Zusammenführung der Ergebnisse einer Querschnitts- und Längsschnittsstudie zur Überprüfung der externen Validität zweier Subtypen von Lernstörungen ergibt, dass die Mehrheit des Typus mit phonologischen Verarbeitungsstörungen (BPPD) eine relativ normale psychosoziale Anpassung aufweist, während sich eine Erhöhung der Inzidenz von internalisierenden psychosozialen Dysfunktionen mit zunehmenden Jahren in der Gruppe des NLD-Typus abzeichnet (Fuerst & Rourke, 1993; Pelletier et al., 2001).

Die Annahme Rourkes einer spezifischen Beziehung zwischen Art und Niveau der psychosozialen Funktion und kognitiven/ akademischen Leistungsprofilen ist jedoch nicht allgemein akzeptiert. So kann bei Kindern mit einer kombinierten Störung schulischer Fertigkeiten nicht bestätigt werden, dass diese keine nennenswerten psychopathologischen Auffälligkeiten auf-

weisen. Es finden sich z.B. die spezifischen Lernstörungen im Lesen und Rechtschreiben deutlich mit externalisierenden Störungen assoziiert (Esser, 1992). Von Aster (1994) benennt starke Zusammenhänge zwischen psychopathologischen Befunden und nicht nur der Störungsgruppe, sondern auch dem Geschlecht. Erwartungsgemäß zeigen Kinder mit umschriebener Dyskalkulie deutlichere Manifestationen internalisierender Störungen. Davon sind die Mädchen häufiger betroffen. Im Gegensatz dazu zeigen Kinder mit kombinierter Störung schulischer Fertigkeiten die Tendenz zu externalisierenden Störungen. Diese sind jedoch bei Jungen stärker ausgeprägt. Die internalisierenden Störungen in dieser Störungsgruppe treten wiederum häufiger bei Mädchen auf.

Es kann folglich davon ausgegangen werden, dass sich sowohl bei Lese- und Rechtschreibstörungen als auch bei Rechenstörungen gleichermaßen eine Sekundärsymptomatik entwickelt, die sich in der psychischen und somatischen Befindlichkeit sowie in Verhaltensabweichungen manifestiert. Eine Erklärung für die divergenten Befunde kann in Anlehnung an die Interpretation der vielfachen Annahmen zur Entstehung von umschriebenen Entwicklungsstörungen schulischer Fertigkeiten dahin gehen, dass Unterschiede in den Definitionskriterien, Untersuchungsinstrumenten und Stichprobenauswahl vorliegen.

NEUROPSYCHOLOGISCHE TESTBATTERIEN FÜR KINDER

Aus dem Überblick zur Entwicklungsdyslexie und -dyskalkulie wird deutlich, dass neben den spezifischen Defiziten im Lesen, Rechtschreiben und Rechnen eine beträchtliche Vielfalt von Funktionsdefiziten vorliegt, was eine umfassende neuropsychologische Charakterisierung von kognitiven Funktionen und Verhaltensweisen notwendig macht. Im Folgenden werden die zur Verfügung stehenden Methoden besprochen, bevor auf die spezifischen Fragestellungen dieser Arbeit eingegangen wird.

Eine der Charakteristiken von Kindern mit Entwicklungsstörungen oder Lernstörungen ist, dass sie typischerweise multiple, überlappende kognitive oder visuomotorische Störungen aufweisen, und weniger eine einzige Störung (s. Korkman et al., 1998). Forschungsansätze in diesem Bereich führen zunehmend in die Spezifizierung der primären Defizite in unterschiedlichen Funktionsbereichen wie der Sprache, des Gedächtnisses, der exekutiven Funktionen, der Visuomotorik oder der visuell-räumlichen Verarbeitung, die den verschiedenen Entwicklungsstörungen zugrunde liegen können (s. Kapitel Ätiologische Modelle).

Für die Diagnostik von Lernstörungen als heterogene Diagnosegruppe erscheint es folglich notwendig, umfassende neuropsychologische Testbatterien heranzuziehen, da „nur durch die Anwendung verschiedenartiger, sich ergänzender Messverfahren die Möglichkeit gegeben ist, den Funktionszustand zerebraler Strukturen umfassend und differenziert zu beschreiben“ (Melchers & Lehmkuhl, 2000. S. 629 ; s. Lezak, 1983). Um eine qualitative und quantitative Analyse der Funktionsausfälle zu bestimmen, richtet sich die Wahl der Einzeltests nach ihrem Validitätsbereich, d.h. alle zu einer Testbatterie bzw. zu einem relativ eng umschriebenen funktionalen Merkmalsbereich kombinierten Einzeltests sollten in etwa dasselbe Merkmal möglichst genau erfassen, wenn auch von einem unterschiedlichen Gesichtspunkt aus.

Die Besonderheit der neuropsychologischen Diagnostik im Kindes- und Jugendalter liegt jedoch nicht nur darin, dass „differenzierte Aussagen über verschiedene Funktionen gemacht werden, sondern auch Beziehungen zwischen Gehirn und Verhalten ebenso berücksichtigt werden wie die anhaltenden entwicklungsbedingten Veränderungen in diesem Lebensabschnitt“ (Melchers & Lehmkuhl, 2000. S. 631). Nach Deegener et al. (1992) haben Ursachen, Hirnstrukturen und -funktionen, Verhalten und Erleben eine zeitliche Dimension und sind Veränderungen unterworfen.

„Die Entwicklungspsychologie lehrt, dass das Kind mehr und vor allem etwas anderes ist als ein kleiner Erwachsener. Ergebnisse der Neuropsychologie belegen, dass die Funktionen des in Entwicklung befindlichen kindlichen Gehirns nicht denen des adulten Gehirns auf einer unreifen Entwicklungsstufe entsprechen, sondern qualitativ und topographisch unterschiedlich organisiert sind.“ (Melchers & Lehmkuhl, 2000. S. 614).

Zum gegenwärtigen Stand der Forschung ist es nach Korkman et al. (1998) auch nicht ratsam, auf der Grundlage von Ergebnissen, die anhand einer neuropsychologischen Testbatterie für Kinder/ Jugendliche (s. NEPSY) erzielt wurden, Schlussfolgerungen hinsichtlich Lokalisierung und Lateralisierung von Hirnstörungen zu ziehen. Als Gründe dazu führen sie z.B. an, dass Hirnabnormalitäten bei Kindern häufig multifokaler oder diffuser Art sind oder Kinder zu simultanen Defiziten tendieren, was die Trennung von primären und sekundären Defiziten kompliziert. Ferner gibt es für das Kindesalter kein vollständiges Wissen über die Struktur von komplexen Funktionen. Sie berichten weiter, dass es in der gegenwärtigen Neuropsychologie bei Kindern immer noch an Konsens bezüglich der Klassifikationen und Typen von Störungen fehle.

Im Kindes- und Jugendalter findet sich der Einsatz von Standardscreeeningbatterien in der neuropsychologischen Funktionsdiagnostik ebenfalls kontrovers diskutiert. Er hat gegenüber auf den Einzelfall zugeschnittenen Zusammenstellung vieler Teilleistungstests sowohl psychometrische (höhere normative Vergleichbarkeit) als auch inhaltlich Vorteile (systematische und theoriegeleitete Konzeption). Darüber hinaus werden über die intraindividuelle Vergleichbarkeit der Ergebnisse wichtige Informationen über Leistungsstärken erfasst. Es erscheint sinnvoll, aus dem Ergebnisprofil Hypothesen über die Art der Funktionsstörungen abzuleiten und bei auffälligen Ergebnissen weiter differenzierende Untersuchungen anzuschließen (Lösslein & Deike-Beth, 2000). Die Vorteile eines eklettischen neuropsychologischen Untersuchungsansatzes mittels Einzeltests liegen in der höheren Flexibilität und möglicherweise größeren ökologischen Validität (s. Melchers & Lehmkuhl, 2000).

Die Dimensionen der neuropsychologischen Diagnostik umfassen Bereiche der allgemeinen Lernfähigkeit, Gedächtnis, Aufmerksamkeit, Visuomotorik und Sprache. Nach Rourke et al. (1983) sollten der sensorisch-perzeptive Bereich (z.B. taktil-kinästhetisch, visuell, auditiv), motorisch-psychomotorischer Bereich, psycho-linguistischer Bereich (auditive Diskrimination, Gedächtnis, auditiv-visuelle Verbindungen, Feinabstimmung der Sprechwerkzeuge, produktive Nutzung der auditiven, visuellen und taktil-kinästhetischen Rückkoppelungen) sowie Konzeptbildungsfähigkeiten, Problemlösen und Hypothesentesten gezielt überprüft werden.

Dieser Analyse als aufgaben- und prozessbezogene Beschreibung von neuropsychologischen Grundfunktionen, unter Berücksichtigung der unterschiedlichen Beteiligung sensorischer, motorischer und sprachlich-kognitiver, handlungsregulierender Systeme (Renschmidt & Schmidt, 1981), kann sich auch die Überprüfung der darauf aufbauenden Leistungen und Lernprozessen wie z.B. Lesen, Schreiben und Rechnen selbst anschließen (vgl. TÜKI).

Ein wichtiges Ziel der neuropsychologischen Teilleistungsdiagnostik im Kindesalter ist es, eine umfassende, systematische, differenzierte, theoriegeleitete, prozess- und aufgabenbezogene Beschreibung von Teilleistungsstärken, Normalleistungen und Teilleistungsschwächen zu erhalten. Erst diese Informationen führen zu einem Verständnis der Charakteristik der

Probleme des Kindes und geben Einblick in die Mechanismen einer kognitiven Störung. Dies unterstützt realistische Erwartungen an das Kind und schafft eine Grundlage für die gezieltere Planung der Intervention und des Förderunterrichts. Auf der Grundlage einer Profilanalyse lassen sich im Allgemeinen drei neuropsychologisch orientierte Förderansätze ableiten: Ein direktes Angehen der neuropsychologischen Schwächen (attacking the weakness), das Nutzen und Weiterentwickeln der neuropsychologischen Stärken (enhancing the strength) sowie ein kombiniertes Vorgehen. Vor diesen Hintergrund kann eine Entscheidung darüber getroffen werden, welche Funktionen kompensatorisch eingesetzt werden könnten und welche gestörten Funktionen trainierbar sind. Mit diesen Fragestellungen ist die diagnostische Klassifizierung eines Kindes mit einer defizitorientierten Zielsetzung der Diagnostik eher zweitrangig. Vielmehr steht die individuelle therapierelevante Leistungsbeschreibung im Vordergrund.

Der vielen neuropsychologischen Testverfahren zugrunde gelegte Begriff der Teilleistung gemäß Luria (1970) und Graichen (1973, 1979) stellt ein hypothetisches Konstrukt dar. Als Teilleistungen werden basale neuropsychologische Funktionen innerhalb eines funktionellen Systems definiert, die wesentliche Voraussetzungen für die Entwicklung bzw. das Erlernen aller komplexen physischen und psychischen Tätigkeiten wie Gedächtnis, Wahrnehmung, Lernen, Intelligenz, Motivation, Emotion, Sprache, Willkürbewegung sowie der Kulturtechniken wie Lesen, Schreiben und Rechnen sind. Als solche scheinen die Teilleistungen für die differenzierte Analyse der elementaren Bausteine, die den komplexen Funktionen zugrunde liegen, besonders geeignet. Das Teilleistungskonzept schließt dabei jede Voraussetzung einer spezifischen Entstehungsgeschichte, eines bestimmten Ausprägungsgrades, Alters oder Phänomenbereiches aus. Es wird angenommen, dass neurophysiologische, genetische, individuelle und soziokulturelle Bedingungen gemeinsam für die Entwicklung des jeweiligen Niveaus der Teilleistungen/ -funktionen verantwortlich sind (s. Dietel & Kassel, 1993). Ferner handelt es sich bei den Teilleistungen i.d.R. nicht um unveränderliche Größen, sondern sie sind stark geprägt vom jeweiligen Stand der Entwicklung und damit letztlich kulturabhängig (Luria, 1986).

Die „Teilleistungsschwäche“ wurde ursprünglich von Graichen (1973, S. 113) definiert als „Leistungsminderung einzelner Faktoren oder Glieder innerhalb eines größeren funktionellen Systems, das zur Bewältigung einer bestimmten komplexen Anpassungsaufgabe erforderlich ist“. Der Begriff des funktionellen Systems bezieht sich auf das Funktionsmodell der halbautonomen Systeme von Luria (1970). Um die komplizierte Anpassungstätigkeit des Organismus zentralnervös zu regulieren, bedarf es jeweils eines funktionellen Systems, das sich als komplexe Struktur von Elementen (einzelnen Hirnabschnitten) konstituiert. Diese Elemente arbeiten dynamisch in der Form eines selbstregulierenden Systems zusammen, so dass aus den Beiträgen der einzelnen spezialisierten Teile des Gehirns die Gesamtleistung entstehen kann. Solche funktionellen Systeme lassen sich über die einbezogenen Teilfunktionen oder die beteiligten Hirnareale beschreiben. Luria versucht, eine gemeinsame Funktionsstörung (primäres Defizit) als Ursache für die sekundären systemischen Defizite und damit für das beobachtbare Syndrom zu finden (Syndromanalyse, Faktorenanalyse).

Obwohl es zum Thema neuropsychologische „Teilleistung(sstörungen)“ bereits eine ganze Reihe von Modellvorstellungen (Affolter, 1975; Graichen 1981; Johnson & Myklebust, 1976; Luria 1973; Radigk, 1986) gibt, existiert eine daraus abzuleitende standardisierte neuropsychologische „Teilleistungsdiagnostik“ bis heute erst in Ansätzen, v.a. was den deutschsprachigen Raum anbetrifft. Am bekanntesten sind für den englischen Sprachraum die „Halstead-Reitan Neuropsychological Test Battery for Children“ (Altersbereich: 9-14 Jahre; Reitan & Davison, 1974; Reitan & Wolfson, 1985), die „Reitan-Indiana Neuropsychological Battery for Children“ (Altersbereich: 5-14 Jahre; Reitan & Davison, 1974) sowie die „Luria-Nebraska Neuropsychological Battery for Children“ (Altersbereich: 8-12 Jahre; LNNB-C, Golden, 1981). Das letztere Untersuchungsverfahren stellt eine bedeutende Umsetzung von Lurias qualitativ orientierter Diagnostik von intraindividuellen Teilleistungsfähigkeiten in eine standardisierte und normierte Testbatterie dar (s. Melchers & Lehmkuhl, 2000). Die angeführten Untersuchungsreihen sind aus entsprechenden Testbatterien für Erwachsene hervorgegangen.

Im deutschen Sprachraum ist durch die Rezeption der Werke von Ayres (1979, 1984) eine weitere standardisierte neuropsychologische Untersuchungsreihe für Kinder („Southern California Sensory Integration Tests“, SCSIT, Ayres 1980) bekannt geworden. Neuere Testentwicklungen im Bereich der Intelligenzdiagnostik versuchen verstärkt neuropsychologische Ansätze einzubeziehen. Insbesondere die Konzeption der K-ABC (Kaufman & Kaufman, 1983; Melchers & Preuß, 1991) beinhaltet neben kognitionspsychologischen Theorien neuropsychologische Modellvorstellungen über die zentrale Verarbeitung (s. zentrale Denktheorie von Luria). Die K-ABC deckt acht der Bereiche neuropsychologischer Funktionsdiagnostik nach Luria ab. Nicht erfasst werden die Bereiche akustisch-motorische Koordination, höhere taktil-kinästhetische Funktionen sowie Schreiben. Im Vordergrund steht die auf guter normativer Grundlage quantitative Erfassung intellektueller Fähigkeiten und erworbener Fertigkeiten, die in getrennten Skalen bewertet werden. Die Skala intellektueller Fähigkeiten ist ein gemeinsames Maß aus der Verarbeitungsdichotomie einzelheitliches vs. ganzheitliches Denken. Auf Untertestebene lässt sich zwar ein Profil signifikanter Stärken und/ oder Schwächen ermitteln, aus denen Hypothesen über Teilleistungsfähigkeiten abgeleitet werden können. Die qualitativ ausdifferenzierte Untersuchung innerhalb einzelner Teilleistungen ist dennoch nur in begrenztem Umfang möglich (s. Melchers & Lehmkuhl, 2000).

Das erste für den deutschen Sprachraum adaptierte Verfahren für Kinder und Jugendliche ist das „Berliner-Luria-Neuropsychologisches Verfahren für Kinder“ (Altersbereich: 7;6-12;6 Jahre; BLN-K, Neumärker & Bzafka, 1986; 1988), eine deutschsprachige Version der „Luria-Nebraska Neuropsychological Battery for Children“. Es stellt ein Screening-Verfahren für eine differentielle Symptombeschreibung und quantitative Bewertung dar und basiert auf den theoretischen Vorstellungen von Luria, der zur Feststellung von Ausfällen in bestimmten Funktionsbereichen im Wesentlichen von drei Hirnfunktionssystemen ausgeht. Einem antriebsregulierenden System, einem Aufnahme-Verarbeitungs-Speicherungs-System sowie einem Planungs- und Regulationssystem. Dabei werden elf Aufgabenreihen mit insge-

samt 150 Aufgaben zur Prüfung spezifischer Funktionsbereiche und zur Analyse eines weiten Spektrums psychischer Funktionen vorgegeben, die im einzelnen folgende Funktionen überprüfen: Motorische Funktionen, akustisch-motorische Koordination, höhere taktile und kinästhetische Funktionen, Sprachexpression, Sprachrezeption, höhere visuelle Funktionen, Gedächtnis, intellektuelle Funktionen sowie Schriftsprachproduktion, Schriftsprachrezeption und Arithmetik. Die Bewertung erfolgt über eine zweistufige Skalierung. Die Rohwerte werden aufgrund der kurzen Aufgabenreihen in C-Werte transformiert. Der geringe Umfang der gesunden Stichprobe rechtfertigt nach Aussage der Autoren für jede Aufgabengruppe nur Normwerte über die gesamte Altersspanne. Es werden jedoch altersentsprechende C-Wert-Korrekturen bei signifikantem Alterseinfluss angegeben. Die ermittelten Standardwerte sollen eine unterstützende Funktion haben, um im Sinne Lurias eine möglichst hohe „Qualifizierung des Symptoms“ zu erreichen. Sie gehen gemeinsam mit den qualitativen Parametern der klinischen neurologisch-psychiatrischen Diagnostik in die endgültige Diagnosestellung mit ein.

Eine weitere für die deutsche Sprache adaptierte Version des LNNB-C ist die „Tübinger Luria-Christensen neuropsychologische Untersuchungsreihe für Kinder“ (Altersbereich: 5-14 Jahre; TÜKI, Deegener et al., 1992). Sie dient der qualitativen und quantitativen neuropsychologischen Diagnostik höherer kortikaler Funktionen im Kindesalter und stellt eine Ergänzung der TÛLUC (Hamster et al., 1980) für die unteren Altersbereiche (ab fünf Jahren) dar. Mit eindeutiger Aufgabenstellung soll eine systematischere Variation der Bedingungen und damit eine detailliertere Funktionsanalyse erreicht werden. Das häufig kritisierte 16-stufige Bewertungssystem der TÛLUC wurde nicht übernommen. Die quantitative Auswertung (Prozentwerte) erfolgt nach dem richtig-falsch Modus (0/1). Die Untersuchungsreihe enthält nur acht Funktionsbereiche, da für die Untersuchung von Lesen/ Schreiben und Rechnen bei älteren Kindern mit entsprechenden Erfahrungen in den Kulturtechniken auf die TÛLUC zurückgegriffen werden kann. Die Aufgaben wurden, wie von Christensen (1975) berichtet, auf der Grundlage von Lurias Theorien und klinisch-psychologischer Untersuchungspraxis zusammengestellt. Sie umfassen etwa 200 Proben/ Aufgaben, die zu 17 Funktionsbereichen zusammengefasst werden.

Die untersuchten komplexen neuropsychologischen Funktionsbereiche umfassen motorische Funktionen (Gesamtkörperkoordination, Feinmotorik, motorische Funktion der Hände, orale Praxie, sprachliche Regulation motorischer Vollzüge), akustisch-motorische Koordination (Wahrnehmung und Reproduktion von Tonhöhenverhältnissen/ rhythmischen Strukturen), höhere taktile und kinästhetische Funktionen (Hautempfindung, Muskel- und Gelenksensibilität, Stereognosie), höhere visuelle Funktionen (einfacher Farbtest, visuelle Wahrnehmung, räumliche Orientierung, räumliches Denken), rezeptive Sprache (Wortverständnis, Verständnis für einfache Sätze/ logisch-grammatikalische Strukturen), expressive Sprache (Artikulation von Sprachlauten, reproduzierende Sprache, nominative Funktion des Sprache, erzählende Sprache), mnestiche Prozesse (Lernprozess, Behalten und Wiedererinnern) sowie Denkprozesse (Verständnis für Situationsbilder und Texte, Begriffsbildung). Die angeführten Untersuchungsbereiche werden wiederum in Teilfunktionen untergliedert (s. Untertests in Klammern), was nach Aussa-

ge der Testautoren nicht als trennscharfe Systematik aufgefasst werden darf, sondern in erster Linie Ordnungscharakter hat und jeweils die zentralen Untersuchungsziele herausstellt. Gemäß der Konzeption Lurias ist davon auszugehen, dass einzelne Teilleistungen nur selten völlig isoliert beobachtbar sind.

Für die vorliegende Studie wurde ein neuropsychologisches Untersuchungsverfahren zusammengestellt, das sich in seiner Konzeption eng an das amerikanische Untersuchungsverfahren NEPSY („A Developmental Neuropsychological Assessment“, Korkman et al., 1998) anlehnt. Die Auswahl dieses Verfahrens ist damit zu begründen, dass es vor dem Hintergrund neuerer kognitiver entwicklungspsychologischer Modelle basalere und auch komplexe kognitive Aspekte umfasst, die u.a. für den Erwerb schulischer Fertigkeiten kritisch sind. Ein weiterer Vorteil dieses Ansatzes liegt darin, dass er nicht auf einem Modell basiert, das aus der Erwachsenenpathologie entstand, sondern speziell für Kinder und Jugendliche entwickelt wurde: Die NEPSY konzentriert sich in ihrer Konzeption auf ein Verständnis der Organisation kognitiver Prozesse im kindlichen Nervensystem und integriert dabei langjährige klinische Erfahrungen mit Kindern mit nachgewiesenen umschriebenen Läsionen des Zentralnervensystems.

Eine altersgerechte Normierung der NEPSY an einer einheitlichen zahlenmäßig hohen Normalstichprobe zwischen 3;0 und 12;11 Jahren ermöglicht eine validere, d.h. neben den o.g. Faktoren auch Entwicklungstrends berücksichtigende, Vergleichbarkeit der Funktionsprofile von dyslektischen Kindern mit denen von dyslektischen Erwachsenen. Für die erwachsenen Stichprobe liegen zwar im Gesamten mehr Forschungsbefunde vor, diese sparen jedoch ebenso wie im Kindbereich bis auf wenige Ausnahmen umfassende neuropsychologische Untersuchungsdesigns aus (s. Ramus et al., 2003; Kronbichler et al., 2002).

Die NEPSY wurde in ihrer Konzeption deutschsprachigen neuropsychologischen Testbatterien vorgezogen, was sich besonders auch durch Einwände begründet, wie sie z.B. gegenüber der TÜKI vorliegen. So wurden hier ausschließlich klinische Populationen als Normierungsstichproben verwendet, was keinen Vergleich mit unausgelesenen Stichproben von gesunden Probanden erlaubt und als generelles Leistungsdiagnostikum wenig brauchbar ist (s. Melchers & Lehmkuhl, 2000). Obwohl die Zielgruppe der neuropsychologischen Testverfahren u.a. Kinder mit Entwicklungsstörungen sind, erscheint die Überprüfung an einer Normalpopulation zuverlässiger, da die Leistungserbringung in den neuropsychologischen Funktionsbereichen einer Normalverteilung unterliegt und nicht jede Minderleistung als pathologisch zu betrachten ist (Neumärker & Bzufka, 1988). Darüber hinaus ist die Eichstichprobe der NEPSY erheblich größer, so dass auf der Grundlage empirisch gesicherter, altersgestaffelter Normtabellen über eine weite Altersspanne bei gegebener Test-Retest-Stabilität zur vorangegangenen Statusdiagnostik eine Verlaufsdiagnostik erleichtert wird. In der NEPSY wird der vielen neuropsychologischen Testverfahren zugrunde liegende Kritikpunkt, dass zum Teil Untertestergebnisse durch Summation heterogener Komponenten zustande kommen und somit für die Analyse distinkter Funktionen ungeeignet sind (Lössllein & Deike-Beth, 2000), aufgegriffen. So liegen bei

einer höheren Anzahl von homogen Items je Teilfunktionsbereich die zugeordneten statistischen Normierungen in feindifferenzierten Standardwerten vor (Einzeltest: „Scaled Score“ 1-20; Domäne: „Core Domain Score“: 50-150) und erlauben eine präzisere Erfassung eines eng umschriebenen Merkmals. Nur für diejenigen wenigen Untertests werden gröbere Prozentwerte angegeben, die nicht die Kriterien der Normalverteilungsannahme erfüllen.

Die zahlenmäßige Vergleichbarkeit der einzelnen Merkmalsbereiche in einer Profildarstellung ist detaillierter möglich, da alle Einzelresultate in einem einheitlichen Normenmaßstab mit Standardwerten ausgedrückt werden. In der Profildarstellung sind auch einzelne Aufmerksamkeits- und exekutive Funktionen enthalten, die die meisten neuropsychologischen Testbatterien vermissen lassen. Es wurden bislang Verfahren zur Erfassung der exekutiven Funktionen aus dem Erwachsenenraum übernommen, ohne eine Überprüfung der Konstruktvalidierung der verschiedenen Komponenten exekutiver Funktionen im Entwicklungsverlauf. Dies ist sehr umstritten, da die Entwicklung von Exekutivfunktionen eng mit der Entwicklung des frontalen Kortex verknüpft ist und dieser bekanntlich im Vorschulalter noch nicht zur Ausreifung gelangt ist (Goswami, 2001). Es sei an dieser Stelle ergänzend angemerkt, dass die Verwendung des Begriffes der exekutiven Funktionen als eine umschriebene Einheit nicht unumstritten ist, da unter diesem Oberbegriff eine komplexe Anzahl von Funktionen und Fertigkeiten zusammengefasst wird, die uneinheitliche theoretische Konzepte umfasst.

Die mittlere Durchführungszeit kann durch die Auswahl von spezifischen Untertests erheblich gekürzt werden, die Anwendung ist praktischer und einfacher, das Material kindgerechter, indem es in großzügigen, bunten und freundlichen Darstellungen einen hohen Aufforderungscharakter für die Kinder hat. Das Verfahren findet zwischenzeitlich Verwendung in einer Vielzahl von Sprachräumen, so dass eine internationale Vergleichbarkeit der Untersuchungsdaten gegeben ist. Eine detailliertere Darstellung der Inhalte und Zielsetzung der NEPSY wird im Kapitel „Methodik - Weitere Untersuchungsmaterialien“ vorgenommen.

FRAGESTELLUNG

Die Darstellung des gegenwärtigen Stands der Forschung zeigt, dass es bislang zwar vielfältigste Ansätze zu Ätiologiemodellen der UES gibt, die Bedeutsamkeit der einzelnen erforschten defizitären Funktionen jedoch nicht eindeutig zu bestimmen ist. Die Gründe liegen u.a. in einer mangelnden Vergleichbarkeit der Untersuchungsdaten. Diese lässt sich zurückführen auf Unterschiede innerhalb der Stichproben, die einerseits durch die Anwendung unterschiedlicher diagnostischer Kriterien, andererseits durch eine fehlende Überprüfung der arithmetischen Fertigkeiten bei Vorliegen einer Dyslexie zustande kommen. Des Weiteren muss auch davon ausgegangen werden, dass in unterschiedlichen Sprachsystemen andersartige Symptomatologien der umschriebenen Entwicklungsstörungen schulischer Fertigkeiten vorliegen. So können die weitaus überwiegenden anglo-amerikanischen Forschungsbefunde nicht uneingeschränkt zur Charakterisierung von UES bei deutschsprachigen Kindern herangezogen werden.

In der Einleitung wurde deutlich, dass für UES sowohl kognitive, neuropsychologische als auch entwicklungspsychologische Forschungsmodelle von Bedeutung sind. Dies macht eine umfassende neuropsychologische Untersuchung, eine detaillierte Leistungsanalyse in den relevanten schulischen Bereichen sowie die Einordnung der Fähigkeiten in wissenschaftliche fundierte Entwicklungsmodelle zum Erwerb des Lesens, Rechtschreibens und Rechnens notwendig.

Vor dem Hintergrund der bisherigen Forschung, die eine Vielfalt zugrunde liegender Besonderheiten in der kognitiven Verarbeitung bei umschriebenen Entwicklungsstörungen schulischer Fertigkeiten beschreibt und in der Annahme, dass es sich bei den spezifischen Lernstörungen um kein einheitliches Syndrom handelt, wird in der vorliegenden Arbeit eine umfassende neuropsychologische Bewertung der wichtigsten Funktionsbereiche im Schulkindalter vorgenommen. Dazu wurde ein neuropsychologisches Untersuchungsverfahren zusammengestellt, das sich eng an das Konzept der sogenannten NEPSY anlehnt. Die NEPSY umfasst Aufgaben zur Überprüfung von Aufmerksamkeits- und Exekutivfunktionen, Sprachfunktionen, visuo-räumlicher Verarbeitung, sensomotorischer Funktionen sowie Lern- und Gedächtnisfunktionen.

Fragen zu entwicklungsneuropsychologischen Symptomen von umschriebenen Entwicklungsstörungen schulischer Fertigkeiten. Die primäre Fragestellung dieser Arbeit konzentriert sich darauf, ob umschriebene Entwicklungsstörungen schulischer Fertigkeiten im Lesen, Rechtschreiben und Rechnen in Besonderheiten von Hirnfunktionen begründet sind und sich durch nicht mehr altersentsprechende Leistungen in spezifischen neuropsychologischen Funktionsbereichen auszeichnen. Dadurch ergibt sich, dass in den jeweiligen auffälligen Gruppen mit den Diagnosen der Lese- und Rechtschreibstörung bzw. isolierten Rechtschreibstörung (RD), der Rechenstörung (AD) sowie der kombinierten Störung schulischer Fertigkeiten (RAD)

im Vergleich zu den Kontrollgruppen geringere Teilleistungen im neuropsychologischen Profil zu erwarten sind.

Fragen zu psychiatrischen Symptomen von umschriebenen Entwicklungsstörungen schulischer Fertigkeiten. Ergänzend zur ersten Fragestellung soll die Beziehung zwischen umschriebenen Entwicklungsstörungen schulischer Fertigkeiten im Lesen, Rechtschreiben und Rechnen und komorbider Psychopathologie untersucht werden. Die Verwendung einer unausgelesenen Stichprobe soll den Anteil der psychiatrischen Komorbidität bei Kindern mit umschriebenen Entwicklungsstörungen schulischer Fertigkeiten erheben. Gleichzeitig soll eine detailliertere Beschreibung der manifestierten psychiatrischen Symptomatologie auf der Grundlagen internalisierender, externalisierender Störungen und Aufmerksamkeitsauffälligkeiten vorgenommen werden.

Fragen zur Validierung des Klassifikationskonzeptes der umschriebenen Entwicklungsstörungen schulischer Fertigkeiten sowie deren Subtypenklassifikation. Eine weitere Fragestellung betrifft die Überprüfung der auf der Grundlage der akademischen Leistungen abgeleiteten Klassifikationsschemata für Kinder mit Dyslexie, Dyskalkulie und kombinierter Störung schulischer Fertigkeiten als diskrete und relativ homogene Störungsgruppen. Die Forschungsergebnisse belegen in Bezug auf neuropsychologische Funktionen mehr Gemeinsamkeiten zwischen den Typen RD und RAD im Unterschied zum Typus AD als zwischen arithmetisch schwachen Kindern und unauffälligen Kindern (Rourke & Finlayson, 1978; Rourke 1993). In Anlehnung an diese bestehenden Hypothesen sollten in der vorliegenden Studie die Kinder mit Lese- und/ oder Rechtschreibstörung und mit einer kombinierten Störung schulischer Fertigkeiten im Vergleich zu den Kindern mit reiner Rechenstörung und unauffälligen Kindern Defizite in phonologischen, verbalen bzw. auditiv-perzeptiven Aufgaben signifikant schlechtere Leistungen erbringen. Gemäß dieser Rourke'schen Modellvorstellung würde entsprechend erwartet, dass die Gruppe der Kinder mit reiner Rechenstörung im Vergleich zu den anderen Untersuchungsgruppen in visuell-perzeptiven und visuoräumlichen Fertigkeiten, in psychomotorischen und taktil-perzeptiven Fertigkeiten, in konzeptuellen und Problemlöse-Fertigkeiten sowie in sozioemotionaler Anpassungsfertigkeiten (internalisierende Verhaltensweisen wie sozialer Rückzug, soziale Isolation) beeinträchtigt ist.

Gleichzeitig soll eine Überprüfung der traditionellen Subtypen-Klassifikationsschemata für Dyslexie und Dyskalkulie bzw. der Gültigkeit einschlägiger Forschungstheorien zur Ätiologie der einzelnen umschriebenen Lernstörungen vorgenommen werden. Die in der Literatur formulierten Hypothesen zur Subtypendifferenzierung erlauben spezifische Zuordnungen aufgrund der Leistungen im akademischen und neuropsychologischen Funktionsprofil. Bei Kindern mit Lese- und/ oder Rechtschreibstörung würde somit eine Klassifikation in Form auditiv-linguistischer oder visuell-räumlicher primärer Defizite erwartet (Bakker, 1992; Coltheart et al., 1983; Temple & Marshall, 1983). Bei Kindern mit Rechenstörung ergibt sich eine Klassifikation der primären Leistungsdefizite in die Bereiche Zahlensemantik (operationale Dyskalkulie: Visualisieren von Zahlen- und Mengenrelationen, mentale

Schemata einfacher Rechenprozeduren), sprachliche Zahlenverarbeitung (verbal-lexikalische Dyskalkulie: Zahlwortsequenz, Zählfertigkeit, Faktenwissen, Lesen, Schreiben von Ziffern) und/ oder Symbolisierungscharakter von Zahlen (Erwerb des arabischen Stellenwertsystems und seiner syntaktischen Regeln sowie der hierauf aufbauenden Rechenprozeduren, Kodierung) (Dehaene, 1992; von Aster, 2000).

Fragen zur Validierung des verwendeten neuropsychologischen Untersuchungsverfahrens. Als zusätzliches Ziel soll die Anwendbarkeit eines neuropsychologischen Screeningsverfahrens in der Diagnostik deutschsprachiger Kinder mit umschriebenen Entwicklungsstörungen schulischer Fertigkeiten überprüft werden. Seine Vorteile liegen in der Konzeption einer umfassenden differentialdiagnostischen Bewertung neuropsychologischer Funktionen, die sowohl eine Tiefenanalyse von Störungen oder komplexeren Funktionen als auch eine Basis zur Erstellung einer Therapiekonzeption und anschließender Evaluation des Therapieerfolges ermöglicht. Gängige messtheoretische Probleme neuropsychologischer Verfahren wie z.B. niedrige Interpretationsobjektivität, geringe Streuung der Aufgabenschwierigkeiten, Normierung an nicht altersgestaffelten Patientenstichproben oder nicht-Erfüllen der Aufgabenheterogenität einer Aufgabengruppe zur Beschreibung des untersuchten Funktionsbereiches, wurden in diesem Verfahren hinreichend gelöst, so dass eine Vereinbarkeit zwischen individuumszentrierter Einzeldiagnostik und Testmethodik gelungen scheint.

Die Validierung des eingesetzten neuropsychologischen Untersuchungsverfahrens macht es notwendig, den spezifischen Einfluss des Sprachraumes auf die Entwicklung von Lesestörung mit zu berücksichtigen. Die orthographische Konsistenz eines Sprachsystems wird zwar als wichtiger Faktor in der Symptomatik der Dyslexie diskutiert, es wird trotzdem erwartet, dass sich in unterschiedlichen Sprachsystemen zugrunde liegende neurokognitive Defizite nicht unterscheiden (Landerl et al., 1997; Paulesu et al., 2001). Folglich ist anzunehmen, dass sich die neuropsychologischen Profilanalysen der Kinder mit Dyslexie in den deutschen und englischen Sprachsystemen nicht bedeutsam voneinander unterscheiden.

METHODIK

UNTERSUCHUNGSaufbau

In der vorliegenden Studie wurden vier Untersuchungsgruppen herangezogen: Drei auffällige Gruppen mit den Diagnosen der Lese- und Rechtschreibstörung bzw. isolierten Rechtschreibstörung (ICD-10 F81.0 bzw. F81.1), der Rechenstörung (F81.2), der kombinierten Störung schulischer Fertigkeiten (F81.3) sowie eine Kontrollgruppe. Es wurde eine quantitative Querschnittsuntersuchung durchgeführt, die im Anschluss an die Zuweisung in eine der auffälligen Gruppen bzw. Kontrollgruppe die Durchführung einer neuropsychologischen Testbatterie bei Kindern aus allen vier Gruppen vorsah. Die von den Kindern erbrachten Leistungen aus den untersuchten neuropsychologischen Entwicklungsbereichen sowie die durch deren Eltern angegebenen Daten über ihre emotionale Befindlichkeit und auffälliges Verhalten wurden direkt miteinander verglichen. Dabei wurden Vergleiche zwischen den auffälligen Gruppen mit Diagnosen und den parallelisierten Kontrollgruppen durchgeführt.

UNTERSUCHUNGsteilnehmer

Die Stichprobe umfasst 8-11jährige Kinder der dritten und vierten Klassen in Regelbeschulung beiderlei Geschlechts. Dabei wurde angestrebt, eine möglichst homogene Altersstruktur der Untersuchungsgruppen zu erfassen und diejenigen Kinder als Untersuchungsteilnehmer zu selektieren, die hinsichtlich eines Förderbedarfs in Schulen und/ oder Beratungsstellen bei Verdacht auf umschriebene Lernstörung in etwa repräsentativ sind. Die Zuordnung der Kinder zu einer der Gruppen mit Diagnosen (ICD-10 F81.0/1, F81.2., F81.3) oder zur Kontrollgruppe erfolgte nach Vorgabe der ICD-10 Kriterien für umschriebene Entwicklungsstörungen schulischer Fertigkeiten (F81). Es wurde eine Stichprobengröße von $n=25$ angestrebt, um eine Vergleichbarkeit zwischen den vier Untersuchungsgruppen untereinander statistisch absichern zu können. Die Kontrollgruppe wurde parallelisiert zu den auffälligen Gruppen mit Diagnosen in Bezug auf Klasse, Alter, Geschlecht und IQ.

Wie aus Tabelle 2 ersichtlich (s. grau unterlegte Felder), wurden insgesamt 29 Kinder der Gruppe mit Lese- und/ oder Rechtschreibstörung (RD; ICD-10 F81.0/1) zugeordnet. Eine weitere klinische Gruppe mit der Diagnose der kombinierten Störung schulischer Fertigkeiten (RAD; ICD-10 F81.3) umfasste zehn Kinder. Nur bei einem Kind konnte eine reine Rechenstörung (AD; ICD-10 F81.2) diagnostiziert werden, so dass diese klinische Gruppe für den statistischen Vergleich aufgrund mangelnder Gruppengröße nicht mit in die Studie aufgenommen wurde.

Die Auswahlkriterien für die Kontrollkinder waren normal entwickelte Leistungen im Lesen, Rechtschreiben und Rechnen sowie eine Entsprechung in Bezug auf Alter, Klasse, Geschlecht und Intelligenzniveau zu den beiden klinischen Gruppen. Somit ergaben sich aus einem Pool von 45 Kontrollkinder zwei auf die jeweiligen klinischen Gruppen parallelisierten Kontrollgruppen mit der Anzahl 29 bzw. 10 (s. Tabelle 2, grau unterlegte Felder).

Erwartungsgemäß ergaben sich im Vergleich der Gruppe der Kinder mit Lese- und Rechtschreibstörung mit ihrer Kontrollgruppe weder in Bezug auf die Geschlechterverteilung und Klassenzuordnung (jeweils $\chi^2_{(1,58)} = 0$; $p = 1.0$; n.s.) noch auf das gesamte Intelligenzmaß ($t_{(56)} = 0.682$; $p = .498$; n.s.) und die Altersverteilung ($t_{(56)} = 0.550$; $p = .585$; n.s.) signifikante Unterschiede. Der Anteil der Linkshänder⁵ betrug bei den Kindern mit Lese- und Rechtschreibstörung 4 von 29 im Vergleich zu 2 von 29 in ihrer Kontrollgruppe. Auch bei der Überprüfung der beiden Untersuchungsgruppen der Kinder mit kombinierter Störung schulischer Fertigkeiten und ihrer Kontrollgruppe erbrachten die Ergebnisse in den parallelisierten Variablen keine signifikanten Unterschiede: Es kann von einer homogenen Verteilung im Geschlecht ($\chi^2_{(1,20)} = 0$; $p = 1.0$; n.s.), Klasse ($\chi^2_{(1,20)} = 0$; $p = 1.0$; n.s.), Intelligenzmaß ($t_{(18)} = -0.033$; $p = .974$; n.s.) sowie im Alter ($t_{(18)} = -0.258$; $p = .799$; n.s.) ausgegangen werden. Linkshänder gab es in der klinischen Gruppe zwei, in der gematchten Kontrollgruppe drei.

Zusätzlich zu den o.g. Untersuchungsgruppen, deren Daten in die statistische Prüfung eingehen (hier: NC, RD, RAD), wurden 57 Kinder untersucht, die weder den definierten klinischen Gruppen noch der Kontrollgruppe zugewiesen werden konnten. Davon bestand bei 38 Kindern von Seiten der Klassenlehrer oder Eltern der Verdacht auf umschriebene Entwicklungsstörungen schulischer Fertigkeiten. Aus dieser Gruppe wiesen 20 Kinder zwar deutliche Schwächen im Lesen, Rechtschreiben und/ oder Rechnen auf, in Bezug auf den allgemeinen kognitiven Entwicklungsstand waren diese schulischen Leistungen jedoch nicht signifikant schlechter, so dass diese Gruppe die für die Diagnose umschriebener Lernstörungen notwendige Spezifität der schulischen Beeinträchtigung nicht erfüllte. 8 Kinder entsprachen nicht den festgelegten Klassenstufen oder Altersbereichen und bei 10 Kindern lagen die schulischen Beeinträchtigungen im Lesen oder Rechtschreiben zwischen den kritischen Werten von $PR > 10$ und $PR \leq 25$ bzw. im Rechnen zwischen den kritischen Werten von $PR > 16$ und $PR \leq 26$ (diese 18 Kinder werden in Tab.2. unter „Restgruppe ohne Gruppenzuordnung“ aufgeführt). Zur Restgruppe kommen weiterhin 19 Kinder dazu, die als Kontrollkinder angemeldet wurden, deren schulischen Leistungen jedoch nicht sicher im Durchschnittsbereich lagen. Bei dieser Gruppe von 57 Kindern wurde die vollständige diagnostische Untersuchung sowie zum größten Teil die weiterführende neuropsychologische Befunderhebung aus organisatorischen Gründen durchgeführt. Diese Daten wurden in der vorliegenden Studie jedoch nicht weiter statistisch geprüft, da sie für die Fragestellungen nicht relevant waren.

⁵ Die Händigkeit wurde erhoben über die bevorzugte Hand beim Schreiben und Zeichnen.

Methodik

Tab. 2.										
Gesamtübersicht über die Zusammensetzung der Stichprobe in Bezug auf die parallelisierten Variablen. Für die Altersangaben wurden Dezimaljahre (Mittelwerte, Standardabweichungen) verwendet. Der mittlere Intelligenzquotient setzt sich zusammen aus gleichgewichteten nonverbalen und verbalen Intelligenzmaßen (SD in Klammern).										
		Klasse 2		Klasse 3		Klasse 4		Klasse 5		
Gruppenzuordnung		m	m	w	m	w	m	w	Gesamtergebnis	
NC	Anzahl		11	13	15	6			45	
	Alter		9.21	9.08	10.34	10.31			9.69 (0.70)	
	IQ gesamt		113.64	109.54	108.00	102.92			109.14 (9.87)	
RD	Anzahl		6	4	15	4			29	
	Alter		9.61	8.96	10.17	9.71			9.82 (0.67)	
	IQ gesamt		102.00	108.63	107.30	100.88			105.50 (6.69)	
AD	Anzahl			1					1	
	Alter			9.25					9.25	
	IQ gesamt			109.00					109.00	
RAD	Anzahl		2	4	4				10	
	Alter		8.88	9.67	10.29				9.76 (0.73)	
	IQ gesamt		111.50	99.38	103.75				103.55 (8.08)	
RD?	Anzahl		1		2	1			4	
	Alter		8.83		9.71	10.67			9.74 (0.78)	
	IQ gesamt		91.50		93.00	83.00			90.13 (4.82)	
AD?	Anzahl			2					2	
	Alter			9.96					9.96 (0.78)	
	IQ gesamt			87.00					87.00 (0.71)	
RD? + AD	Anzahl		1						1	
	Alter		10.58						10.58	
	IQ gesamt		91.50						91.50	
RD + AD?	Anzahl		2	3		1			6	
	Alter		9.17	9.28		10.33			9.42 (0.72)	
	IQ gesamt		96.75	96.83		96.00			96.67 (2.93)	
RD? + AD?	Anzahl		2	2	2	1			7	
	Alter		9.29	9.92	10.42	9.33			9.80 (0.57)	
	IQ gesamt		83.75	85.75	87.25	95.50			87.00 (7.80)	
Restgruppe ohne Gruppenzuordnung	Anzahl	2	8	4	9	8	4	2	37	
	Alter	9.05	9.34	9.48	10.00	10.20	10.63	10.65	9.91 (0.61)	
	IQ gesamt	92.75	109.00	98.50	105.06	104.19	110.25	102.75	104.78 (9.01)	

Anmerkung: *Kontrollgruppe:* **NC:** nicht-klinische, nach IQ, Alter, Klasse und Geschlecht parallelisierte/ gematchte Kinder. *Klinische Gruppen:* **RD:** Lese- und Rechtschreibstörung bzw. isolierte Rechtschreibstörung (ICD-10 F81.0/1), **AD:** Rechenstörung (ICD-10 F81.2), **RAD:** kombinierten Störung schulischer Fertigkeiten (ICD-10 F81.3). **RD?:** PR (Min (Lesen, Schreiben SLRT)) ≤ 10 gegeben, jedoch Diskrepanz: $\text{Min}(z(\text{Lesen}), z(\text{Schreiben})) - z(\text{IQ}) \leq -1,5$ nicht erfüllt. **AD?:** PR (gesamt ZAREKI) ≤ 16 o. PR (gesamt ZAREKI) ≤ 26 und PR (Index) ≤ 16 gegeben, jedoch Diskrepanz: $\text{Min}(z(\text{ZAR ges}), z(\text{ZAR-Index})) - z(\text{IQ}) \leq -1,5$ nicht erfüllt. **Restgruppe ohne Gruppenzuordnung:** Klassenstufe 2 oder 5; Alter < 8 ; 7 oder > 11 ; 0; PR (Min (Lesen, Schreiben SLRT)) zwischen > 10 und ≤ 25 bzw. PR (gesamt ZAREKI) zwischen > 16 und ≤ 26 oder PR (gesamt ZAREKI) > 26 und PR (Index) zwischen > 16 und ≤ 26 .

Um die Repräsentativität der Stichprobenauswahl sicherzustellen, wurden für die Rekrutierung der Untersuchungsgruppen eine breite regionale Streuung angestrebt. Im Rahmen einer weiteren Dissertationsstudie (Wannke, M., 2004) wurden die Kinder mit klinischen Diagnosen einerseits über direkte Ansprachen an die Eltern im Raum Tübingen/ Reutlingen, andererseits aus insgesamt 13 Grundschulen im Raum Sigmaringen ausgewählt. Die Kontrollkinder wurden an vier Grundschulen im Raum Tübingen/ Reutlingen, Böblingen und Stuttgart rekrutiert.

GRUPPENZUORDNUNG

Als Ausschlusskriterien nach Maßgabe der multiaxialen Diagnostik gemäß ICD-10, die differentialdiagnostisch von den umschriebenen Entwicklungsstörungen schulischer Fertigkeiten abzugrenzen sind, zählten eine allgemeine Intelligenzminderung bzw. Lernbehinderung, neurologische Erkrankungen (z.B. zerebrale Bewegungsstörung, Epilepsie) oder Sinnesfunktionsstörungen (unkorrigierte Seh- oder Hörstörung), primär emotionale Störungen oder andere psychiatrische Erkrankungen (Angststörungen, Depressionen, Tics, Autismus, diagnostizierte ADHD), der Verlust bereits erworbener Lese-, Rechtschreib-, oder Rechenfertigkeiten aufgrund einer erworbenen zerebralen Schädigung oder mangelnde Lerngelegenheit (z.B. Schulversäumnis, häufiger Schulwechsel). Des Weiteren wurden keine Kinder mit in die Studie aufgenommen, die deutsch nicht als erste Muttersprache sprechen, um eine Konfundierung mit über die Zweit- oder Fremdsprachigkeit bedingten Verständnisschwierigkeiten in der deutschen Sprache auszuschließen.

Die Gruppenzuteilung der Kinder erfolgte über eine diagnostische Einschätzung mittels testpsychologischer Verfahren zur Erfassung der Intelligenz und der schulischen Leistungen im Lesen, Rechtschreiben und Rechnen. In Anlehnung an die Leitlinien der Deutschen Gesellschaft für Kinder- und Jugendpsychiatrie und -psychotherapie (AWMF, 2000) wurde zur Klassifikation umschriebener Entwicklungsstörungen schulischer Fertigkeiten die Diskrepanz zwischen den beeinträchtigten schulischen Teilleistungen und der allgemeinen Intelligenzentwicklung bestimmt. Dabei wurden folgende Aspekte berücksichtigt:

- die Diskrepanz der Lese- und Rechtschreibleistung bzw. Rechenleistung zum relativ höheren Intelligenzniveau sollte bedeutend sein (Differenz von mindestens 1,5 Standardabweichungen)
- die Teilleistung sollte sich im Bereich der klinisch relevanten Störung befinden (mindestens 1,5 Standardabweichungen unter dem Mittelwert der Altersgruppe)

Daraus ergaben sich für die Gruppenzuordnung folgende diagnostische Kriterien:

Methodik

Kontrollgruppe	IQ (CFT-20/ HAWIK-III-WS)	≥ 85
	PR (Lesen, Schreiben SLRT)	> 25
	PR (gesamt ZAREKI)	> 26
RD (F81.0/1)	IQ (CFT-20/ HAWIK-III-WS)	≥ 85
	PR (Min (Lesen, Schreiben SLRT))	≤ 10
	PR (gesamt ZAREKI)	> 16
	Diskrepanz: Min (z(Lesen), z(Schreiben))-z(IQ)	$\leq -1,5$
AD (F81.2)	IQ (CFT-20/ HAWIK-III-WS)	≥ 85
	PR (Min (Lesen, Schreiben SLRT))	> 16
	PR (gesamt ZAREKI)	≤ 16
	oder PR (gesamt ZAREKI) ≤ 26 und PR (Index)	≤ 16
Diskrepanz: Min (z(ZAR ges), z(ZAR-Index))-z(IQ)	$\leq -1,5$	
RAD (F81.3)	IQ (CFT-20/ HAWIK-III-WS)	≥ 85
	PR (Min (Lesen, Schreiben SLRT))	≤ 10
	PR (gesamt ZAREKI)	≤ 16
	oder PR (gesamt ZAREKI) ≤ 26 und PR (Index)	≤ 16
	Diskrepanz: Min (z(Lesen), z(Schreiben))-z(IQ)	$\leq -1,5$
Diskrepanz: Min (z(ZAR ges), z(ZAR-Index))-z(IQ)	$\leq -1,5$	

Die zur Operationalisierung der Ein- und Ausschlusskriterien eingesetzten testpsychologischen Verfahren werden im Folgenden erläutert:

ERSTGESPRÄCH

Bereits in der ersten telefonischen Kontaktaufnahme mit den Eltern wurden die o.g. Ausschlusskriterien in Form eines halbstrukturierten Interviews vollständig erfragt. Zusätzlich wurde eine Einschätzung der schulischen Leistungen im Lesen, Rechtschreiben und Rechnen ihrer Kinder erbeten. Eine Aufnahme der Kinder in die Studie erfolgte nur, wenn alle Ausschlusskriterien erfüllt waren und wenn die schulischen Leistungen im Lesen, Rechtschreiben oder Rechnen als schwach bzw. sehr schwach bewertet wurden. In diesem Fall erfolgte eine Terminvereinbarung für die erste Untersuchungssitzung mit dem Kind, der sich ein halbstündiges Elterngespräch anschloss. Darin wurde eine Anamnese bezüglich des Verlaufs und der aktuellen Erscheinungsform der Symptomatik, sprich der Schwierigkeiten in den umschriebenen schulischen Leistungsbereichen und ihren begleitenden psychisch-emotionalen und sozialen Umständen, durchgeführt.

VERFAHREN ZUR BESTIMMUNG PSYCHISCHER STÖRUNGEN UND VERHALTENS-AUFFÄLLIGKEITEN

Aufgrund einer hohen Komorbiditätsrate zwischen umschriebenen Entwicklungsstörungen schulischer Fertigkeiten und emotionalen Störungen sowie psychischen Verhaltensauffälligkeiten wurde es als notwendig erachtet, das Auftreten begleitender psychischer Symptome vertiefend und umfas-

send abzuklären. Dazu wurden drei Fragebogen eingesetzt, die im Erstgespräch an die Eltern ausgegeben und erläutert wurden:

Der **Diagnostische Elternfragebogen (DEF)** ermöglicht eine systematische Erfragung der Entwicklung des Kindes. Dabei werden alle Beziehungen zwischen Verhaltensauffälligkeiten und biographischen Daten in Form von multiple-choice und offenen Fragen ermittelt. Das Verfahren wurde als ergänzende Informationsgewinnung zur elterlichen Befragung verwendet, um die Ein- und Ausschlusskriterien für die Zuteilung in die Untersuchungsgruppen möglichst eindeutig zu operationalisieren. Eine normbezogene Auswertung hinsichtlich pathologisch auffälliger Werte war nicht Ziel dieses Fragebogens.

Der **Elternfragebogen über das Verhalten von Kindern und Jugendlichen (CBCL 4-18)** dient der Erfassung von Kompetenzen und psychischen Auffälligkeiten von Kindern und Jugendlichen im Alter von vier bis 18 Jahren. Im ersten Teil des Fragebogens werden Kompetenzen des Kindes/Jugendlichen erfragt und zur gleichnamigen Gesamtskala zusammengefasst. Diese beinhaltet die drei Skalen *Aktivitäten*, *soziale Kompetenzen* und *schulische Leistungen*. Der zweite Teil besteht aus Items, in denen Verhaltensauffälligkeiten, emotionale Auffälligkeiten und körperliche Beschwerden beschrieben werden. Sie bilden acht Problemskalen und werden zu drei Gruppen zusammengefasst: Den übergeordneten Skalen *internalisierende Störungen* (*Sozialer Rückzug*, *Körperliche Beschwerden*, *Ängstlich-depressiv*), *externalisierende Störungen* (*Dissoziales Verhalten*, *Aggressives Verhalten*) sowie *gemischte Störungen* (*Soziale Probleme*, *Schizoid/zwanghaft*, *Aufmerksamkeitsprobleme*). Der Beurteilungszeitraum umfasst die letzten sechs Monate. Die Beurteilung erfolgt mittels einer dreistufigen Skala. Alle Items, die interne bzw. externe Störungen beschreiben, werden zu gleichnamigen Skalen zweiter Ordnung zusammengefasst. Darüber hinaus gehen Items, die keinen der o.g. Skalen zugeordnet werden und unter *andere Probleme* beschrieben sind, wie z.B. Sprechstörung, Schlafstörung oder Enuresis, zusammen mit den anderen syndromdefinierten Items in den umfassenden Gesamtauffälligkeitswert ein.

Der **Fremdbeurteilungsbogen zu Hyperkinetischen Störungen (FBB-HKS)** basiert auf dem Diagnostik-System für psychische Störungen im Kindes- und Jugendalter nach ICD-10 und DSM-IV (DISYPS-KJ). Er ermöglicht eine differenzierte dimensionale Beschreibung spezifischer hyperkinetischer Auffälligkeiten von Kindern und Jugendlichen durch die Eltern. Die Items zur Erfassung der Symptomkriterien werden entsprechend den Vorgaben der Diagnose-Systeme zu drei Symptomgruppen zusammengefasst: *Aufmerksamkeitsstörungen*, *Überaktivität* und *Impulsivität*. Diese werden zweifach beurteilt. Zunächst schätzen die Eltern pro Item anhand einer vierstufigen Antwortskala den Schweregrad ein, indem sie angeben, wie zutreffend die in dem jeweiligen Item getroffene Feststellung für ihr Kind ist. Die zweite Einschätzung bezieht sich auf die von den Eltern subjektiv empfundene Problemstärke, die ebenfalls anhand einer vierstufigen Skala beurteilt wird. Neben den Symptomkriterien werden zusätzliche Diagnosekriterien wie die zum Störungsbeginn und Dauer, der klinischen Bedeutsamkeit sowie Generalisierungsgrad der Symptomatik auf verschiedene Lebensbereiche

erfasst. Für die Auswertung der drei Symptomgruppen sowie für die Gesamtskala *Hyperkinetische Störung* können Kennwerte ermittelt werden. Die Zuordnung dieser Kennwerte zu einem Prozentrang erfolgt auf der Grundlage zweier Normierungsstichproben für die Altersgruppe von sechs bis zehn Jahren und getrennt für beide Geschlechter. Deuteten die Symptomkriterien auf eine klinisch auffällige Beeinträchtigung hin, so führte dies nicht zum Ausschluss aus der Studie, wenn die o.g. zusätzlichen Diagnosekriterien nicht auch erfüllt waren. Bei Verdacht auf ADS/ ADHS war eine weitergehende differentialdiagnostische Überprüfung (Beurteilung durch weitere Bezugspersonen, spezifische testdiagnostische Verfahren) nicht vorgesehen. Wurde nicht schon im Vorfeld durch die Eltern die Diagnose einer ADS/ ADHS bestätigt, was zum Ausschluss aus der Studie führte, so ging, unter Berücksichtigung der oben beschriebenen diagnostischen Kriterien, die Ausprägung hyperkinetischer Auffälligkeiten als Beurteilung komorbider psychischer Störungen mit ein.

VERFAHREN ZUR BESTIMMUNG DER INTELLIGENZ

Zum Ausschluss einer allgemeinen Lernbehinderung oder Intelligenzminderung wurde die Intelligenz der Kinder im Rahmen des Möglichen umfassend bestimmt. Dazu wurde die intellektuelle Begabung über einen gleichgewichteten Mittelwert der Intelligenzleistungen aus nonverbaler und verbaler Intelligenz bestimmt. Zur Ermittlung der nonverbalen intellektuellen Leistungsfähigkeit wurde der **CFT 20**, Testform A (Grundintelligenztest, Skala 2) als Testverfahren eingesetzt. Der Test besteht aus sprachfreien und in zeichnerischer Form dargestellten Einzelaufgaben, die Reihenfortsetzen, Klassifikationen, Matrizen und topologische Schlussfolgerungen beinhalten. Zur Einschätzung der verbalen Intelligenzleistung wurde der **Wortschatztest des HAWIK-III** (Hamburg-Wechsler-Intelligenztest für Kinder, dritte Auflage) verwendet. Die Leistungen im Wortschatztest (Wertpunkte) wurden auf IQ-Werte umgerechnet.

VERFAHREN ZUR BESTIMMUNG DER SCHULISCHEN FERTIGKEITEN IM LESEN, RECHTSCHREIBEN UND RECHNEN

Zur Erfassung der aktuellen Lese- und Rechtschreibleistungen der Kinder wurde der **Salzburger Lese- und Rechtschreibtest (SLRT)** verwendet, der in der Differentialdiagnose von Störungen des Lesens und Schreibens im Grundschulbereich Anwendung findet. Die Lesefertigkeiten wurden über den Untertest **Salzburger Lesetest** erhoben. Die Entwicklung dieses Tests basiert auf Ergebnissen der kognitions- und neuropsychologischen Leseforschung, die belegen, dass beim Wortlesen die beiden unterschiedlichen Prozesse des synthetischen Lesens und der direkten, automatischen Worterkennung ablaufen können. Dazu wurden für die Leistungen verschiedener Teilkomponenten des Lesens die Mittelwerte der Lesezeit (PR) für *häufige Wörter, zusammengesetzte Wörter, Text, wortähnliche* und *wortunähnliche Pseudowörter* zusammengefasst. Für jeden Untertest kann aus den klassengestuft Normtabellen der benötigten Lesezeit ein entsprechender Prozentrang bzw. Prozentrangband abgelesen werden. Es gibt jedoch keinen Normwert für das Gesamtleistungsniveau. Da zur Bestimmung

der Diskrepanz zum allgemeinen kognitiven Entwicklungsstand eine bestimmbare gesamte Leseleistung notwendig ist, wurde ein solches Gesamtniveau wie folgt abgeleitet: Für die einzelnen Untertests des Lesetests wurde durch lineare Interpolation aus den Prozentangaben der vorhandenen Normtabellen eine quasistetige Zuordnung der Lesezeiten zu einem interpolierten Prozentrang gewonnen. Aus diesen Prozenträngen wurde durch eine inverse Normalverteilungstransformation quasinormalverteilte T-Werte abgeleitet. Die für alle Untertests ermittelten T-Werte wurden dann gleichgewichtet gemittelt und zu einem Gesamtscore der Leseleistung in Bezug auf die Lesezeit verrechnet. Zusätzlich zur Lesezeit wurden zwar Lesefehler für die jeweiligen Untertests erfasst, als Hauptkriterium für die Leseleistung wurde jedoch die Lesegeschwindigkeit verwendet, da sie sehr hohe bzw. höhere Reliabilitätskoeffizienten aufweist. Als auffällig wird laut Testmanual die Lesegenauigkeit eines Kindes nur dann gewertet, wenn die Fehlerzahl in einem Untertest über dem kritischen Wert von Prozentrang zehn in Bezug auf die jeweilige Normtabelle liegt.

Die Rechtschreibleistungen wurden über den Untertest **Salzburger Rechtschreibtest** erfasst, der in Analogie zu den Teilfertigkeiten des Lesens die Defizite beim lautorientierten und beim orthographischen Schreiben anhand einer Fehleranalyse von Wortschreibungen im Lückendiktat ermittelt. Die Fehlersignierung gibt vor, eine Fehlschreibung entweder orthographisch falsch und lauttreu (*Fehlertyp O*) oder nicht lauttreu (*Fehlertyp N*) zu werten. Verstöße gegen die Groß- Kleinschreibung (*Fehlertyp G*) werden unabhängig von den beiden anderen Fehlertypen vermerkt. Die Auswertung erfolgte letztendlich ausschließlich über die Anzahl der orthographischen Fehler, die im Vergleich zu Groß- und Kleinschreibungsfehlern und nicht lauttreuen Schreibungen ausreichend hohe Reliabilitätskoeffizienten besitzt. Für den Rohwert der orthographischen Fehler werden Prozentränge ermittelt, die sich aus den entsprechenden normierten Klassenstufenleistungen ergeben. Für die *Fehlertypen G* und *N* ist aus den Normtabellen jeweils nur der kritische Wert (Prozentrang 10) ersichtlich.

Die Zahlenverarbeitung und das Rechnen wurden bei den Kindern mit der **ZAREKI**, einem standardisierten **Testverfahren zur Dyskalkulie**, durchgeführt. Die Testbatterie ist als Individualverfahren konstruiert und untersucht auf der Grundlage etablierter neuropsychologischer und entwicklungspsychologischer Modelle die kognitive Informationsverarbeitung von Zahlen und rechnerischen Fertigkeiten. Für die drei Indizes *Kulturvermitteltes Zahlenwissen*, *Rechnen* sowie *Visuell-analoge Zahlenrepräsentanz* wurde jeweils ein Prozentrang ermittelt. Zusätzlich erfolgte die Berechnung eines kombinierten Gesamtwertes. Die Prozentrangtabellen für die einzelnen Untertests, Indizes und den Gesamtscore werden für drei Altersbereiche dargestellt (7;6-8;11/ 9;0-9;11/ 10;0-10;11). Nach Angaben des Testautors erscheint die Diagnose einer Dyskalkulie gerechtfertigt, wenn der Gesamtscore im kritischen Bereich liegt. Sollte der Gesamtscore noch im Toleranzbereich liegen, so kann die Diagnose auch dann gestellt werden, wenn mindestens ein Indexwert oder die Werte in mindestens drei Untertests im kritischen Bereich liegen.

NEUROPSYCHOLOGISCHE BEFUNDERHEBUNG

Die Konzeption der Aufgaben, die den Kindern aus allen Untersuchungsgruppen vorgegeben wurden, lehnt sich eng an das amerikanische neuropsychologische Untersuchungsverfahren NEPSY an. Für den Einsatz in dieser Studie wurden die für den untersuchten Altersbereich festgelegten Untertests der NEPSY ausgewählt. Diese wurden zum größten Teil identisch verwendet, indem ausschließlich die Instruktion ins Deutsche übersetzt wurde. Darüber hinaus wurden für manche Untertests Adaptationen an die deutsche Sprache oder Ersetzungen durch bereits für das deutsche Sprachsystem gebräuchliche inhaltsähnliche Testverfahren vorgenommen.

NEPSY

Der Name NEPSY „was formed from the word neuropsychology, taking NE from *neuro* and PSY from *psychology* (Korkman et al., 1998, S. 1). Die NEPSY - A Developmental Neuropsychological Assessment (Korkman, Kirk & Kemp, 1998) - ermöglicht eine umfassende Diagnostik des neuropsychologischen Status eines Kindes. Die Autorinnen geben an, dass dieses Verfahren eine vollständige kognitive Einschätzung erlaubt und mittels der Überprüfung zahlreicher Funktionsbereiche die Erfassung von zugrunde liegenden Defiziten, die das Lernen des Kindes beeinträchtigen, unterstützt. Es stellt eine Adaptation an Lurias Diagnostik für Kinder dar. Diese basiert auf der Theorie von kognitiven und visuopraktischen Leistungen, die aus zahlreichen Teilleistungen komplexer funktionaler Systeme zusammengesetzt sind. In der klinischen Diagnostik werden diese Komponenten separat erfasst, um die primären Defizite zu bestimmen, die den Störungen komplexer Funktionen zugrunde liegen (Christensen, 1975; Luria, 1970; 1973). Diese Prinzipien wurden in der Entwicklung des Verfahrens modifiziert, um sie den spezifischen Problemen, kindlichen Gehirndysfunktionen und Gehirn-Verhalten-Beziehungen anzupassen.

Die von den Autorinnen vorgenommene Differenzierung der Untersuchungseinheiten in fünf neuropsychologischen Funktionsbereiche *Aufmerksamkeit/ Exekutive Funktionen*, *Sprache*, *Sensomotorische Funktionen*, *Visuoräumliche Verarbeitung* und *Gedächtnis/ Lernen* impliziert nicht, dass sich diese Kapazitäten isoliert entwickeln und zur Anwendungen kommen. Vielmehr können je nach Aufgabenanforderung unterschiedliche Funktionsbereiche zur Erbringung spezifischer Leistungen beitragen und sich in ihrer Entwicklung gegenseitig stimulieren. Dennoch unterliegen sie keinem einheitlichen Entwicklungsplan und können vereinzelt beeinträchtigt sein. Die Untertests wurden vor dem Hintergrund der Luria'schen Konzeption der Zusammensetzung kognitiver Funktionen aus flexiblen und interaktiven Teilleistungen so ausgewählt, dass sie einerseits basale Teilfertigkeiten einer komplexen Fähigkeit innerhalb eines funktionalen Bereiches, andererseits auch von kognitiven Funktionen aus unterschiedlichen funktionalen Bereichen erfassen (s. Korkman et al., 1998).

Die Durchführung einer umfassenden Einschätzung und Bewertung neuropsychologischer Funktionen ist das Ziel der Konzeption des neuropsychologischen Untersuchungsverfahrens. Dabei soll ein Überblick über die für

die Entwicklung relevanten Funktionsbereiche ermöglicht werden. Zudem geben die erhobenen Leistungen Hinweise auf Charakter und Mechanismus von Störungsbildern, indem spezifiziert wird, welche Teilleistungen von komplexen Funktionen beeinträchtigt sind. Obwohl die NEPSY nicht konstruiert wurde, um primär medizinische Diagnosen wie Dyslexie hervorzubringen, können die durch die NEPSY erhaltenen Daten zur Bestimmung der diagnostischen Kriterien für spezifische Störungen, wie sie z.B. im DSM-IV (APA, 1994) dargestellt sind, herangezogen werden. Dazu werden von den Autorinnen Ergebnisprofile unterschiedlicher neuropädiatrischer Problemgruppen mittels einer umfassenden Diagnostik dargestellt. Die diagnostischen Daten können wiederum als Grundlage für die individuelle Interventionsplanung dienen. Diese sollte besonders bei Kindern mit neurokognitiven Beeinträchtigungen auf dem individuellen Testprofil und der Interpretation der primären Defizite sowie auf den individuellen spezifischen Bedürfnissen und Umgebungsbedingungen des Kindes beruhen.

Die erste Version der NEPSY wurde 1977 erstellt. Seither wurden für den skandinavischen Sprachraum mehrere Versionen veröffentlicht. In der aktuellen amerikanischen Fassung wurden Revisionen vorgenommen, die auf Erfahrungen aus Forschung und klinischem Gebrauch der vorherigen NEPSY-Versionen basieren. Dabei gründet sich die Normierung auf eine breitere als die ursprüngliche Altersspanne.

Die Standardisierung und Bestimmung der Normwerte der NEPSY erfolgte in 6-Monats-Intervallen für den Altersbereich von 3;0 bis 12;11 Jahren. Dazu werden Standardwerte (MW=10, SD=3) angegeben bzw. Prozentrangbereiche (>75, 26-75, 11-25, 3-10, ≤ 2) für 1-Jahres-Intervalle für diejenigen Untertests berechnet, welche die Normalverteilungsvoraussetzung nicht erfüllen. Diese betreffen die Untertests *Finger Discrimination*, *Route Finding*, *Manual Motor Sequences*, *Oromotor Sequences*, *Knock and Tap* und *Statue*. Für die beiden Altersgruppen drei bis vier Jahre und fünf bis zwölf Jahre werden zusätzlich Gesamtwerte für die jeweiligen fünf Funktionsbereiche ermittelt (MW=100, SD=15). Diese berechnen sich über die Summen der Standardwerte der den Funktionsbereichen zugewiesenen zentralen Untertests. Die Auswahl dieser zentralen Untertests erfolgte aufgrund psychometrischer und klinischer Erwägungen. Da alle Untertests auf der Grundlage der gleichen Stichprobe von Kindern im Altersbereich von drei bis zwölf Jahren normiert wurden, können die Ergebnisse untereinander verglichen und gemeinsam in einem Testprofil dargestellt werden.

Die amerikanische Standardisierung wurde an einer geographisch, ethnisch und sozial repräsentativen Stichprobe von Kindern durchgeführt, mit jeweils 100 Kindern pro Altersgruppe (N=1000). Jede Altersgruppe beruht auf einem gleichen Anteil von Jungen und Mädchen. Um den klinischen Nutzen und die differentielle Sensitivität des Untersuchungsverfahrens zu bewerten, wurden auch Leistungsprofilmuster von klinischen Gruppen mit unterschiedlichen neurologischen und Entwicklungsstörungen erarbeitet.

Zusätzlich zu den Testitems gibt es für viele Untertests ergänzende Bewertungen sowie qualitative Beobachtungen. Ergänzungswerte umfassen Auswertungen für spezifische Teile eines Untertests, Fehlertypen (Auslas-

sung, Verwechslung) oder separate Bewertungen für Zeit und Genauigkeit. Qualitative Werte beinhalten u.a. motorische Übersteuerung, Veränderungen in der Verarbeitungsgeschwindigkeit, Auffälligkeiten in der Artikulation, Stifthaltung oder Perseverationen.

Im Folgenden werden Angaben zu psychometrischen Eigenschaften des Untersuchungsverfahrens der NEPSY gemacht: Reliabilitätskoeffizienten wurden für jede Altersgruppe separat berechnet. In der US-Version liegen für den Altersbereich 5-12 Jahre die durchschnittlichen internen Konsistenz-Reliabilitäten (split-half, test-retest, generalizability procedures) der einzelnen Untertests zwischen .68 und .91 (mit einer Ausnahme: *Design Fluency*: .59). Die Untertests mit den höchsten Reliabilitätskoeffizienten sind *Phonological Processing*, *Memory for Names* und *List Learning*. Die geringsten Stabilitätsschätzungen ergaben sich für diejenigen Untertests, die mittels Test-Retest-Korrelationen berechnet wurden (z.B. *Design Fluency*, *Verbal Fluency*, *Fingertip Tapping*). Für die zusammengefassten Bereiche ergaben sich erwartungsgemäß höhere Reliabilitäten, da sie ein breiteres Verhaltensspektrum erfassen: *Aufmerksamkeit/ Exekutive Funktionen* (.82), *Sprache* (.87), *Sensomotorische Funktionen* (.79), *Visuoräumliche Verarbeitung* (.83) und *Gedächtnis/ Lernen* (.87). In Bezug auf die temporale Stabilität variierten für alle Altersgruppen die Test-Retest-Schätzungen (2-10 Wochenintervalle) zwischen .52 (*Arrows*) und .81 (*Auditory Attention and Response Set*). Die Leistungserhebung über einen Zeitraum ergab, dass, bis auf wenige Ausnahmen, für jede Altersgruppe durchschnittlich höhere Leistung zum zweiten Messzeitpunkt gemessen wurde. Die Zuwächse waren für die jeweiligen Untertests und zusammengefassten Bereiche über die untersuchten Altersgruppen betrachtet nicht immer gleichsinnig. Sie wurden jedoch konsistent im Bereich *Memory/ Learning* und in den Untertests *Memory for Faces*, *Memory for Names* und *List Learning* beobachtet. Für die Altersgruppe der 5-12-Jährigen ergaben die durchschnittlichen Stabilitätskoeffizienten für die Bereiche *Aufmerksamkeit/ Exekutive Funktionen* (.67), *Sprache* (.76), *Sensomotorische Funktionen* (.67), *Visuoräumliche Verarbeitung* (.70) und *Gedächtnis/ Lernen* (.76). Die Interrater-Übereinstimmung für die qualitative Beobachtung variierte zwischen Kappa-Koeffizienten von .42 (misarticulation) und .100 (visual guidance, incorrect position, body movement).

Die Anwendung der NEPSY erlaubt gemäß der Angaben der Testautorinnen zu den Durchführungsbedingungen eine große Flexibilität. Sie kann je nach Problematik des Kindes, Ausrichtung des Untersuchungsleiters und dem Kontext der Diagnostik festgelegt werden. Mit dem vollständigen Test kann eine systematische und umfassende Diagnostik neuropsychologischer Funktionen durchgeführt werden. Die Haupt-Untertests aus allen Funktionsbereichen, d.h. diejenigen Tests mit den höchsten Testkennwerten, können angewendet werden, um ein kürzeres, aber dennoch umfassendes Scanning durchzuführen. Einer solchen Untersuchung kann sich eine umfassende Untersuchung anschließen, um die Funktionsbereiche genauer zu analysieren, in denen die Beeinträchtigungen gefunden oder vermutet werden. Ist das Ziel einer neuropsychologischen Diagnostik, die Charakteristik einer spezifischen Störung zu explorieren, wird eine selektive Untersuchung durchgeführt. Dies wird besonders empfohlen, wenn die Störung eine Funktion be-

einträchtig, die sehr komplex ist und von Teilleistungen aus unterschiedlichen Funktionsbereichen abhängt (s. Korkman & Pesonen, 1994).

Die NEPSY umfasst für den in dieser Studie untersuchten Altersbereich insgesamt 26 Untertests, die sich fünf Funktionsbereichen zuordnen lassen. Auf der rechten Spalte geben Anmerkungen Auskunft über die Form der Bearbeitung der einzelnen Untertests für die Anwendung in der vorliegenden Studie. (Detaillierte Angaben zur Übersetzung/ Adaptation sind im Anhang A. 1. aufgeführt):

AUFMERKSAMKEIT/ EXEKUTIVE FUNKTIONEN

Inhibition/ Verhaltenssteuerung

Statue („Statue“)

dt. Übersetzung der Instruktion

Handreaktion („Knock and Tap“)

dt. Übersetzung der Instruktion

Aufmerksamkeitsverhalten/ Inhibition

Auditive Aufmerksamkeit & Antwortverhalten
(„Auditory Attention & Response Set“)

dt. Adaptation

Visuelle Aufmerksamkeit („Visual Attention“)

dt. Übersetzung der Instruktion

Planung/ Problemlösen

Turm („Tower“)

dt. Übersetzung der Instruktion

Muster Produzieren („Design Fluency“)

dt. Übersetzung der Instruktion

SPRACHE

Phonologische Verarbeitung

Phonologische Bewusstheit
(„Phonological Processing“)

Test zur phonologischen Bewusstheit

Rezeptive Sprachverarbeitung

Instruktionsverständnis
(„Comprehension of Instructions“)

dt. Übersetzung der Instruktion

Sprachproduktion

Schnelles Benennen („Speeded Naming“)

dt. Übersetzung der Instruktion

Wortflüssigkeit („Verbal Fluency“)

dt. Adaptation

Nachsprechen von Pseudowörtern
(„Repetition of Nonsense Words“)

Kunstwörter-Nachsprech-Test

Nachsprechen von Wörtern

(„Oromotor Sequences“)

Aachener Aphasie Test: Nachsprechen

SENSOMOTORISCHE FUNKTIONEN

Taktile Verarbeitung

Fingerdiskrimination („Finger Discrimination“)

dt. Übersetzung der Instruktion

Kinästhetische Verarbeitung

Imitation von Handpositionen
(„Imitating Hand Positions“)

dt. Übersetzung der Instruktion

Motorische Produktion

Finger-Tapping („Fingertip Tapping“)

dt. Übersetzung der Instruktion

Visuomotor. Präzision („Visuomotor Precision“)

dt. Übersetzung der Instruktion

Methodik

Handbewegungen („Manual Motor Sequences“) dt. Übersetzung der Instruktion

VISUORÄUMLICHE VERARBEITUNG

Visuoräumliche Verarbeitung

Pfeile („Arrows“)

dt. Übersetzung der Instruktion

Wegfindung („Route Finding“)

dt. Übersetzung der Instruktion

Visuoräumliche Konstruktion

Formen Abzeichnen („Design Copying“)

dt. Übersetzung der Instruktion

Klötze („Block Construction“)

dt. Übersetzung der Instruktion

GEDÄCHTIS UND LERNEN

Verbales Gedächtnis

Textgedächtnis („Narrative Memory“)

dt. Adaptation

Reproduktion von Sätzen („Sentence Repetition“)

dt. Adaptation

Nonverbales Gedächtnis

Gedächtnis für Gesichter („Memory for Faces“)

dt. Übersetzung der Instruktion

Lernen

Gedächtnis für Namen („Memory for Names“)

dt. Adaptation

Lernen von Wortlisten („List Learning“)

Verbaler Lern- und Merkfähigkeitstest

Nach einem kurzen Überblick der angewandten neuropsychologischen Testbatterie werden im Folgenden die einzelnen Untertests inhaltlich näher erläutert. Dabei werden nur vorrangig erfasste Dimensionen beschrieben und auf die Beschreibung beteiligter weiterer Funktionsbereiche weitgehend verzichtet. Bei einer Beibehaltung der Testitems, die ausschließlich die Übersetzung der Instruktion ins Deutsche erforderten, kann von einer identischen Umsetzung in Anlehnung an die amerikanische Version der Tests ausgegangen werden, so dass die inhaltliche Darstellung im Sinne der Testautorinnen Korkman et al. (1998) erfolgt. Bestand die Notwendigkeit einer deutschen Adaptation bzw. der Verwendung eines schon im deutschen Sprachraum eingesetzten Testverfahrens wird die inhaltliche Darstellung in der Form beschrieben, wie sie in der Studie letztendlich zur Anwendung kam. Die originär englischen Benennungen der Untertests werden dennoch durchgängig beibehalten.

AUFMERKSAMKEIT/ EXEKUTIVE FUNKTIONEN

Aufmerksamkeit und exekutive Funktionen werden in Anlehnung an die Testautorinnen als zentrale Bestandteile der neuropsychologischen Diagnostik bewertet. Jedoch ist die Unterscheidung zwischen Komponenten der Aufmerksamkeit schwierig, da reine Aufmerksamkeitsdimensionen praktisch nicht erfasst werden können. Theoretische Analysen dieser Komponenten beinhalten z.B. die Regulation des allgemeinen Aktivierungsniveaus, selektive Aufmerksamkeit (fokussierte und geteilte Aufmerksamkeit), Daueraufmerksamkeit, Aufmerksamkeitsspanne, Flexibilität der Aufmerksamkeitssteuerung oder Inhibition und Kontrolle des Verhaltens. Der Begriff der exekutiven Funktionen wird in der Entwicklungsneuropsychologie als ein Kon-

zept verwendet, das Planung und flexible Strategieranwendung, also kognitive Steuermechanismen wie Handlungsinitiierung, Aufrechterhalten und Wechsel von Antwortverhalten sowie den Gebrauch organisierter Suchstrategien, zielgerichtetes Handeln, Fehlerkontrolle und -korrektur, Impulskontrolle, Flüssigkeit der Gedankenproduktion und schließlich auch das Arbeitsgedächtnis umfasst. Diese Aspekte der exekutiven Funktionen lenken, modulieren und interagieren mit Aufmerksamkeitsprozessen. Diese zum Teil hochspezifischen und zum Teil umfassenderen Teilleistungen sollen in sechs Untertests umfasst werden:

Turm („Tower“). Dieser Test ist eine Adaptation des Tower of London-Tests von Shallice (TOL, 1982). Er überprüft Planungsfähigkeit, Selbstregulation (Unterdrückung impulsiver Reaktionen, Regulation des Handlungstempos), Problemlösen (Generieren neuer Lösungen zu einem Problem) und Monitoring (Handlungssteuerung/ Handlungskontrolle). Darüber hinaus wird für das Behalten der Regeln das Arbeitsgedächtnis gefordert. Die Aufgabe besteht darin, auf drei unterschiedlich langen Stäben drei verschiedenfarbige Kugeln so anzuordnen wie es eine farbige Vorlage vorgibt. Auf den kurzen Stab passt nur eine Kugel, auf den mittleren Stab zwei Kugeln und auf den langen Stab drei Kugeln. Dabei gibt es einige Regeln, die zu beachten sind: Bei jeder Aufgabe ist nur eine bestimmte Anzahl von vorgegebenen Zügen erlaubt, so dass das Kind eine Folge von Zügen vorplanen muss, bevor es die Aufgabe unter Zeitmessung durchführt. Man darf in einem Zug immer nur eine Kugel umstecken, man darf keine Kugel in der Hand behalten oder auf den Tisch legen. Man darf keinen Zug zurücknehmen. Die Schwierigkeit der Aufgaben variiert hinsichtlich Komplexität und Anzahl der Züge (1-7). Jedes der 20 Items wird mit einem Punkt bewertet, wenn es innerhalb einer vorgegebenen Zeit (30-45 Sekunden) richtig gelöst wird. Nach vier nicht gelösten Aufgaben in Folge wird der Test abgebrochen.

Auditive Aufmerksamkeit und Antwortverhalten („Auditory Attention and Response Set“). Dieser Test stellt eine Version der Continuous Performance Tests dar (vgl. CPT, Conners et al., 1995). Dem Kind werden über Audio-CD zweimal 180 Wörter in einem 1-sekündigen Takt jeweils drei Minuten lang vorgespielt. Im ersten Teil der Aufgabe (Selektive auditive Aufmerksamkeit) soll jedes Mal, wenn das Wort „rot“ erklingt, ein rotes Plättchen aus einem Stapel von Plättchen unterschiedlicher Farben genommen und in eine Schachtel gelegt werden. Im zweiten sich anschließenden Teil (Auditives Antwortverhalten) soll das Kind ein gelbes Plättchen in die Schachtel legen, wenn es das Wort „rot“ hört, ein rotes Plättchen bei dem Wort „gelb“ und ein blaues Plättchen bei dem Wort „blau“. Die Wörter sind unterschiedliche Farbnamen und Distraktoren in Form von hochfrequenten Einsilbern oder Pronomen. Die Aufgabe erfordert das Aufrechterhalten der selektiven Aufmerksamkeit auf einfache auditive Stimuli während einer monotonen Aufgabe sowie Umstellungsfähigkeit/ kognitive Flexibilität und das Behalten von komplexen Regeln. Wenn eine richtige Reaktion in einem 1-sekündigen Zeitfenster erfolgt, werden zwei Punkte vergeben. Nach Ablauf einer weiteren Sekunde (in einem 1-2sekündigen Zeitfenster) erhält man einen Punkt. Über beide Bedingungen wird ein Gesamtwert dieser Punkte errechnet. Davon werden Verwechslungsfehler subtrahiert. Ergänzend werden Auslassungsfehler erfasst.

Visuelle Aufmerksamkeit („*Visual Attention*“). In diesem visuellen Durchstreichtest soll das Kind in 180 Sekunden alle Figuren markieren, die mit einer auf dem Papierkopf abgebildeten Zielfigur identisch sind. Es werden zwei Aufgaben unterschiedlicher Schwierigkeitsstufen präsentiert: In der ersten Aufgabe sind Katzen als Zielfiguren unter anderen einfachen schematischen Zeichnungen von Objekten in zufälliger Anordnung abgebildet. Hier ist zusätzlich zur Aufrechterhaltung der Aufmerksamkeit eine visuelle Suche zur schnellen Lokalisierung des Zielobjektes erforderlich (vgl. Visual Search and Attention Test, VSAT, Trener et al., 1990). In der zweiten Aufgabe sind die Zielfiguren komplexer. Es müssen ein Mädchen- und ein Jungengesicht, die sich von auf geraden Reihen abgebildeten anderen Distraktorengesichtern in mehreren Gesichtermerkmalen unterscheiden, wiedererkannt und durchgestrichen werden. Die Leistungsbewertung erfolgt über die Kombination der Maße Zeit und Genauigkeit (Zahl der richtigen Items ohne Verwechslungsfehler) für beide Suchstimuli. Bei jeder Aufgabe wird die Testung nach 180 Sekunden abgebrochen.

Statue („*Statue*“). In dieser Aufgabe zur Erfassung der inhibitorischen Kontrolle und motorischen Persistenz soll das Kind für 75 Sekunden als „Statue“ mit geschlossenen Augen ruhig stehen und trotz auditiver Distraktoren wie Hüsteln, Klopfen auf den Tisch etc. Impulse, die Augen zu öffnen, zu sprechen oder sich zu bewegen, unterdrücken. Die Bewertung erfolgt in 15 Zeitabschnitten von je fünf Sekunden, in denen jeweils für eine ausgeführte Reaktion wie Bewegungen, Augen öffnen oder Sprechen ein Punkt, für zwei oder mehr Reaktionen kein Punkt und für keine Reaktion zwei Punkte vergeben wird. Die Punktwerte werden über alle 15 Zeitabschnitte addiert.

Muster Produzieren („*Design Fluency*“). Dieser Test beruht auf dem Five Point Test (Regard et al., 1982) und dem Ruff Figural Tendency Test (Vik & Ruff, 1988). Er wurde als nonverbales Analog zu Wortflüssigkeitsaufgaben entwickelt. Hier soll das Kind jeweils in einer Minute möglichst viele einzigartige Muster zeichnen, indem es Punkte verbindet, die in einem kleinen Quadrat in der ersten Aufgabe symmetrisch, in der zweiten Aufgabe zufällig angeordnet sind. Der Test erfasst Konzeptualisierungsfähigkeit, Ideenproduktion (Kreativität), Strukturierungsfähigkeit (Aufgabenanalyse) sowie den Gebrauch selbst generierten Strategien. Der Gesamtwert wird aus den einzigartigen und korrekten (gerade Linien, keine Lücke von mehr als zwei mm zwischen einem Punkt und der Linie, die ihn berühren soll) Zeichnungen über beide Bedingungen gebildet.

Handreaktion („*Knock and Tap*“). Das Kind wird im ersten Teil instruiert, den Impuls zu unterdrücken, die Vorgaben der Untersucherin zu imitieren und stattdessen, gegenteilige Handlungen auszuführen (mit den Knöcheln auf den Tisch klopfen, wenn die Untersucherin die Handfläche auf den Tisch legt und umgekehrt). Die Aufgabe stellt eine Wahlreaktion auf eine verbale Instruktion entgegen der direkten Nachahmungstendenz dar. Im zweiten Aufgabenteil wird verlangt, die vorher gelernten motorischen Reaktionen zu unterdrücken. Es findet ein unsystematischer Wechsel von Anforderungen statt, der neue Wahlreaktionen erfordert, die vom ersten Teil abweichen (Knöchel/ seitliche Faust und umgekehrt sowie Handfläche/ keine Reaktion). Erhoben wird Selbstregulation, Inhibition unmittelbarer Impulse, die durch visuelle

Stimuli ausgelöst werden und von der verbalen Anleitung abweichen sowie Flexibilität/ Umstellungsfähigkeit. Der Gesamtwert ergibt sich aus der Anzahl richtig gelöster Items. Nach vier nicht gelösten Items in Folge wird die Aufgabe abgebrochen.

SPRACHE

Die sechs Untertests des Funktionsbereichs Sprache erfassen unterschiedliche Komponenten komplexer linguistischer Kapazitäten, die mit Problemen in der Sprache, im Sprechen, Lesen, Rechtschreiben und Schreiben assoziiert werden.

Phonologische Bewusstheit („*Phonological Processing*“). Hier kam der Test zur phonologischen Bewusstheit (Marx & Schneider, 2000) zur Anwendung. Es werden mehrere Typen von Aufgabenstellungen auf der Phonemebene, angesehen als Indikatoren der phonologischen Bewusstheit im engeren Sinne, vorgegeben. Diese umfassen die Pseudowort-Segmentierung, in der ein von der Untersucherin vorgesprochenes Wort in seine einzelnen Laute zerlegt und für jeden Laut ein Plättchen gelegt werden soll. Z.B. soll bei dem Wort „schomma“ vier Laute bzw. Plättchen für /sch/o/m/a gelegt und gesprochen werden. Bei der Aufgabe zur Vokalersetzung soll innerhalb eines gesprochenen Wortes anstatt /a/ immer /i/ gesagt werden (Kaba - Kibi). Die Aufgabe zur Restwortbestimmung erfordert, dass immer der erste Laut eines vorgesprochenen Wortes weggelassen und das Restwort ausgesprochen werden soll (krumm - rumm). In der Aufgabe zur Phonemvertauschung sollen die ersten zwei Laute in dem vorgesprochenen Wort umgedreht und der Rest des Wortes beibehalten werden (Radio - Ardio). In der Lautkategorisierungsaufgabe werden vier Wörter hintereinander vorgesprochen und es soll das Wort genannt oder seine Position identifiziert werden, das nicht zu den anderen drei Wörtern passt, weil es einen anderen Laut am Anfang (Teil A: Kopf - Turm - tief - Trick) bzw. am Ende (Teil B: Frank - Hand - Hemd - Sand) hat. Der Gesamtwert setzt sich aus der Summe der richtig gelösten Items zusammen.

Schnelles Benennen („*Speeded Naming*“). Dieser Test erfasst das phonologische Rekodieren im lexikalischen Zugriff, d.h. der Zugriff auf Aussprache und Betonung von bekannten Wörtern, die in der Wissensbasis einer Person repräsentiert sind. Dabei geht es um das schnelle Benennen von 20 geometrischen Figuren, die in den Dimensionen Größe, Farbe und Form alternieren. Es werden Genauigkeit (pro Dimension ein Punkt) und Zeit bewertet, die in einen Gesamtwert kombiniert werden. Den Testaufgaben wird ein Lerndurchgang vorangestellt, in dem das Benennen der Dimensionen in einer bestimmten Reihenfolge gelernt wird. Nach 300 Sekunden wird der Test abgebrochen.

Instruktionsverständnis („*Comprehension of Instructions*“). Dieser Untertest erfasst das Verständnis verbaler Instruktionen, die semantisch und syntaktisch zunehmend komplexer werden. Nach der Konzeption des Token Tests (De Renzi & Vignolo, 1962), der ursprünglich zur Erfassung von Sprachverständnisstörungen in der Aphasiediagnostik entwickelt wurde, werden Items verwendet, die neben der klassifikatorischen Erfassung einzel-

ner Merkmale der abgebildeten geometrischen Figuren das Verständnis syntaktischer und semantischer Konstruktionen wie Negation, temporale/ sequentielle und räumliche Konzepte erfordern. Die Kinder sind aufgefordert, nach Beendigung einer einmaligen verbalen Instruktion auf die Zielfiguren einer Vorlage zu zeigen, die sich durch Farbe, Position und in Beziehung zu weiteren Figuren definieren. Der Gesamtwert ergibt sich aus der Anzahl richtig gelöster Items. Nach vier nicht gelösten Items in Folge wird der Test abgebrochen.

Nachsprechen von Pseudowörtern („*Repetition of Nonsense Words*“). Bei diesem Test wird das phonetische Enkodieren sowie Rekodieren im Arbeitsgedächtnis (Kapazität des phonologischen Arbeitsgedächtnisses) und das Artikulieren von Lautmustern erfasst. Das Kind soll insgesamt 48 zwei- bis fünfsilbige phonologisch komplexe, d.h. mit im deutschen Sprachraum üblichen Konsonantencluster (str, sch), und ihm unbekannte Lautmuster unmittelbar einzeln reproduzieren (z.B. verkrabaten). Es sind je sechs wortähnliche bzw. wortunähnliche Items pro Wortlänge enthalten. Dazu werden bedeutungslose Kunstwörter vorgegeben (Körner & Hasselhorn, 2001), die allein aufgrund ihrer lautlichen Charakteristika verarbeitet werden sollten. Da die Wörter von Band abgespielt werden, kann das Kind diese Aufgabe nicht durch eine visuelle Analyse des Artikulationsaktes lösen. Die verwendeten Kunstwörter wurden in ihrer Konstruktion in Anlehnung an den Nonword-Repetition Test von Gathercole et al. (1994) zusammengestellt. Dabei sollten sie zwar der Phonetik der deutschen Sprache entsprechen (also alle wesentlichen in der deutschen Sprache vorkommenden Phoneme bzw. Buchstabenverbindungen enthalten), nicht jedoch allzu große Ähnlichkeiten mit konkreten deutschen Wörtern aufweisen, um den Einfluss des verfügbaren lexikalischen Wortwissens auszuschließen. Die Antworten der Kinder werden mit richtig oder falsch bewertet (vollständig korrekt oder nicht vollständig korrekt). Die Anzahl der richtig gelösten Aufgaben wird aufsummiert.

Zusätzlich zur Vorgabe der komplexen Kunstwörter mit Konsonantencluster werden die von Grete Mottier (1951) konstruierten Kunstwörter mit der einfachen Konsonant-Vokal-Konsonant-Struktur vorgegeben. In dieser „*Mottier-Probe*“ sollen beim Nachsprechen von 30 zwei- bis sechssilbigen Kunstwörtern das „Wort- und Sprachgedächtnis als Teil der sprachlichen Fähigkeiten, dessen Störungen fast immer mit Lese- und Rechtschreibstörung einhergehen“, erfasst werden. Auch hier wird ein Gesamtwert über alle dichotom gewerteten Items gebildet.

Wortflüssigkeit („*Verbal Fluency*“). Dieser Test erfasst die Wortflüssigkeit, d.h. den Wortzugriff auf dem Gedächtnisspeicher über das Generieren von Wörtern, passend zu semantischen und phonemischen/ formallexikalischen Kategorien. Die Konzeption der phonetisch assoziierten Wortflüssigkeit findet sich ursprünglich in einem Untertest des Neurosensory Center Comprehensive Examination for Aphasia (Letter Fluency, FAS-Test, Spreen & Benton, 1969, 1977). Das Erfassen der kategorischen bzw. semantisch assoziierten Wortflüssigkeit (Category Fluency) ist z.B. Teil des Boston Diagnostic Aphasia Examination (Goodglass & Kaplan, 1983). Bei der Bearbeitung von Wortflüssigkeitsaufgaben ist die Fähigkeit der spontanen Produktion von Wörtern, ein intaktes lexikalisches und semantisches Wissen wie auch die Koordinati-

on des Abrufprozesses, d.h. der Gebrauch von Strategien und Selbstregulation notwendig. Das Kind soll in vier Untertests jeweils über einen Zeitraum von einer Minute möglichst viele verschiedene Wörter nach vorgegebenen Regeln generieren: Es soll möglichst viele Tiere, Dinge zum Essen/ Trinken (Teil A: semantische Wortflüssigkeit), Wörter, die mit „S“ und Wörter, die mit „F“ beginnen (Teil B: formallexikalische Wortflüssigkeit) nennen. Die Anzahl der Lösungen wird sowohl über einen Gesamtwert aus einzigartigen Wortfindungen in allen vier Untertests als auch getrennt über beide Kategorien bewertet. Eigennamen und Wiederholungen sind nicht zulässig und werden als Fehler gewertet.

Nachsprechen von Wörtern („*Oromotor Sequences*“). Dieser Test erfasst die Kontrolle oral-motorischer Bewegungsabfolgen. Es wird davon ausgegangen, dass diese Fähigkeit der oral-motorischen Koordination der Artikulation und der fließenden sequentiellen Produktion von Sprachlauten dient. Das Kind ist aufgefordert, Laute, einsilbige Wörter, Lehn- und Fremdwörter sowie zusammengesetzte Wörter aus dem Untertest „Nachsprechen“ des Aachener Aphasie-Test (AAT) direkt zu reproduzieren. Die Auswertungskriterien richteten sich nach einer vierstufigen Bewertung jedes Items: Keine Fehler - Ähnlichkeit mit der Zielform/ Selbstkorrektur/ Wiederholung/ Unsicherheit - geringe Ähnlichkeit mit der Zielform - keine Ähnlichkeit mit der Zielform/ keine Reaktion/ Automatismus/ Perseveration. Es wird ein Gesamtwert über alle 40 Items ermittelt.

SENSOMOTORISCHE FUNKTIONEN

Sensomotorische Funktionen haben wichtige vermittelnde Funktionen als zielgerichtete, komplexe Systeme, mittels derer Wissen erworben oder Probleme gelöst werden. Das meiste von dem, was Kinder lernen, erfordert die Koordination und Integration dieser multiplen Systeme, die in den vielfältigsten Bereichen (z.B. Sprachproduktion, flüssige und effiziente Körperbewegungen, Hand- und Fingergeschicklichkeit, Augenbewegung, visuoräumliche Verarbeitung) zu einer gelungenen Entwicklung beitragen. Somit stehen sensomotorische Fertigkeiten traditionell auch als Indikatoren einer auffälligen Entwicklung und Gehirnschädigung oder -dysfunktion. Insgesamt werden hierzu fünf Untertests durchgeführt.

Finger-Tapping („*Fingertip Tapping*“). Dieser Test ist konzeptionell auf den Finger Tapping Test (FTT, Reitan, 1969) zurückzuführen. Er wurde ursprünglich Finger Oscillation Test (FOT) genannt und war Teil der Halstead Testbattery. Der Test erfasst die Organisation, Koordination und das Automatisieren von definierten, fein abgestimmten schnellen motorischen Bewegungsabfolgen, verbunden mit der Verarbeitung von taktilen und kinästhetischen und visuellen Informationen. Die Tapping-Geschwindigkeit jeder Hand wird erfasst, indem das Kind mit angehobenen Armen die Kuppen des Zeigefingers und des Daumens möglichst schnell 32 Mal aufeinander tippen soll (einfache repetitive Oppositionsbewegungen zwischen Daumen und Zeigefinger). In einer sich anschließenden Aufgabe soll der Daumen der Reihe nach die Kuppen des Zeige-, Mittel-, Ring- und Kleinfingers möglichst schnell antippen. Diese Bewegungsabfolge soll insgesamt achtmal durchgeführt werden, jede Sequenz mit dem Zeigefinger beginnend (sequentielle Finger-

bewegungen). Dabei wird die Zeit erfasst. Dies verlängert sich, wenn ein Durchgang als nicht erfolgreich ausgeführt (keine eindeutige Opposition, Finger übersprungen) wiederholt werden soll. Die Untersucherin macht dem Kind den Bewegungsablauf in beiden Bedingungen vor. Das Kind macht die Bewegungssequenzen mit jeder Hand so lange nach, bis es sie fehlerfrei ausführt. Es wird ein Gesamtwert der Bewegungsgeschwindigkeit für beide Aufgabenteile jeweils für beide Hände erfasst, wobei mit der bevorzugten Hand begonnen wird.

Imitation von Handpositionen (*“Imitating Hand Positions”*). Der Test erfasst die kinästhetische Praxis, operationalisiert durch die Fähigkeit der Imitation einer Handposition nach einem Modell. Erfordert werden die Verarbeitung taktiler und kinästhetischer Informationen sowie eine feinmotorische Koordinationsstrategie. Das Kind sitzt der Untersucherin gegenüber und reproduzierte spiegelbildlich die für 20 Sekunden vorgeführten Handpositionen wie z.B. das Aufstellen des Daumens und des kleinen Fingers, während die anderen Finger in einer Faust gehalten werden. Der Gebrauch der anderen Hand zur Unterstützung wird als Fehler gewertet. Begonnen wird ein Durchgang aller zwölf Items mit der bevorzugten Hand des Kindes, anschließend werden dieselben Modelle für die Reproduktion mit der nicht-bevorzugten Hand des Kindes vorgegeben. Dabei wird von der Untersucherin die Hand als Modell verwendet, die der entsprechenden Hand des Kindes hinsichtlich Bevorzugung gegenüber ist. Es wird ein Gesamtwert für beide Durchgänge ermittelt, dem eine dichotome Bewertung (Item gelöst/ nicht gelöst) zugrunde liegt. Nach drei nicht gelösten Items in Folge wird die Aufgabe abgebrochen.

Visuomotorische Präzision (*„Visuomotor Precision“*). In diesem Paper-Pencil-Test werden graphomotorische Fähigkeiten sowie die visuomotorische Koordination erfasst. Das Kind soll möglichst schnell kontinuierliche, kurvilineare Bahnen durchfahren, ohne dabei die Begrenzungen zu überschreiten. Die Vorgaben sind zwei Items mit ansteigendem Schwierigkeitsgrad: In der ersten Aufgabe soll ein Auto auf einem vorgegebenen Weg vom Start- zum Zielpunkt durchgeführt werden, in der folgenden Aufgaben wird die Rennbahn für ein Motorrad enger und kurvenreicher geführt. Die Gesamtleistung wird berechnet über ein kombiniertes Maß aus Genauigkeit (Anzahl der überschrittenen Segmente der Bahn) und Geschwindigkeit, summiert über beide Aufgaben.

Handbewegungen (*„Manual Motor Sequences”*). Der Test erfasst die Fähigkeit der Organisation und des Lernens rhythmischer Bewegungssequenzen und der Aufrechterhaltung bzw. Automatisierung der korrekten Sequenzen und des Rhythmus über mehrere Abfolgen. Die Untersucherin gibt dreimalig eine Serie von uni- oder bimanuellen Bewegungsabfolgen vor, die rasch und ineinander übergehend vollzogen werden. Diese soll sich das Kind einprägen und anschließend fünf Mal hintereinander reproduzieren. Z.B. ist die Vorgabe, die Knöchel der rechten Hand auf den Tisch zu klopfen, dann die Knöchel der linken Hand, anschließend die rechte Handfläche, dann die linke Handfläche. Der Gesamtwert für die Funktion der dynamischen Organisation der Bewegung erfolgt über die richtig/ falsch- Bewertung jeder einzelnen Sequenz pro Item (Maximalwert je Item: fünf Punkte). Nach vier nicht gelösten Items in Folge wurde die Aufgabe abgebrochen.

Fingerdiskrimination („*Finger Discrimination*“). Der Test erfasst die Fähigkeit der Fingeridentifikation (vgl. Benton, 1959; Benton et al., 1994) allein über das Tastempfinden unter Ausschaltung der visuellen Kontrolle mit Hilfe einer Sichtblende. Die Untersucherin berührt an der durch die Öffnung der Blende geführte Hand des Kindes die Mittelglieder eines Fingers oder zweier Finger gleichzeitig. Das Kind soll nun die berührten Finger identifizieren, indem es diese mit seiner anderen Hand antippt. Die Aufgabe wird mit jeder Hand separat durchgeführt, wobei mit der bevorzugten Hand begonnen wird. Berührt wird der mittlere Fingerabschnitt, die Hand liegt mit der Handfläche nach unten auf dem Tisch. Der Gesamtwert wird über die Leistungen beider Hände hinsichtlich jedes berührten Fingers ermittelt. Pro berührter und richtig identifizierter Finger wird ein Punkt gegeben.

VISUORÄUMLICHE VERARBEITUNG

Visuoräumliche Verarbeitung ist komplex und beinhaltet multiple distinkte, aber miteinander in Beziehung stehende Teilfertigkeiten. Diese betreffen z.B. die Fähigkeit, Elemente in ein bedeutungsvolles Ganzes zusammenzufügen, Objekte zu diskriminieren und sie mental zu repräsentieren sowie das Verständnis von räumlichen Objektbeziehungen, das u.a. die Linienorientierung, Perspektivenübernahme, die Fähigkeit der rechts/ links-Unterscheidung und der mentalen Rotation von Objekten erfordert. Darüber hinaus wird die Fähigkeit der nonverbalen Problemlösung unter dem Begriff der visuoräumlichen Verarbeitung subsummiert. Die vielfältigen Dimensionen der räumlichen Verarbeitung (visuell-räumliche Perzeption, räumlich-kognitive/ räumlich-konstruktive sowie räumlich-topographische Verarbeitung) werden hier in vier Untertests erfasst.

Formen Abzeichnen („*Design Copying*“). Dieser Test lehnt sich eng an die Konzeption des Developmental Test of Visual-Motor Integration (VMI, Beery, 1997) und ist ähnlich der Abzeichenform des Benton-Test (Benton & Spreen, 1972; Sivan & Spreen, 1996) bzw. des ursprünglichen Benton Visual Retention Test (Benton, 1946). Er erfordert die Integration von visuoräumlichen Fertigkeiten (Kapazität für komplexe visuelle Formdiskrimination) mit koordinierten motorischen Aktivitäten. Es sollen 18 zweidimensional vorgegebene geometrische Muster von steigender Komplexität abgezeichnet werden. Die Formen sollen in klar definierte Felder gezeichnet werden, die denen der Originalvorlage entsprechen. Es ist nicht erlaubt zu radieren oder das Blatt zu drehen. Bewertet werden u.a. die gerade Ausrichtung der Linien, Linien-Orientierung (horizontale/ vertikale Abweichungen), Winkel, Übersteuerung oder Lücken zwischen zwei Linien/ Ecken. Nach vier nicht gelösten Items in Folge wird die Aufgabe abgebrochen.

Pfeile („*Arrows*“). Dieser Test geht auf Benton, Hamsher, Varney und Spreen (1983, Judgement of Line Orientation) zurück. In diesem nicht-motorischen Test wird die Fähigkeit der Visualisierung räumlicher Beziehungen erfasst, indem Richtung, Winkel und Orientierung von Linien einzuschätzen sind. Das Material besteht aus 15 Bildern mit mehreren Pfeilen (zwei richtige Lösungen, sechs Distraktorpfeile mit einer anderen Raumlage) sowie einer in der Mitte abgebildeten Zielscheibe. Das Kind soll die beiden Pfeile anzeigen bzw. in ihren Ziffern benennen, die das Zentrum dieser Zielscheibe treffen.

Bei schwierigeren Items werden die Pfeile kürzer dargestellt. Die Antwort erfolgt in multiple choice- Form, indem aus acht möglichen Pfeilen zwei ausgewählt werden sollen (max. zwei Punkte je Item). Der Gesamtwerte bildet die Summe aller richtig identifizierten Pfeile. Nach vier nicht gelösten Items in Folge wird die Aufgabe abgebrochen.

Klötze („*Block Construction*“). Der Test lässt sich inhaltlich auf den Three-Dimensional Block Construction Test zurückführen (3-D, Benton & Fogel, 1962; Benton et al., 1994). Er erfasst die Integration von visuräumlichen Fertigkeiten mit feinmotorischen Aktivitäten sowie die Fähigkeit zur Planung und Ausführung des Gesamtablaufes. Das Kind soll anhand von Modellen, die bei den leichteren Items dreidimensional als vorgebautes Modell, mehrheitlich jedoch als perspektivisch gezeichnetes Abbild der Konstruktion dargeboten werden, dreidimensionale Konstruktionen aus Kunststoffwürfeln nachbauen. Das Ausmaß der feinmotorischen Koordination, die erforderlich ist zur Manipulation und Positionierung der Würfel, ist geringer als bei der Reproduktion von Figuren im Design Copying, wo ein Stift gebraucht wird. Der Schwerpunkt dieses Tests liegt in der Fähigkeit der Visualisierung, Verständnis und Reproduktion dreidimensionaler räumlicher Beziehungen. Die Anzahl der benötigten Würfel wird vorgegeben. Bewertet wird die Geschwindigkeit und Genauigkeit der Konstruktion. Bei den schwierigeren Items wird ein zusätzlicher Zeitbonus gegeben. Nach fünf nicht gelösten Items in Folge wird die Aufgabe abgebrochen.

Wegfindung („*Route Finding*“). Dieser Test beruht auf Venger und Holmomsckaya (1978). Er erfasst das Verständnis von visuell-räumlichen Beziehungen und Richtungen sowie die Fähigkeit des Transfers dieses Wissens von einfachen schematischen Karten auf komplexere Karten. Dem Kind werden schematische Zeichnungen einer Landkarte mit einem Zielhaus gezeigt und es soll dieses Haus in einer größeren, komplexeren Karte wiederfinden. Dabei ist es bei keinem der acht Items erlaubt, nach dem Einführungsbeispiel mit dem Finger den Weg auf der komplexeren Karte nachzufahren. Es wird ein Gesamtwert über alle Items ermittelt, der sich auf einer dichotomen Bewertung gründet: Wird das Haus richtig lokalisiert, erhält das Kind einen Punkt. Nach fünf nicht gelösten Items in Folge wird die Aufgabe abgebrochen.

GEDÄCHTNIS UND LERNEN

Gedächtnisleistungen sind im Kindesalter umfassend erforscht. Es wird davon ausgegangen, dass sich das Gedächtnis gleichsinnig mit dem Erwerb der Fähigkeiten der Konzeptualisierung, Kategorisierung und Assoziationsbildung entwickelt. Sobald anspruchsvollere Enkodierstrategien benutzt werden, wird der Zugang zum Gelernten automatisiert. Es werden hierzu insgesamt fünf Untertests durchgeführt.

Gedächtnis für Gesichter („*Memory for Faces*“). Die inhaltliche Konzeption findet sich bei dem Untertest Gesichter des Recognition Memory Test (Warrington, 1984). Er erfasst das unmittelbare und verzögerte visuelle Wiedererkennungsgedächtnis für Gesichter. Es werden hintereinander für jeweils fünf Sekunden 16 s/w-Fotographien von unbekanntem Kindern gezeigt. Um zu

gewährleisten, dass die Aufmerksamkeit bei der Darbietung auf das Gesicht gerichtet wird, soll das Geschlecht des abgebildeten Kindes genannt werden. Anschließend werden 16 Seiten präsentiert, auf denen jeweils eine der vorherigen Photographien in identischer Form zusammen mit zwei Distraktoren abgebildet sind. Das Kind soll auf diejenige Photographie zeigen oder sie benennen, die es wiedererkennt. Nach Ablauf von 30 Minuten soll das Kind die Zielfotos unter neuen Distraktoren nochmals identifizieren. Es wird ein Gesamtwert für die Anzahl richtig wiedererkannter Gesichter in beiden Bedingungen ermittelt.

Gedächtnis für Namen („*Memory for Names*“). Erfasst wird der Erwerb und der Abruf von verbalen Begriffen in einer Aufgabe des visuell-verbalen Assoziationslernens über drei Durchgänge mit Feedback. Es werden acht schematische Zeichnungen von Kindergesichtern gezeigt und die dazugehörigen Namen der Kinder genannt. Das Kind ist aufgefordert, sich die Gesichter mit ihren Namen zu merken. Dabei soll es die Namen im ersten Lerndurchgang laut wiederholen. In den sich anschließenden drei Durchgängen werden die Karten jeweils neu gemischt und einzelnen vorgelegt. Das Kind soll den Namen des abgebildeten Kindes nennen. In der Bedingung zum verzögerten Wiedererkennen werden nach 30 Minuten die Karten neu gemischt einzeln vorgegeben. Ein Feedback erfolgt nicht mehr. Der Gesamtwert bildet sich aus den richtig benannten Gesichtern über die drei Lerndurchgänge und den verzögerten Durchgang.

Textgedächtnis („*Narrative Memory*“). Der Test erfasst das Textgedächtnis, sprich die Fähigkeit aufmerksam zuzuhören, Gehörtes zu enkodieren und zu verstehen, die Organisation und der Abruf dieser Information aus dem Gedächtnis, um eine kohärente Geschichte zu produzieren sowie verbale Expression (vgl. Untertest Story Memory des Wide Range Assessment of Memory and Learning, WRAML, Adams & Sheslow, 1990). Dem Kind wird eine kurze Geschichte über einen Jungen mit seinem Freund, einem Hund, erzählt. Anschließend soll es diese Geschichte sinngemäß nacherzählen (free recall-Bedingung) und nach Beendigung der freien Nacherzählung werden Fragen nach spezifischen Details gestellt, die das Kind bisher noch nicht genannt hat (cued recall-Bedingung). Die Formulierungen muss nicht wörtlich mit denen aus der Geschichte übereinstimmen, sie sollte jedoch die wesentlichen Informationen beinhalten. Die Auswertung erfolgt dreistufig: Reproduziert das Kind Informationen einer Sinneinheit in der free recall-Bedingung spontan, so werden diese Items mit zwei Punkten bewertet, gibt es auf die spezifische Frage in der cued recall-Bedingung eine richtige Antwort, so erhält es einen Punkt. Über alle 17 Items wird ein Gesamtwert gebildet.

Reproduktion von Sätzen („*Sentence Repetition*“). Die Konzeption dieses Tests findet sich ursprünglich in einem Untertest der Neurosensory Center Comprehensive Examination for Aphasia (Spreen & Benton, 1969, 1977). Das Kind ist aufgefordert, sinnhafte Sätze mit steigender Länge und syntaktischer Komplexität direkt wörtlich zu reproduzieren. Das Nachsprechen von Sätzen erfordert eine intakte phonologische Verarbeitung sowie die Fähigkeit zur schnellen syntaktischen und semantischen Analyse von Sätzen. Darüber hinaus erfasst der Test die verbale Merkspanne (passiver Speicher) sowie bei längeren und syntaktisch komplexeren Sätzen weitergehende Verarbei-

tungsprozesse wie die aktive verbale Speicherung (Funktion des Arbeitsgedächtnisses). Die Auswertung erfolgt dreistufig: Es werden pro Satz zwei Punkte für wörtliche Reproduktionen und einen Punkt für ein bis zwei Fehler gegeben, die Auslassungen, Veränderungen oder Hinzufügungen von Wörtern/ Wortfolgen umfassen. Nach vier nicht gelösten Items in Folge wird die Aufgabe abgebrochen.

Lernen von Wortlisten („*List Learning*“). Hier wird der Verbale Lern- und Merkfähigkeitstest (VLMT, Helmstaedter et al., 2001), eine deutsche Übersetzung der Wortlisten des RAVLT (Rey Auditory-Verbal Learning Test, Quelle: Lezak, 1983), verwendet. Er erfasst das serielle Listenlernen über fünf Lerndurchgänge mit nachfolgender Distraction (Interferenzliste) und halbstündiger Verzögerung. Das Testmaterial besteht aus einer Liste mit 15 semantisch unverbundenen Wörter, die dem Kind hintereinander vorgelesen werden und unmittelbar reproduziert werden soll. Die Reihenfolge der reproduzierten Wörter ist irrelevant. Es können spezifische Angaben zum deklarativen Verbalgedächtnis gemacht werden: Diese umfassen unmittelbares Behalten (Kurzzeitgedächtnis), Lernleistung, Interferenzanfälligkeit und langfristige Enkodierung- bzw. Abrufleistungen. Der Gesamtwert des verbalen „supraspan-Gedächtnisses“ wird ermittelt aus der kombinierten Anzahl richtig reproduzierter Items aus den fünf Lerndurchgängen sowie dem Durchgang nach einer halbstündigen Verzögerung.

Grundsätzlich wurde die Leistungsbewertung ausschließlich auf der Grundlage einer quantitativen Bewertung vorgenommen. Diese ergibt sich wie in den einzelnen Tests dargestellt durch die Ermittlung der Gesamtwerte, die sich vorrangig durch die Summe der Rohwerte, teilweise jedoch auch durch die Verknüpfung mit Geschwindigkeitsleistungen zusammensetzt.

DARSTELLUNG DES UNTERSUCHUNGSABLAUFS

Eine vorläufige Version des gesamten neuropsychologischen Screeningverfahrens wurde an Kindern mit den Diagnosen Lese- und Rechtschreibstörungen und/ oder Rechenstörung im relevanten Altersbereich im Ambulatorium Klinische Neuropsychologie, Tübingen, erprobt und teilweise v.a. hinsichtlich einer besseren Verständlichkeit der Instruktion geringfügig abgeändert.

In der nächsten Arbeitsphase der Rekrutierung der Untersuchungsgruppen mit den jeweiligen Diagnosen wurde über Hinweise in der örtlichen Presse im Mai bzw. September 2001 auf die Studie aufmerksam gemacht. In einer Beschreibung des Forschungsprojektes wurden in Lokalzeitungen der Städte Tübingen/ Reutlingen und Stuttgart Kinder mit Verdacht auf spezifische Lernstörungen gesucht. Da es sich jedoch nach den ersten Kontakten herausstellte, dass ein Großteil der über die Eltern angemeldeten Kinder im Grenzbereich zwischen unauffälligen schulischen Leistungen und tatsächlichen defizitären umschriebenen Lernleistungen lagen, wurde die weitere Rekrutierung ausschließlich direkt an den Grundschulen fortgeführt. Diese erfolgte parallel ab Juni 2001, nachdem die Genehmigungen durch die Ober- schulämter Tübingen und Stuttgart sowie durch die Staatlichen Schulämter

Reutlingen und Sigmaringen eingegangen waren. In den jeweiligen zugeordneten Grundschulen wurden nach Absprache mit den SchulleiterInnen direkte Anschreiben an die Eltern über die Inhalte des Untersuchungsprojektes mit der Möglichkeit einer ausführlichen Abklärung vermuteter schulischer Leistungsbeeinträchtigungen und individuell abgestimmten Fördermöglichkeiten geschickt. Diese wurden anschließend auf der Grundlage der Leistungseinschätzung der dortigen Klassenlehrer bzw. Deutsch- und Mathematiklehrer in den Bereichen Lesen/ Rechtschreiben und Rechnen an die Eltern der Kinder mit vermuteten umschriebenen Lernstörungen weitergereicht.

Nach Abschluss der Untersuchung der auffälligen Kinder wurde ab Februar 2002 wiederum über den Kontakt mit den Oberschulämtern Tübingen und Stuttgart in dritten und vierten Grundschulklassen die Kontrollkinder rekrutiert. Dieser Untersuchungsabschnitt konnte vor Ende des Schuljahres im Juni 2002 abgeschlossen werden. Auch hier wurde eine Selektion der Schüler auf der Grundlage einer Einschätzung der Klassenlehrer vorgenommen. Die Schüler sollten keine Beeinträchtigung in den genannten schulischen Bereichen aufweisen. Die Auswahl der Kontrollkinder erfolgte letztendlich parallel zum klinischen Kollektiv in Bezug auf Klasse, Geschlecht und IQ-Wert. Die Fachlehrer bzw. Klassenlehrer gaben auch Elternbriefe nur an ausgewählte Kinder aus. Diese betraf in der ersten Rekrutierungsphase der klinischen Versuchsgruppen Kinder mit Verdacht auf Lese-, Rechtschreib- und/ oder Rechenstörungen, in der zweiten Rekrutierungsphase Kinder ohne Auffälligkeiten in den genannten schulischen Bereichen.

Anschließend nahmen diejenigen Eltern mit der Ambulanz Kontakt auf, die einer Untersuchung ihrer Kinder zugestimmt hatten. Im persönlichen Telefonkontakt wurden detaillierte Informationen über Inhalt, Art - hier wurde besonders auf die Freiwilligkeit der Teilnahme und Anonymisierung der Daten hingewiesen - und Durchführung der Untersuchung gegeben. Des Weiteren wurde in Form eines halbstrukturierten Interviews bezüglich definierter Einschluss- und Ausschlusskriterien eine weitere Selektion der Studienkinder vorgenommen. Bestand bei den Eltern und Kindern Interesse an der Untersuchung teilzunehmen und waren alle Voraussetzungen für die Teilnahme an der Studie erfüllt, wurden abschließend Untersuchungstermine entweder vor Ort in den Grundschulen oder im Ambulatorium Klinische Neuropsychologie vereinbart.

Die praktische Durchführung der Untersuchungssitzungen gestaltete sich wie folgt: Nach einer kurzen Kennenlernphase und nochmaliger Darstellung der Inhalte und der zeitlichen wie auch räumlichen Durchführungsbedingungen erfolgten die Testungen der allgemeinen Intelligenzentwicklung und der Schulleistungen anhand standardisierter Testverfahren. Dazu wurden die Kinder entweder einzeln zur Feststellung der Lesefähigkeit und mathematischer Kompetenzen oder im Gruppenverfahren, das maximal drei Kinder umfasste, zur Feststellung des kognitiven Entwicklungsstandes und der Rechtschreibfertigkeit untersucht. Dies nahm in etwa 135 Minuten in Anspruch, wobei nach halber Sitzungszeit eine kurze Pause eingelegt wurde. Auf der Grundlage der Ergebnisse der Eingangsdiagnostik erfolgte eine

Gruppenzuweisung. Im Anschluss an die Zuweisung in eine der vier Untersuchungsgruppen wurde ein neuropsychologisches Screeningverfahren in Einzeltestung durchgeführt. Es erforderte zusätzlich ca. 120 Minuten Untersuchungszeit und erfolgte entweder am selben Untersuchungstag in einem zweiten Abschnitt nach einer längeren Pause oder an einem neuen Untersuchungstermin, der nur wenige Tage auf den ersten folgte. Nach Beendigung beider Untersuchungsabschnitte erhielten die Kinder kleine Geschenke und eine Urkunde.

Mit den Eltern der Kinder mit vermuteten umschriebenen schulischen Beeinträchtigungen wurde im Anschluss an einen der beiden ausgewählten Untersuchungstermine ein ca. 30-minütiges Gespräch geführt, in dem Informationen über die Entwicklungsgeschichte und aktuelle Schulleistungen/problematisches Verhalten erhoben sowie diagnostische Fragebogen ausgegeben wurden. Diese sollten von den Eltern je nach Belieben entweder vor Ort oder zu Hause ausgefüllt und im letztgenannten Fall wieder zugeschickt werden. Bei den Kontrollkindern wurden die Untersuchungstermine ausschließlich vor Ort an ihren jeweiligen Grundschulen durchgeführt. In dieser Gruppe wurde auf das persönliche Gespräch mit den Eltern über Verlauf und Darstellung des problematischen Verhaltens verzichtet und nur die entsprechenden diagnostischen Fragebogen an die Eltern ausgegeben.

Ergaben sich nach Auswertung der Ergebnisse des ersten Untersuchungsabschnittes oder durch das Gespräch mit den Eltern Hinweise darauf, dass sich die Einschluss- bzw. Ausschlusskriterien nicht erfüllen, wurde mit den Eltern besprochen, dass eine Teilnahme am zweiten Untersuchungsabschnitt leider nicht möglich ist. In diesen Fällen wurden dennoch psychologische Befundberichte bzw. tabellarische Kurzberichte auf der Grundlage aller bis zu diesem Zeitpunkt ermittelten Daten erstellt.

Nach Abschluss der individuellen Untersuchungen wurde für die Teilnahme an der Studie für die klinischen Versuchskinder Befundberichte mit klinischer Hauptdiagnose bezüglich umschriebener Entwicklungsstörungen schulischer Fertigkeiten auf der Grundlage anamnestischer Daten, Fragebogendaten und testpsychologischer Befunde (Intelligenz, Schulleistungen, neuropsychologische Befunde) wie auch indizierter Fördermaßnahmen erstellt. Es war ein großes Anliegen, die kostenfreien Befunde ohne große zeitliche Verzögerung nach Abschluss der individuellen Untersuchungen fertig zu stellen. Darüber hinaus wurde die Möglichkeit geboten, nach Erhalt der Befunde persönlichen telefonischen Kontakt mit der Untersucherin aufzunehmen, um etwaige Verständnisfragen und sich ergebende Anliegen zu klären. Nach Beendigung der Untersuchungen der Kontrollkinder wurden sowohl tabellarische Kurzberichte über die testpsychologischen Befunde verfasst als auch Vorträge vor Ort an den Grundschulen gehalten, die allgemein über umschriebene Lernstörungen informierten und einen genaueren Einblick in das durchgeführte Forschungsprojekt gaben.

AUSWERTUNGSVERFAHREN UND STATISTISCHE PRÜFGRÖßEN

Gruppenvergleiche. Es sollte der Einfluss der personengebundenen Variablen Geschlecht, Alter, Klasse und die allgemeine Intelligenzleistung in den Vergleichsgruppen kontrolliert werden, um diese Merkmale als Ursachen für mögliche Unterschiede in den neuropsychologischen Leistungsmaßen bzw. psychiatrischen Auffälligkeiten weitestgehend auszuschließen. Dazu wurden die klinischen Gruppen (Lese- und Rechtschreibstörung, kombinierte Störung schulischer Fertigkeiten) und die ihnen zugeordneten Kontrollgruppen in Bezug auf diese Variablen nach Mittelwert und Streuung parallelisiert (Alter, IQ) bzw. gematcht (Geschlecht, Klasse). Hierbei muss allerdings in Kauf genommen werden, dass die Parallelisierung zu Lasten der externen Validität gehen kann. So könnten die ausgewählten Kontrollgruppen, die auf die Verteilungen in den parallelisierten Variablen der klinischen Stichproben abgestimmt wurden, ihre entsprechende Population nicht mehr zufällig repräsentieren (Bortz & Döring, 2002).

Varianzanalytische Bestimmung der Gruppenunterschiede. Zur Überprüfung der Hypothesen hinsichtlich auffälliger Leistungen in neuropsychologischen Funktionsbereichen in den klinischen Untersuchungsgruppen sowie hinsichtlich der Subtypen-Klassifikationsschemata bzw. ätiologischer Modelle zu den einzelnen Störungsgruppen (RD, AD, RAD) erfolgte die Auswertung mittels multivariater Varianzanalysen. Es wurde für jeden neuropsychologischen Funktionsbereich (*Aufmerksamkeit/ Exekutive Funktionen, Sprache, Sensomotorische Funktionen, Visuoräumliche Verarbeitung, Gedächtnis/ Lernen*) eine multivariate Varianzanalyse (MANOVA) sowie univariate varianzanalytische Vergleiche berechnet, um bedeutsame Leistungsunterschiede in den einzelnen Aufgaben zwischen einer auffälligen Gruppe und ihrer parallelisierten Kontrollgruppe zu bestimmen.

Unter der Annahme, dass wechselseitige Beziehungen zwischen den abhängigen Variablen innerhalb eines komplexen Funktionsbereiches per definitionem untereinander bestehen, sollten in einem multivariaten Ansatz diese Beziehungen berücksichtigt und aufgedeckt werden. Des Weiteren sollten gravierende inferenzstatistische Probleme wie die Erhöhung der Fehlervarianz umgangen werden, die sich bei wiederholter Durchführung univariater Analysen einstellen. In den sich anschließenden univariaten Varianzanalysen (ANOVAs) wurden für die Gesamtwerte der einzelnen Untertests eines Funktionsbereiches Vergleiche zwischen den klinischen Gruppen und ihren Kontrollgruppen berechnet. Als Anwendungsvoraussetzung der varianzanalytischen Berechnungen wurde mittels des Levene-Tests die Varianzhomogenität überprüft. Bedeutsame Leistungsunterschiede in Aufgaben, welche die Normalverteilungsvoraussetzung nicht erfüllen, wurden anhand des U-Tests (Mann-Whitney) berechnet. Diese betreffen nach Angaben der Autorinnen der NEPSY die Untertests *Statue, Knock & Tap, Oromotor Sequences, Manual Motor Sequences, Finger Discrimination* und *Route Finding*. Bei diesen Tests deuteten die Ergebnisse eines Levene-Tests auf eine Verletzung der Varianzhomogenitätsvoraussetzung hin.

Ein Profilvergleich mittels o.g. statistischer Verfahren zwischen den auffälligen Gruppen mit den Diagnosen F81.0 (Lese- und Rechtschreibstö-

rung) bzw. F81.1 (Isolierte Rechtschreibstörung) und F81.2 (Rechenstörung) mit der klinischen Gruppe F81.3 (Kombinierte Störung schulischer Fertigkeiten) sollte durchgeführt werden, um evtl. Aussagen über entsprechende Funktionsstörungen des gemischten Typus mit einem spezifischen reinen Typus machen zu können.

Multivariate varianzanalytische Auswertungen möglicher Unterschiede zwischen den vier gebildeten Versuchsgruppen in den Variablen emotionaler und Verhaltensauffälligkeiten (CBCL 4-18, FBB-HKS) sollten Abweichungen zwischen den auffälligen Gruppen mit den jeweiligen Diagnosen von den Kontrollgruppen in der Gesamtskala bzw. in der Menge und Ausprägung der einzelnen Skalen feststellen. Es sollte überprüft werden, ob für Kinder mit umschriebenen Entwicklungsstörungen schulischer Fertigkeiten ein höheres Risiko für internalisierende und externalisierende Psychopathologie vorliegt. Die ursprüngliche Hypothese, dass Kinder mit Rechenstörungen stärkere sozioemotionale Anpassungsschwierigkeiten erleiden, was sich in einer spezifischen Erhöhung der Ausprägung in der Variablen *internalisierende Verhaltensweisen* (MANOVA) im Vergleich zu den klinischen Gruppen RD, RAD und Kontrollgruppe bestätigt finden würde, konnte aufgrund des geringen Stichprobenumfangs von Kindern mit reiner Rechenstörung nicht überprüft werden.

In Anbetracht der großen Anzahl sowohl von neuropsychologischen Variablen als auch von Variablen emotionaler und Verhaltensauffälligkeiten, die zur Differenzierung zwischen den Kindern mit umschriebenen Entwicklungsstörungen schulischer Fertigkeiten und ihren Kontrollkindern herangezogen wurden, war es sinnvoll, zur ergänzenden Interpretation statistischer Signifikanztests die Gruppenunterschiede hinsichtlich deren Effektstärken zu untersuchen. Die Effektstärken sind standardisierte Maße von Gruppenunterschieden, d.h., sie geben an den Variabilitäten relativierte Mittelwertsunterschiede zwischen den Vergleichsgruppen an und erlauben so eine Vergleichbarkeit über verschiedene Testergebnisse. Dazu wurden die Effektgrößen nach folgender Formel über den Anteil erklärter Varianz in der Varianzanalyse (η^2) berechnet:

$$f = \sqrt{(\eta^2 / 1 - \eta^2)} \quad (\text{Bortz \& Döring, 2002, S.608})$$

Diskriminanzanalysen von neuropsychologischen Tests. Als weiterführendes Verfahren einer strukturprüfenden Varianzanalyse sollte eine pragmatische Auswahl derjenigen neuropsychologischen Variablen getroffen werden, die in unterschiedlichen Kombinationen zwischen Kindern, die in den schulischen Bereichen Lesen, Rechtschreiben und Rechnen normal leistungsfähig sind, und Kindern mit umschriebenen Entwicklungsstörungen schulischer Fertigkeiten möglichst gut differenzieren. Dazu wurde eine Reihe von Diskriminanzfunktionsanalysen berechnet. Aufgrund der Vielzahl von unabhängigen Variablen ($n=24$) wurde ein iteratives Vorgehen gewählt, in dem sich die jeweils in die Diskriminanzfunktion einbezogenen Variablen nach den Ergebnissen der Analyse der Effektgrößen richten.

Analyse individueller Leistungen. Eine deskriptive Individualanalyse der spezifischen Teilleistungen in neuropsychologischen Funktionen wurde vorgenommen, um zu überprüfen, ob die ermittelten Gruppenvergleiche individuelle Leistungsprofile widerspiegeln oder sich durch eine heterogene Leistungsausprägung innerhalb der einzelnen Gruppen der Kinder mit umschriebenen Entwicklungsstörung schulischer Fertigkeiten ergeben. Letztgenannter Fall würde auf eine Variabilität der Störung in Form von Subgruppierung innerhalb eines Störungsbildes hindeuten. Individuelle Leistungen wurden als defizitär definiert, wenn der Gesamtwert eines neuropsychologischen Tests mindestens 1,5 Standardabweichungen unter der mittleren Gesamtleistung der Kontrollgruppe lag.

Deskriptive Bewertung. Die Hypothese hinsichtlich neuropsychologischer Funktionen in den deutschen und englischen Sprachsystemen, wurde dadurch überprüft, dass eine von den Autorinnen der NEPSY (s. Korkman et al., 1998) untersuchte Profilanalyse mit der klinischen Versuchsgruppe der Kinder mit Lese- und Rechtschreibstörungen verglichen wurde. Dadurch sollte das in der Studie eingesetzte neuropsychologische Screeningverfahren auf seine differentielle Validität für die jeweiligen klinischen Gruppen auf der Grundlage einer differentiellen Symptombeschreibung und -bewertung überprüft werden.

ERGEBNISSE

BESCHREIBUNG DER STICHPROBE

Nach Überprüfung der Charakteristika Klasse, Alter und Geschlecht unterschieden sich in beiden klinischen Gruppen, wie aus Tabelle 3 ersichtlich ist, die verbalen und nonverbalen intellektuellen Fähigkeiten nicht voneinander (T-Test für gepaarte Stichproben: RD: $t_{(28)} = -1.825$; $p = .079$; n.s.; RAD: $t_{(9)} = -1.335$; $p = .215$; n.s.). Beide Intelligenzmaße liegen in den klinischen Untersuchungsgruppen im Durchschnittsbereich und unterscheiden sich nicht von den Kontrollkindern (T-Test für unabhängige Stichproben: RD: verbale Intelligenz: $t_{(56)} = 1.645$; $p = .106$; n.s.; nonverbale Intelligenz: $t_{(56)} = -0.705$; $p = .484$; n.s.; RAD: verbale Intelligenz: $t_{(18)} = 0.871$; $p = .395$; n.s.; nonverbale Intelligenz: $t_{(18)} = -0.776$; $p = .448$; n.s.).

Erwartungsgemäß zeigten Kinder mit der Diagnose einer Lese- und Rechtschreibstörung im Vergleich zu ihrer Kontrollgruppe im Lesen und Schreiben deutlich schlechtere Leistungen (T-Test für unabhängige Stichproben: RD: SLT (T-Wert Gesamtlesezeit): $t_{(56)} = 7.518$; $p < .001^{***}$; SRT (T-Wert orthographische Fehler): $t_{(52)} = 14.112$; $p < .001^{***}$). Die Leistungen in der Zahlenverarbeitung und im Rechnen unterschieden sich zwar in diesen Untersuchungsgruppen ebenfalls signifikant (ZAREKI (T-Wert Gesamtscore): $t_{(56)} = 3.889$; $p < .001^{***}$), sie lagen jedoch in der klinischen Gruppe im Normbereich und entsprechend höher in der Kontrollgruppe. Die unterschiedlichen Leistungen im Gesamtscore der ZAREKI sind auf gut durchschnittliche Leistungen der Kontrollkinder in den beiden Indizes *Kulturvermitteltes Zahlenwissen* sowie *Rechnen* zurückzuführen.

Bei Kindern mit einer kombinierten Störung schulischer Fertigkeiten waren im Durchschnitt alle untersuchten schulischen Leistungsbereiche im Vergleich zu ihrer Kontrollstichprobe signifikant schlechter und lagen absolut mindestens 1,5 SD unter der altersentsprechenden Normstichprobe (T-Test für unabhängige Stichproben: RAD: SLT (T-Wert Gesamtlesezeit): $t_{(18)} = -5,305$; $p < .001^{***}$; SRT (T-Wert orthographische Fehler): $t_{(18)} = -12,406$; $p < .001^{***}$; ZAREKI (T-Wert Gesamtscore): $t_{(17)} = -6.427$; $p < .001^{***}$). Zusätzlich lagen in der ZAREKI die Leistungen der klinischen Gruppen (RAD) in allen drei Indizes durchgängig unter dem Niveau der Kontrollkinder (T-Test für unabhängige Stichproben: ZAREKI: *Kulturvermitteltes Zahlenwissen* (T-Wert): $t_{(17)} = -3,611$; $p < .01^{**}$; *Rechnen* (T-Wert): $t_{(16)} = -7,297$; $p < .001^{***}$; *Visuell-analoge Zahlenrepräsentanz* (T-Wert): $t_{(8)} = -2.333$; $p < .05^*$).

Ergebnisse

Tab. 3.

Darstellung der Ergebnisse in den testdiagnostischen Verfahren. Mittelwerte (M) und Standardabweichungen (SD) der Kinder mit Lese- und Rechtschreibstörung (RD), kombinierter Störung schulischer Fertigkeiten (RAD) und ihren jeweiligen parallelisierten Kontrollgruppen (NC) in CFT-20: IQ-Wert (Nonverbaler IQ); Wortschatztest des HAWIK-III: IQ-Wert (Verbaler IQ); Untertest Lesen des SLRT: gesamt-T-Wert Lesezeit (Leseleistung); Untertest Rechtschreibung des SLRT: T-Wert orthographische Rechtschreibfehler (Rechtschreibleistung); ZAREKI: Indizes 1-3 gesamt-T-Wert (Zahlenverarbeitung/ Rechnen).

	RD, n=29		NC (RD), n=29		RAD, n=10		NC (RAD), n=10	
	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD
Nonverbaler IQ	103.07	9.48	107.41	10.60	101.10	11.26	105.20	9.41
Verbaler IQ	107.93	10.14	106.21	8.42	106.00	8.43	103.00	6.33
Leseleistung	37.64	9.83	52.96	4.89	37.31	9.30	53.54	5.20
Rechtschreibleistung	33.62	5.54	53.87	4.91	31.02	2.09	55.31	5.37
Zahlenverarbeitung/ Rechnen	51.20	5.31	56.87	5.78	37.00	6.01	55.03	3.40

NEUROPSYCHOLOGISCHE FUNKTIONSBEREICHE

UNTERSCHIEDE ZWISCHEN KINDERN MIT LESE- UND RECHTSCHREIBSTÖRUNG UND KONTROLLKINDERN

Gruppenunterschiede in den neuropsychologischen Funktionsbereichen

Die Überprüfung statistisch signifikanter Unterschiede in den einzelnen Untertests der neuropsychologischen Testbatterie erfolgte in den Gruppenvergleichen ausschließlich die Rohwerte. Dies erschien notwendig, da durch die Übersetzungen bzw. Adaptationen der Aufgaben ein direkter Vergleich mit der US-Normierungsstichprobe an unauffälligen Kindern nur eingeschränkt möglich ist und einige Aufgaben durch für den deutschen Sprachraum konzipierte inhaltsähnliche Testverfahren sogar gänzlich ersetzt wurden. Die Vergleichbarkeit einzelner Merkmalsbereiche ist möglich, da alle Einzelresultate in einem einheitlichen Normenmaßstab ausgedrückt werden und diese hinreichend reliabel sind.

Tabelle 4 stellt die mittleren Gesamtsummen und Standardabweichungen der Rohwerte pro Untertest für die klinische Gruppe (Lese- und Rechtschreibstörung) sowie für die Kontrollgruppe dar. Die Unterschiede in den Leistungen zwischen den Vergleichsgruppen der Kinder mit Lese- und Rechtschreibstörung und ihrer klinisch unauffälligen Kontrollgruppe erreichten im einfaktoriellen multivariaten Varianzanalyse-Verfahren das Signifikanzniveau in den Funktionsbereichen *Aufmerksamkeit/ Exekutive Funktionen* (Wilks Lambda (4, 53) = 0.540, F = 11.299, p < .001), *Sprache* (Wilks Lambda (8, 49) = 0.459, F = 7.233, p < .001), *Visuoräumliche Verarbeitung* (Wilks Lambda (3, 54) = 0.791, F = 4.759, p < .01) und *Gedächtnis/ Lernen* (Wilks Lambda (5, 52) = 0.793, F = 2.711, p < .05). Ein Hauptgruppeneffekt

Ergebnisse

des Bereiches *Sensomotorische Funktionen* konnte nicht festgestellt werden (Wilks Lambda (3, 54) = 0.983, F = 3.14, p = .815).

Zur Prüfung, welche der Variablen sich im Einzelnen voneinander unterscheiden, wurden im Anschluss über die Untertests eines Funktionsbereiches univariater ANOVAs für jeden Untertest ausgeführt. Tabelle 4 stellt die Ergebnisse der Einzelüberprüfungen als univariate F-Statistiken, p-Werte sowie Effektstärken für die jeweiligen Untertests dar.

Tab. 4. Vergleich der Leistungen in den jeweiligen Untertests der neuropsychologischen Testbatterie für die Vergleichsgruppen RD (n=29) vs. NC (n=29).									
	RD		NC		df,dfe	MSE	F-Wert	p-Wert	Effektstärke
	Mean	SD	Mean	SD					
Attent./ Executive									
Tower	14.38	2.01	13.31	1.91	1,56	3.840	4.315	.042*	0.28
Auditory Attention	73.59	10.86	85.83	11.52	1,56	125.378	17.330	.000***	0.56
Visual Attention	14.76	3.52	18.41	3.48	1,56	12.256	15.806	.000***	0.53
Design Fluency	20.48	5.58	25.17	6.42	1,56	36.203	8.809	.004**	0.40
<i>Statue</i>	26.97	5.44	29.10	1.65			342.00	.171	
<i>Knock and Tap</i>	28.31	2.04	29.17	.97			328.00	.130	
Language									
Phonolog. Bewusstheit	40.66	7.16	52.90	6.32	1,56	45.629	47.619	.000***	0.92
Speeded Naming	22.97	8.03	29.97	7.01	1,56	56.820	12.504	.001***	0.47
Comprehension Instr.	22.55	3.83	24.48	2.89	1,56	11.507	4.699	.034*	0.29
Mottier	20.69	4.40	22.55	4.18	1,56	18.417	2.730	.104	0.29
Kunstwörter (Körner)	31.86	5.05	36.34	4.30	1,56	21.964	13.266	.001***	0.49
Verbal Fluency gesamt	36.72	8.67	47.03	11.22	1,56	100.549	15.330	.000***	0.52
Verbal Fluency sem.	26.59	6.68	31.86	8.77	1,56	60.794	6.639	.013*	0.34
Verbal Fluency phon.	10.14	5.59	14.10	6.29	1,56	35.395	6.442	.014*	0.34
AAT	116.76	4.06	118.03	2.74	1,56	12.005	1.966	.161	0.19
Sensorimotor									
Fingertip Tapping	55.34	13.03	53.52	14.06	1,56	183.639	.264	.610	0.07
Imitating Hand Pos.	19.41	2.35	19.07	3.34	1,56	8.337	.207	.651	0.06
Visuomotor Precision	25.72	8.23	27.03	7.93	1,56	65.299	.381	.539	0.08
<i>Manual Motor Seq.</i>	43.34	4.86	43.93	6.83			386.50	.596	
<i>Finger Disc. Pref.</i>	15.76	1.83	15.62	1.61			395.00	.687	
<i>Finger Disc. Nonpref.</i>	15.14	1.73	15.62	1.45			345.50	.235	
Visuospatial									
Design Copying	60.97	4.00	61.69	4.13	1,56	16.557	.459	.501	0.09
Arrows	20.97	4.15	24.28	2.64	1,56	12.121	13.110	.001***	0.48
Block Construction	14.76	2.67	15.00	1.91	1,56	5.381	.157	.693	0.05
<i>Route Finding</i>	8.45	1.35	8.41	2.28			341.50	.202	
Memory/ Learning									
Memory for Faces	23.41	5.33	24.62	4.78	1,56	25.640	.824	.368	0.12
Memory for Names	14.72	5.29	19.62	5.70	1,56	30.261	11.489	.001***	0.45
Narrative Memory	25.14	5.15	28.14	3.43	1,56	19.123	6.824	.012*	0.35
Sentence Repetition	22.03	3.45	23.45	3.87	1,56	13.431	2.158	.147	0.20
List Learning	52.38	10.04	55.21	10.08	1,56	101.207	1.145	.289	0.14

Anmerkung: F-Werte, p-Werte stellen Ergebnisse der univariaten ANOVAs dar (**p≤.01, ***p≤.001, *p≤.05). Die kursiv dargestellten Untertests erfüllen nicht die Normalverteilungsannahme. Hier werden U-Test (Mann-Whitney)-Werte angegeben. Effektstärken werden als f-Maß normiert und in absoluten Werten dargestellt.

Im Bereich **Aufmerksamkeit/ Exekutive Funktionen** zeigten vier Untertests signifikante Gruppenunterschiede (mindestens p≤.05). Die jeweiligen

Gesamtwerte der *Untertests Auditory Attention* ($p < .001$), *Visual Attention* ($p < .001$) und *Design Fluency* ($p < .01$) lagen bei den Kindern mit Lese- und Rechtschreibstörung signifikant unter dem Mittelwert der Kontrollkinder. Die signifikant schlechteren Leistungen in der Aufgaben *Auditory Attention* sind zurückzuführen auf reduzierte Aufmerksamkeitswerte sowohl im Aufgabenteil, der die Vigilanz hinsichtlich relativ einfacher und wiederholter Aufgaben erfasst (T-Test für unabhängige Stichproben: Gesamtwert: $t_{(56)} = 2.791$; $p < .01$; Auslassungsfehler: $t_{(41.39)} = -2.022$; $p = .05$) als auch im sich anschließenden Teil, der zusätzlich das Behalten von komplexen Regeln im Arbeitsgedächtnis erfordert (T-Test für unabhängige Stichproben: Gesamtwert: $t_{(52.02)} = 4.788$; $p < .01$; Auslassungsfehler: $t_{(51.43)} = -2.417$; $p < .05$). Eine detaillierte Analyse der visuellen Aufmerksamkeitsleistung ergab, dass die Kinder mit Lese- und Rechtschreibstörung ausschließlich in Bezug auf die Zeit sowohl in der Bearbeitung einfacher (T-Test für unabhängige Stichproben: Stimuli Katzen: $t_{(56)} = -2.661$; $p = .01$) als auch komplexer visueller Stimuli (T-Test für unabhängige Stichproben: Stimuli Gesichter: $t_{(56)} = -2.480$; $p < .05$) niedrigere Leistungen erbrachten. Die Anzahl der Auslassungs- und Verwechslungsfehler unterschied sich nicht signifikant von derjenigen der Kontrollgruppe (Stimuli Katzen: Auslassungsfehler: $t_{(56)} = -1.254$; $p = .215$; Verwechslungsfehler $t_{(28)} = 1.00$; $p = .326$; Stimuli Gesichter: Auslassungsfehler: $t_{(45.00)} = -1.740$; $p = .089$; Verwechslungsfehler: $t_{(44.71)} = -1.699$; $p = .096$).

Im Untertest *Tower* erbrachte die klinische Gruppe dagegen bessere Leistungen ($p < .05$). Die Leistungen in den Untertests *Statue* ($p = .171$) und *Knock and Tap* ($p = .130$) unterschieden sich in den Vergleichsgruppen nicht signifikant. Aufgrund der ungleichen Geschlechterverteilung wurde zusätzlich zur Überprüfung des Faktors Funktionsbereiches der Geschlechtereffekt mittels einer zweifaktoriellen MANOVA (2 x 2) untersucht. Es ergab sich weiterhin einen signifikanten F-Wert für die Variable Funktionsbereich (Wilks Lambda (6, 49) = 0.494, $F = 8.359$, $p < .001$) sowie für die Variable Geschlecht (Wilks Lambda (6, 49) = 0.728, $F = 3.053$, $p < .05$). Eine statistisch signifikante Interaktion zwischen den Faktoren Funktionsbereich und Geschlecht trat nicht auf (Wilks Lambda (6, 49) = 0.921, $F = 0.705$, $p = .647$). Der Unterschied zwischen Mädchen und Jungen zeigte sich ausschließlich im Untertest *Auditory Attention* ($F(1, 54) = 6.771$, $MSE = 113.383$, $p < .05$), in dem die Mädchen signifikant schlechter abschnitten.

In den Untertests des Funktionsbereiches **Sprache** zeigten die Ergebnisse der ANOVAs, dass die Kontrollkinder signifikant bessere Leistungen in den Tests *Phonologische Bewusstheit* ($p < .001$), *Verbal Fluency gesamt* ($p < .001$), *phonemisch*, ($p < .05$), *semantisch* ($p < .05$), *Kunstwörter* ($p < .01$), *Speeded Naming* ($p < .01$) und *Comprehension of Instructions* ($p < .05$) erzielten. Außer in den beiden Untertests *Mottier* ($p = .104$) sowie *AAT* ($p = .166$) waren keine Leistungsunterschiede zwischen den Vergleichsgruppen zu verzeichnen. Die Ergebnisse einer zweifaktoriellen MANOVA (2 x 2) erbrachten ebenfalls einen signifikanten F-Wert für die Variable Funktionsbereich *Sprache* (Wilks Lambda (9, 46) = 0.495, $F = 5.217$, $p < .001$) sowie für die Variable Geschlecht (Wilks Lambda (9, 46) = 0.698, $F = 2.215$, $p < .05$). Die Interaktion zwischen den Faktoren Funktionsbereich und Geschlecht war nicht statistisch bedeutsam (Wilks Lambda (9, 46) = 0.782, $F = 1.428$, $p = .204$). Der Unterschied zwischen Mädchen und Jungen zeigte sich jedoch

ausschließlich im Untertest *AAT* ($F(1, 54) = 4.885$, $MSE = 11.349$, $p < .05$), in dem die Mädchen niedrigere Leistungen als die Jungen zeigten.

Im Bereich **Visuoräumliche Verarbeitung** wurde nur ein signifikanter Leistungsunterschied im Untertest *Arrows* ($p < .001$) festgestellt, in dem die Kinder mit Lese- und Rechtschreibstörung schlechtere Leistungen erbrachten als die Kontrollgruppe. Wurde der Geschlechtereffekt mittels einer zweifaktoriellen MANOVA (2×2) untersucht, so ergaben sich signifikante Haupteffekte für die Faktoren Funktionsbereich *Visuoräumliche Verarbeitung* (Wilks Lambda ($4, 51$) = 0.677, $F = 6.076$, $p < .001$) und Geschlecht (Wilks Lambda ($4, 51$) = 0.575, $F = 9.412$, $p < .001$). Zusätzlich waren der Interaktionseffekt zwischen den Variablen Funktionsbereich und Geschlecht signifikant (Wilks Lambda ($4, 51$) = 0.801, $F = 3.163$, $p < .05$). Dieser geht auf signifikante schwächere Leistungen in der klinischen Gruppe ausschließlich bei den Mädchen zurück.

In zwei Untertests des Funktionsbereiches **Gedächtnis/ Lernen** erbrachten die Kinder mit Lese- und Rechtschreibstörung signifikant niedrigere Leistungen als die Kontrollkinder. Diese betrafen *Memory for Names* ($p < .001$) sowie *Narrative Memory* ($p < .01$). Die detaillierte Leistungsanalyse der Aufgabe *Memory for Names* ergab, dass Kinder mit Lese- und Rechtschreibstörung sowohl im Erwerb der Namen zu Gesichtern über drei Lerndurchgänge (T-Test für unabhängige Stichproben: Anzahl gelernter Items: $t_{(56)} = 3.706$; $p < .01$) als auch im verzögerten Abruf nach 30 Minuten (T-Test für unabhängige Stichproben: Anzahl erinnerter Items: $t_{(56)} = 2.917$; $p < .01$) den Kontrollkindern unterlegen waren. Die Ergebnisse einer zweifaktoriellen MANOVA (2×2) erbrachten weder einen signifikanten Haupteffekt des Geschlechts noch eine statistisch signifikante Interaktion zwischen den Faktoren Funktionsbereich *Gedächtnis/ Lernen* und Geschlecht.

Die einzelnen Untertests des Funktionsbereiches **Sensomotorische Funktionen** trennten die Kinder mit Lese- und Rechtschreibstörung nicht von den Kontrollkindern (*Fingertip Tapping*, $p = .610$; *Imitating Hand Positions*, $p = .651$; *Visuomotor Precision*, $p = .539$; *Manual Motor Sequences*; $p = .596$; *Finger Discrimination*, $p = .687$ bzw. $p = 235$).

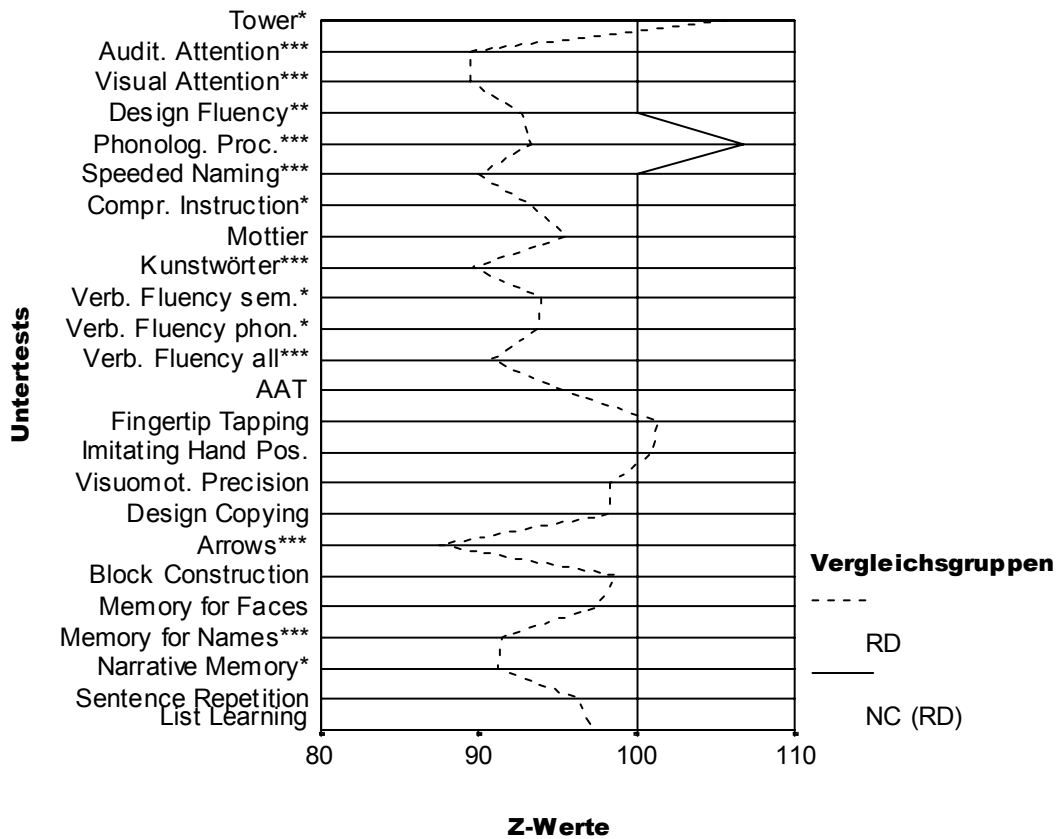
Darstellung der Testprofile

Die Testprofile der beiden Vergleichsgruppen der Kinder mit Lese- und Rechtschreibstörung und ihrer Kontrollgruppe werden in Abbildung 2 dargestellt. Im Überblick ist ersichtlich, dass die Kinder mit einer umschriebenen Lernstörung in 11 von 22 Untertests signifikant schlechtere Leistungen erbrachten. Die Gesamtzahl der untersuchten Untertests erhöht sich auf 27 mit denjenigen Aufgaben, welche die Normalverteilungsvoraussetzung nicht erfüllen und deshalb nicht im Z-transformierten Testprofil abgebildet wurden. Diese betreffen die Tests *Statue, Knock & Tap, Manual Motor Sequences, Finger Discrimination* und *Route Finding*. Mit wenigen Ausnahmen lagen die durchschnittlichen Leistungen in der überwiegenden Anzahl der Tests innerhalb einer Standardabweichung im Vergleich zu den Normwerten der Kontrollgruppe. In den Tests *Phonologische Bewusstheit, Auditory Attention, Vi-*

Ergebnisse

sual Attention, Kunstwörter und Arrows unterschritten die Testergebnisse der Kinder mit Lese- und Rechtschreibstörung knapp eine Standardabweichung.

Abbildung 2. Testprofile der Kinder mit Lese- und Rechtschreibstörung (RD, n=29) und ihrer Kontrollgruppe (NC, n=29).



Anmerkung: Die Untertests der neuropsychologischen Testbatterie werden gruppiert nach Funktionsbereichen als Z-Werte mit den Mittelwerten und Standardabweichungen des Kollektivs der Kontrollgruppe abgebildet. Auf Untertests, die die Normalverteilungsvoraussetzung nicht erfüllen, wurde in der Darstellung des Testprofils verzichtet. Signifikante Leistungsunterschiede (univariate ANOVAs) sind hinter den einzelnen Untertests mit * gekennzeichnet. *** $p \leq .001$, ** $p \leq .01$, * $p \leq .05$.

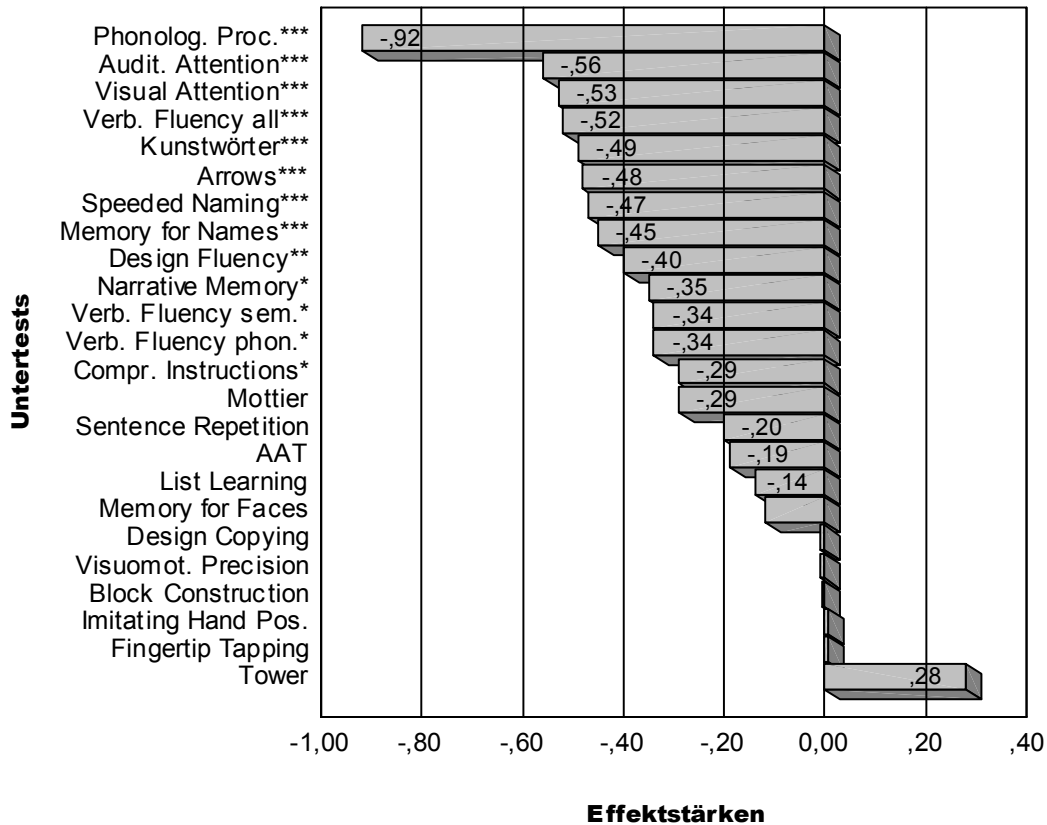
Bestimmung der Effektgrößen

Die Effektgrößen aufgrund der Ergebnisse der varianzanalytisch ermittelten Gruppenvergleiche zwischen den Kindern mit Lese- und Rechtschreibstörung und Kontrollkindern wurden in Anlehnung an die Klassifikation gemäß Bortz & Döring (2002) geschätzt. So werden weniger sensitive Maße mit kleinen Effektstärken (0.10) und mittlere (0.25) bis größere Effektstärken (0.40) mit Tests assoziiert, die hochwahrscheinlich gut zwischen den Untersuchungsgruppen differenzieren. In Abbildung 3 sind die durchgeführten Tests der neuropsychologischen Batterie nach der Größe der Effektstärke sortiert. Wie aus der Abbildung ersichtlich wird, lagen mittlere Effektstärken in den signifikanten Untertests *Comprehension of Instructions*, *Verbal Fluency phonematisch*, *Verbal Fluency semantisch* sowie *Narrative Memory* vor. Große Effektstärken wiesen die Untertests *Design Fluency*, *Memory for Names*, *Speeded Naming*, *Arrows*, *Kunstwörter*, *Verbal Fluency gesamt*, *Visual*

Ergebnisse

Attention und *Auditory Attention* auf. Eine sehr hohe Effektstärke wurde mit dem Test *Phonological Processing* assoziiert (s. auch Tab. 3).

Abbildung 3. Gruppenunterschiede (RD, n=29, NC, n=29) in den einzelnen Untertests der neuropsychologischen Testbatterie werden als Effektstärken in absteigender Reihenfolge abgebildet.



Anmerkung: Das Vorzeichen der Effektstärken wurde so gewählt, dass sie den erwarteten Hypothesen entsprechen, d.h. liegt die Leistung der Kinder mit Lese- und Rechtschreibstörung unter dem Niveau der Kontrollgruppe, so resultiert eine negative Effektstärke. Für jeden Untertest wurden zusätzlich die Signifikanzergebnisse aus den varianzanalytischen Vergleichen (univariate ANOVAs) dargestellt: *** $p \leq .001$, ** $p \leq .01$, * $p \leq .05$.

Diskriminanzanalyse von neuropsychologischen Tests

Es ergaben sich folgende Vorhersagen der Gruppenzugehörigkeit aufgrund signifikanter Diskriminanzfunktionen: Wurde als Kriterium für die Variablenauswahl die aus den von den univariaten Varianzanalysen festgestellten signifikante Unterschiede herangezogen (s.Tab. 4), so ergab sich für die Gesamtzahl von 13 Variablen (11 neuropsychologische Tests sowie die beiden zusätzlich ausgewählten Untertests *Verbal Fluency phonologisch* und *semantisch*) eine korrekte Klassifikation von 89,7% der ursprünglich gruppierten Fälle. Dabei wurden 93,1% der Kontrollkinder und 86,2% der Kinder mit Lese- und Rechtschreibstörung korrekt vorhergesagt (s. Tab. 5). Die mittleren Werte der Diskriminanzfunktion in beiden Gruppen unterscheiden sich signifikant ($\chi^2_{(13,58)} = 46.280$; $p < .000$). Wie Tabelle 5 zu entnehmen ist, konnte das Gesamtergebnis der korrekten Zuordnung von 89,7% bei einer Reduktion der Auswahl bis auf fünf Variablen, die mittelhohe bis hohe Korre-

Ergebnisse

lationen mit der erstgenannten Diskriminanzfunktion aufwiesen (*Auditory Attention, Visual Attention, Arrows, Verbal Fluency gesamt, Phonologische Bewusstheit*), erhalten werden. Die Prozentanteile der beiden vorhergesagten Gruppenzugehörigkeiten blieben ebenfalls bestehen (Ergebnis der Signifikanzüberprüfung der dazugehörigen Diskriminanzfunktion: $\chi^2_{(5,58)} = 47.783$; $p < .000$).

Der Test *Phonologische Bewusstheit*, der die höchste absolute Effektgröße erbrachte, ergab als einzig einbezogene Variable immer noch eine korrekte Klassifikation von 82,8% der Fälle. Dabei lag der Prozentanteil der korrekterweise der Gruppe der Kontrollkinder zugeordnete Fälle bei 86,2% und der Gruppe der Kinder mit Lese- und Rechtschreibstörung zugeordnete Fälle bei 79,3% (s. Tab. 6). Die mittleren Werte der Diskriminanzfunktion in den Vergleichsgruppen unterschieden sich signifikant ($\chi^2_{(1,58)} = 34.153$; $p < .000$).

Ohne die Leistungen in den akademischen Bereichen, die als Grundlage für die diagnostischen Zuweisungen dienten, in die Untersuchung der Gruppendifferenzen einzubeziehen, war es möglich, anhand weniger spezifischer neuropsychologischen Testverfahren, insbesondere dem Test *Phonologische Bewusstheit*, Kinder mit Lese- Rechtschreibschwierigkeiten zu identifizieren. Obwohl dies die Wahrscheinlichkeit einer falschen Diagnose bei den Kontrollkindern zu einem gewissen Anteil impliziert (6.9% bzw. 13.8%), können diese Untertests qualitative diagnostische Informationen für Kinder mit Lese- und Rechtschreibstörung liefern.

Tab. 5.
Klassifikationsergebnisse der Diskriminanzfunktionsanalyse

1. Variablen mit signifikantem Effekt (univariate Varianzanalysen): Phonologische Bewusstheit ($F_1 = .741, F_2 = .580$), Auditory Attention ($F_1 = .447, F_2 = .223$), Visual Attention ($F_1 = .427, F_2 = .335$), Verbal Fluency all ($F_1 = .421, F_2 = .593$); Verbal Fluency semantisch, ($F_1 = .277, F_2 = -.257$), Verbal Fluency phonematisch, ($F_1 = .273, F_2 = -.417$), Kunstwörter ($F_1 = .391, F_2 = .027$), Arrows ($F_1 = .389, F_2 = .392$), Speeded Naming ($F_1 = .380, F_2 = .004$), Memory for Names ($F_1 = .364, F_2 = 0.66$), Design Fluency ($F_1 = .319, F_2 = .068$), Narrative Memory ($F_1 = .281, F_2 = .062$), Comprehension of Instructions ($F_1 = .233, F_2 = .148$).
2. Reduzierte Anzahl von Variablen mit signifikantem Effekt (univariate Varianzanalysen): Phonologische Bewusstheit ($F_1 = .768, F_2 = .618$), Auditory Attention ($F_1 = .463, F_2 = .302$), Visual Attention ($F_1 = .442, F_2 = .350$), Verbal Fluency all ($F_1 = .436, F_2 = .163$), Arrows ($F_1 = .403, F_2 = .397$).

Gruppenzuweisung			Vorhergesagte Gruppenzugehörigkeit		Korrekte Klassifizierung gesamt
			NC	RD	
Original	Anzahl	NC (n=29)	27	2	
		RD (n=29)	4	25	
	Prozent	NC	93.1	6.9	
		RD	13.8	86.2	

Anmerkung: F_1 = Gemeinsame Korrelationen innerhalb der Gruppen zwischen Diskriminanzvariablen und stand. kanonischen Diskriminanzfunktionen. Die Variablen sind nach ihrer absoluten Korrelationsgröße innerhalb der Funktion geordnet. F_2 = Standardisierte kanonische Diskriminanzfunktionskoeffizienten.

Ergebnisse

Tab. 6. Klassifikationsergebnisse der Diskriminanzfunktionsanalyse der Variablen Phonologische Bewusstheit ($F_{1,2} = 1.000$)					
			Vorhergesagte Gruppenzugehörigkeit		Korrekte Klassifizierung gesamt
			NC	RD	
Original	Gruppenzuweisung				
	Anzahl	NC (n=29)	25	4	82.8
		RD (n=29)	6	23	
	Prozent	NC	86.2	13.8	
RD		20.7	79.3		

Anmerkung: F_1 = Gemeinsame Korrelationen innerhalb der Gruppen zwischen Diskriminanzvariablen und stand. kanonischen Diskriminanzfunktionen. Die Variablen sind nach ihrer absoluten Korrelationsgröße innerhalb der Funktion geordnet. F_2 = Standardisierte kanonische Diskriminanzfunktionskoeffizienten.

Analyse individueller Leistungen in neuropsychologischen Funktionen

Tabelle 7 führt die Anzahl derjenigen der 29 Kinder mit Lese- und Rechtschreibstörung auf, die ein Defizit in den einzelnen neuropsychologischen Aufgaben aufwiesen. Über ein Viertel der Kinder zeigten Defizite in den Bereichen *Aufmerksamkeit/ Exekutive Funktionen* (26.44%) und *Sprache* (28.57%). Mehr als zwei Drittel der Kinder wiesen Schwächen im Test *Phonologischer Bewusstheit* auf (65.52%), bei einem Drittel bis zur Hälfte der Kinder mit Lese- und Rechtschreibstörung lagen Defizite in den Tests *Auditory Attention* (44.83%), *Kunstwörter* (44.83%), *Visual Attention* (41.38%) sowie *Arrows* (37.93%) vor.

Ergebnisse

Tab. 7. Anzahl der Kinder mit Lese- und Rechtschreibstörung (n=29) mit Defiziten in den einzelnen neuropsychologischen Tests			
	n	%	Durchschnitt (%)
Attent./ Executive			26.44
Tower	1	3.45	
Auditory Attention	13	44.83	
Visual Attention	12	41.38	
Design Fluency	5	17.24	
Statue	8	27.59	
Knock and Tap	7	24.14	
Language			28.57
Phonolog. Bewusstheit	19	65.52	
Speeded Naming	8	27.59	
Comprehension Instr.	3	10.34	
Mottier	4	13.79	
Kunstwörter (Körner)	13	44.83	
Verbal Fluency gesamt	6	20.69	
Verbal Fluency sem.*	3	10.34	
Verbal Fluency phon.*	7	24.14	
AAT	5	17.24	
Sensorimotor			6.32
Fingertip Tapping	-	-	
Imitating Hand Pos.	-	-	
Visuomotor Precision	3	10.34	
Manual Motor Seq.	-	-	
Finger Disc. Pref.	4	13.79	
Finger Disc. Nonpref.	4	13.79	
Visuospatial			16.38
Design Copying	2	6.90	
Arrows	11	37.93	
Block Construction	5	17.24	
Route Finding	1	3.45	
Memory/ Learning			19.31
Memory for Faces	2	6.90	
Memory for Names	9	31.03	
Narrative Memory	9	31.03	
Sentence Repetition	4	13.79	
List Learning	4	13.79	

Anmerkung: Ein Defizit in einer Aufgabe wurde definiert als ein Wert, der mindestens 1,5 SD unter dem Mittelwert der entsprechenden Kontrollgruppe lag. Die mit * gekennzeichneten Untertests werden nicht in die Durchschnittsberechnung des Funktionswertes aufgenommen.

Tabelle 8 zeigt, dass bei einer großen Mehrzahl der Kinder mit Lese- und Rechtschreibstörung (89.7%) Defizite in mindestens zwei unterschiedlichen Funktionsbereichen vorlagen. Fast die Hälfte der Kinder (41.38%) zeigte Defizite in drei unterschiedlichen Domänen, während die häufigste Kombination im Zusammenhang mit den Funktionen *Aufmerksamkeit/ Exekutive Funktionen* und *Sprache* auftrat. Knapp ein Viertel der Kinder (24.14%) zeigte defizitäre Leistungen sogar in vier unterschiedlichen Funktionsbereichen. Auch hier waren die Funktionen *Aufmerksamkeit/ Exekutive Funktionen* und *Sprache* betroffen, mehrheitlich zeigten die Kinder zusätzliche Schwächen im Bereich *Gedächtnis/ Lernen*. Wie in der Tabelle 8 weiterhin ersichtlich ist, hat eine größere Anzahl von gleichzeitigen Defiziten in unterschiedlichen Funktionsbereichen weder einen Einfluss auf den allgemeinen kognitiven Entwicklungsstand ($r = .007$, $p = .972$) noch auf die schulischen Leistungen im Lesen ($r = -.054$, $p = .781$) und Rechtschreiben ($r = -.292$, $p = .125$). Das Ergebnis einer Korrelationsanalyse (Pearson-Korrelation) belegte jedoch ei-

Ergebnisse

nen statistisch signifikanten Zusammenhang ($r = -.395$, $p < .05$) zwischen den Variablen Anzahl der Defizite und Alter: Die Anzahl der Funktionsbereiche, in denen ein Kind mit Lese- und Rechtschreibstörung ein Defizit hatte, nahm kontinuierlich mit seinem Alter ab.

Tab. 8. Anzahl der Kinder mit Lese- und Rechtschreibstörung (n=29) mit Defiziten in den einzelnen neuropsychologischen Funktionsbereichen sowie deren durchschnittliches Alter, kognitiver Entwicklungsstand und schulische Leistungen								
Defizite	n	%	Gesamt n	Gesamt %	Alter	IQ	Lesen	Schreiben
in keiner Domäne	1	3.45	1	3.45	10.67	105.50	32.34	50.00
in einer Domäne			2	6.90	10.63	106.75	46.51	38.88
A	1	3.45						
V	1	3.45						
in zwei Domänen			4	13.79	9.94	99.50	43.18	31.50
A + L	2	6.90						
A + S	1	3.45						
A + V	1	3.45						
in drei Domänen			12	41.38	9.72	107.79	34.06	32.50
A + L + S	1	3.45						
A + L + V	3	10.34						
A + L + M	6	20.70						
L + S + M	1	3.45						
L + V + M	1	3.45						
in vier Domänen			7	24.14	9.70	106.29	36.59	31.08
A + L + S + M	2	6.90						
A + L + V + M	4	13.79						
A + L + S + V	1	3.45						
in fünf Domänen			3	10.34	9.53	101.67	42.88	37.88
A + L + S + V + M	3	10.34						

Anmerkungen: A = Attention/ Executive Functions, L = Language, S = Sensorimotor Functions, V = Visuospatial Processing, M = Memory and Learning. IQ dargestellt als Mittelwert CFT-20/ HAWIK-III Wortschatztest, Lesen als T-Wert des SLT, Schreiben als T-Wert SRT.

Obwohl Kinder mit Lese- und Rechtschreibstörung als Gruppe schwächere Leistungen v.a. in den Bereichen *Aufmerksamkeit/ Exekutive Funktionen* und *Sprache* zeigen, gab es keine stark beeinträchtigten Leistungen (schlechter als 2 SD unter der mittleren Gesamtleistung der Kontrollgruppe) bei einzelnen Kindern mit Lese- und Rechtschreibstörung. Dieses Ergebnis unterstützt die Annahme, dass innerhalb der Gruppe mit Lese- und Rechtschreibstörung keine Subgruppen mit verschiedenen Defizitmustern existieren.

Insgesamt lassen die Ergebnisse primäre Defizite in den Bereichen *Aufmerksamkeit/ Exekutive Funktionen* und *Sprache* annehmen. Des Weiteren treten lokale Defizite in den Bereichen *Visuoräumliche Verarbeitung (Arrows)* und *Gedächtnis/ Lernen (Memory for Names, Narrative Memory)* auf.

UNTERSCHIEDE ZWISCHEN KINDERN MIT KOMBINierter STÖRUNG SCHULISCHER FERTIGKEITEN UND KONTROLLKINDERN

Gruppenunterschiede in den neuropsychologischen Funktionsbereichen

Die Ergebnisse der Überprüfung statistisch signifikanter Gruppenunterschiede zwischen der Gruppe der Kinder mit einer kombinierten Störung schulischer Fertigkeiten und ihrer Kontrollgruppe bildet Tabelle 9 ab. Sie enthält die mittleren Gesamtsummen und Standardabweichungen der Rohwerte pro Untertest für die klinische Gruppe (RAD) sowie für die Kontrollgruppe. Die Mittelwerte in den Leistungen zwischen den Vergleichsgruppen der Kinder mit einer kombinierten Störung schulischer Fertigkeiten und ihrer klinisch unauffälligen Kontrollgruppe wurden über multivariate einfaktorielle Varianzanalyse (MANOVA) verglichen. Es ergaben sich signifikante Unterschiede zwischen den Untertests in den Funktionsbereichen *Aufmerksamkeit/ Exekutive Funktionen* (Wilks Lambda (4, 15) = 0.446, F = 4.666, p < .05) und *Sprache* (Wilks Lambda (7, 12) = 0.358, F = 3.080, p < .05). Ein Hauptgruppeneffekt der Funktionsbereiche *Sensomotorische Funktionen* (Wilks Lambda (3, 16) = 0.769, F = 1.603, p = .228), *Visuoräumliche Verarbeitung* (Wilks Lambda (3, 16) = 0.797, F = 1.356, p = .292) und *Gedächtnis/ Lernen* (Wilks Lambda (5, 14) = 0.529, F = 2.491, p = .082) konnte nicht festgestellt werden

Zur Prüfung, welche der Variablen sich in ihren Mittelwerten im einzelnen voneinander unterschieden, wurden im Anschluss an die Überprüfung der Gesamtsignifikanz der Haupteffekte der Gruppen über die Untertests eines Funktionsbereiches univariater ANOVAs für jeden Untertest ausgeführt.

Ergebnisse

Tab. 9. Vergleich der Leistungen in den jeweiligen Untertests der neuropsychologischen Testbatterie für die Vergleichsgruppen RAD (n=10) vs. NC (n=10).									
	RAD		NC		df,dfe	MSE	F-Wert	p-Wert	Effektstärke
	Mean	SD	Mean	SD					
Attent./ Executive									
Tower	14.00	2.54	13.60	2.01	1,18	5.244	0.153	.701	0.09
Auditory Attention	73.30	6.45	86.10	13.41	1,18	110.722	7.399	.014*	0.64
Visual Attention	13.60	4.48	19.80	4.47	1,18	20.00	9.610	.006**	0.73
Design Fluency	16.00	5.03	23.50	4.43	1,18	22.472	12.515	.002**	0.83
Statue	25.90	5.67	28.10	2.42			43.500	.611	
Knock and Tap	28.40	.97	29.20	.92			26.000	.059	
Language									
Phonolog. Bewusstheit	35.20	11.55	51.10	5.02	1,18	79.250	15.950	.001***	0.94
Speeded Naming	23.10	7.48	29.10	10.62	1,18	84.322	2.135	.161	0.34
Comprehension Instr.	22.20	2.04	24.60	2.04	1,18	5.111	5.635	.029*	0.56
Mottier	20.90	3.98	22.10	4.38	1,18	17.544	0.410	.530	0.15
Kunstwörter (Körner)	33.10	6.05	35.30	5.36	1,18	32.611	0.742	.400	0.20
Verbal Fluency gesamt ^a	33.70	6.83	48.50	15.07	1,18	136.922	7.999	.011*	0.67
Verbal Fluency sem.	25.20	5.37	35.50	7.78	1,18	44.672	11.874	.003**	0.81
Verbal Fluency phon.	8.50	3.54	13.00	8.26	1,18	40.361	2.509	.131	0.37
AAT	115.50	4.22	116.80	4.13	1,18	17.450	0.484	.495	0.16
Sensorimotor									
Fingertip Tapping	66.10	17.06	59.20	15.46	1,18	265.139	.898	.356	0.22
Imitating Hand Pos.	16.70	3.77	19.70	2.31	1,18	9.789	4.597	.046*	0.50
Visuomotor Precision	25.00	9.20	23.20	7.60	1,18	71.00	.228	.639	0.11
Manual Motor Seq.	40.80	6.68	43.70	6.46			40.500	.471	
Finger Disc. Pref.	14.50	2.37	15.30	1.89			41.500	.510	
Finger Disc. Nonpref.	15.10	2.69	15.30	1.42			43.500	.617	
Visuospatial									
Design Copying	56.80	6.43	60.20	4.02	1,18	28.733	2.012	.173	0.34
Arrows ^a	18.80	6.51	23.00	2.58	1,18	24.533	3.595	.074	0.45
Block Construction	13.80	3.22	14.80	2.15	1,18	7.511	.666	.425	0.19
Route Finding	7.30	1.77	8.40	1.84			31.500	.155	
Memory/ Learning									
Memory for Faces	23.80	4.21	24.30	3.83	1,18	16.206	.077	.784	0.06
Memory for Names	13.10	5.28	17.50	6.69	1,18	36.300	2.667	.120	0.39
Narrative Memory	24.40	2.50	28.80	3.05	1,18	7.778	12.446	.002**	0.83
Sentence Repetition	21.10	3.90	21.90	4.01	1,18	15.656	.204	.657	0.11
List Learning	50.60	11.07	54.60	11.51	1,18	127.489	.628	.439	0.19

Anmerkung: F-Werte, p-Werte stellen Ergebnisse der univariaten ANOVAs dar (**p≤.001, *p≤.01, *p≤.05). Die kursiv dargestellten Untertests erfüllen nicht die Normalverteilungsannahme. Hier werden U-Test (Mann-Whitney)-Werte angegeben. Effektstärken werden als f-Maß normiert und in absoluten Werten dargestellt. ^a = Es liegt eine Verletzung der Voraussetzung der Varianzhomogenität vor. Jedoch beeinflussen heterogene Varianzen den F-Test nur unerheblich, wenn die untersuchten Stichproben gleichgroß sind (Bortz, 1993).

Im Bereich **Aufmerksamkeit/ Exekutive Funktionen** zeigten drei Untertests signifikante Gruppenunterschiede (mindestens p≤.05). In den Untertests *Auditory Attention* (p < .05), *Visual Attention* (p < .01) und *Design Fluency* (p < .01) erzielten die Kinder mit kombinierter Störung schulischer Fertigkeiten signifikant niedrigere Leistungen als die Kontrollkinder. Die Mittelwerte in den Untertests *Tower* (p = .701), *Statue* (p = .611) und *Knock and Tap* (p = .059) unterschieden sich in den Vergleichsgruppen nicht signifikant. Aufgrund der geringen Stichprobengröße wird darauf verzichtet, Inter-

aktionsvergleiche zwischen den Variablen Geschlecht und Funktionsbereich durchzuführen.

In den Untertests des Funktionsbereiches **Sprache** zeigten die Ergebnisse der ANOVAs, dass die Kontrollkinder signifikant bessere Leistungen in den Untertests *Phonologische Bewusstheit* ($p < .001$), *Comprehension of Instructions* ($p < .05$) sowie *Verbal Fluency gesamt* ($p < .05$) und *semantisch* ($p < .01$) erzielten. Es traten zwischen den beiden Vergleichsgruppen keine Leistungsunterschiede in den Untertests *Speeded Naming* ($p = .161$), *Mottier* ($p = .530$), *Kunstwörter* ($p = .400$), *Verbal Fluency phonemisch* ($p = .131$) sowie *AAT* ($p = .495$) auf.

Im Bereich **Sensomotorische Funktionen** wurde nur ein signifikanter Leistungsunterschied im Untertest *Imitating Hand Positions* ($p < .05$) festgestellt, in dem die Kinder mit kombinierter Störung schulischer Fertigkeiten niedrigere Leistungen erbrachten als die Kontrollgruppe.

Im Funktionsbereich **Gedächtnis/ Lernen** erbrachten die Kinder mit kombinierter Störung schulischer Fertigkeiten im Vergleich zur Kontrollgruppe signifikant niedrigere Leistungen im Untertests *Narrative Memory* ($p < .01$).

In den Untertests des Funktionsbereiches **Visuoräumliche Verarbeitung** konnten keine Leistungsunterschiede zwischen den Kinder mit kombinierter Störung schulischer Fertigkeiten und den Kontrollkindern festgestellt werden (*Design Copying*, $p = .173$; *Arrows*, $p = .074$; *Block Construction*, $p = .425$; *Route Finding*, $p = .155$).

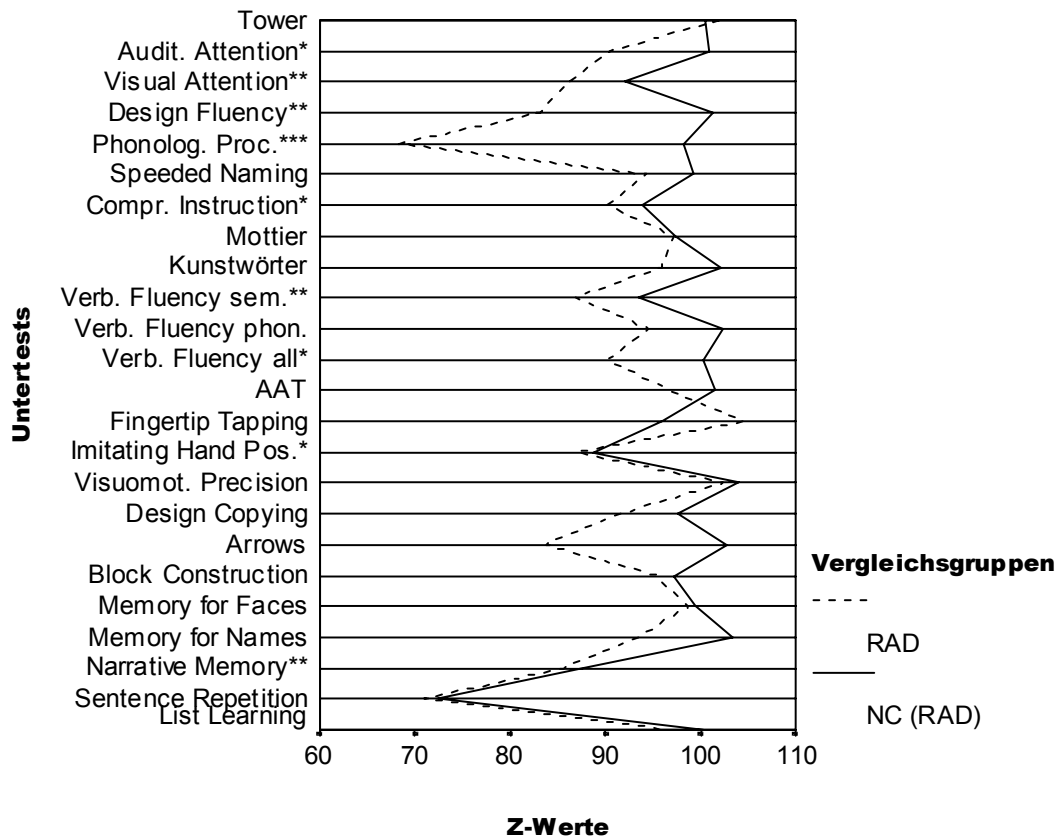
Darstellung der Testprofile

Die Testprofile der beiden Vergleichsgruppen der Kinder mit kombinierter Störung schulischer Fertigkeiten und ihrer Kontrollgruppe werden in Abbildung 4 dargestellt. Das Leistungsprofil umfasst eine Gesamtzahl von 22 Untertests, die die Normalverteilungsvoraussetzung erfüllen und Z-transformiert abgebildet werden. In acht Untertests lagen signifikant niedrigere Leistung in der klinischen Gruppe vor. Davon lagen drei Untertests innerhalb einer Standardabweichung im Vergleich zu den Normwerten der Kontrollgruppe (*Auditory Attention*, *Comprehension of Instructions*, *Verbal Fluency gesamt*). Während in den drei Untertests *Visual Attention*, *Design Fluency* und *Phonological Processing* sowie in dem separat gewerteten Untertest *Verbal Fluency semantisch* die Leistungen mehr als eine Standardabweichung unter dem mittleren Normwert liegen. Obwohl die beiden signifikanten Untertests *Narrative Memory* und *Imitating of Hand Positions* ebenfalls auf unterdurchschnittliche Leistungen bei den Kindern mit kombinierter Störung schulischer Fertigkeiten hindeuten, sind diese vorbehaltlich zu interpretieren, da aufgrund des ungeglätteten Profils der Kontrollkinder in geringem Stichprobenumfang in diesen Untertests ebenfalls keine durchschnittlichen Leistungen vorliegen. Dasselbe trifft für den Untertest *Sentence Repetition* zu, der sich trotz der sehr schwachen Leistungen in der klinischen Gruppe nicht signifikant von der mittleren Leistung in der Kontrollgruppe unterschied. Dass die Leistungen im Untertest *Arrows* in beiden Vergleichsgruppen nicht signi-

Ergebnisse

signifikant voneinander abweichen, kann vermutlich auf den hohen Range der Verteilungen in beiden Gruppen zurückgeführt werden (Range Z-Wert RAD = 65.89, NC = 46.51).

Abbildung 4. Testprofile der Kinder mit kombinierter Störung schulischer Fertigkeiten (RAD, n=10) und ihrer Kontrollgruppe (NC, n=10).



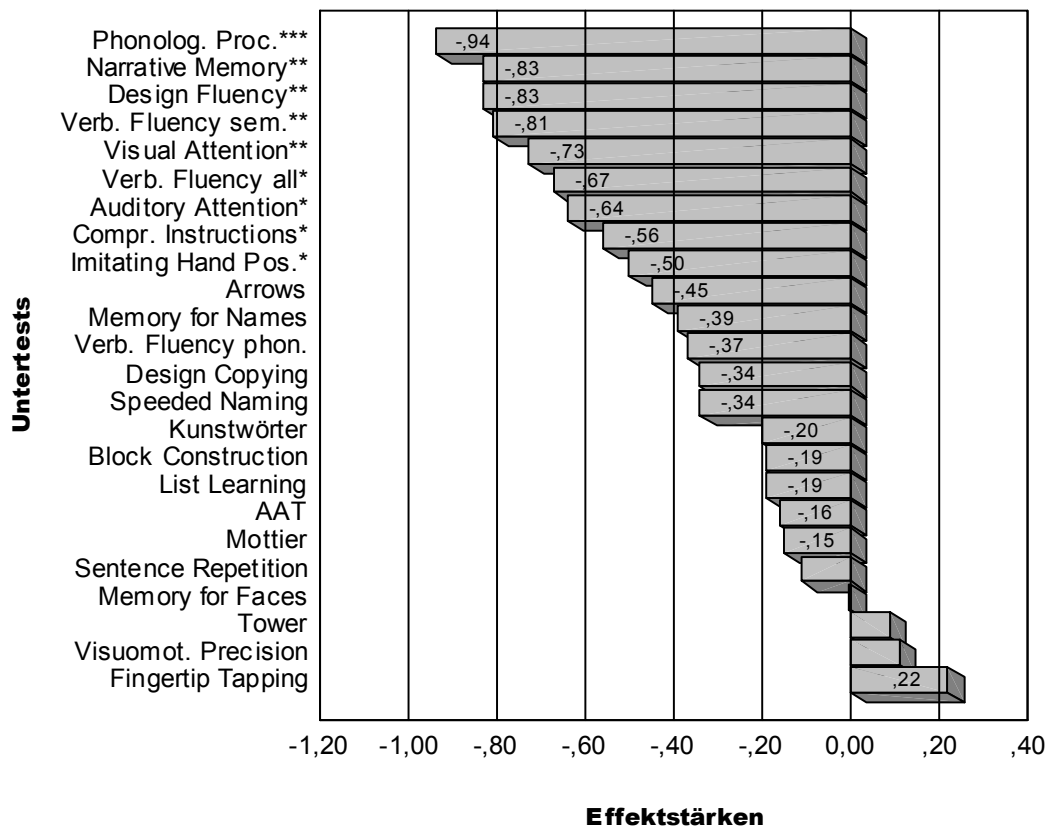
Anmerkung: Die Untertests der neuropsychologischen Testbatterie werden gruppiert nach Funktionsbereichen als Z-Werte mit den Mittelwerten und Standardabweichungen des Kollektivs der Kontrollgruppe abgebildet. Auf Untertests, die die Normalverteilungsvoraussetzung nicht erfüllen, wurde in der Darstellung des Testprofils verzichtet. Signifikante Leistungsunterschiede (univariate ANOVAs) sind hinter den einzelnen Untertests mit * gekennzeichnet. *** $p \leq .001$, ** $p \leq .01$, * $p \leq .05$.

Bestimmung der Effektgrößen

In Anbetracht der großen Anzahl von Untertests, die zwischen den Kindern mit kombinierter Störung schulischer Fertigkeiten und ihren Kontrollkindern differenzieren, wurden die Gruppenunterschiede hinsichtlich deren Effektstärken untersucht. Es wurde auf der Grundlage der oben genannten Klassifikation von Effektgrößen berücksichtigt, dass nur ein Stichprobenumfang von $n = 10$ ($df = 1$) vorliegt. Folglich sollten nur denjenigen Tests einen praktisch bedeutsamen Effekt zugeschrieben werden, die große Effektstärken ($f \geq .70$) aufwiesen (Bortz, 1993). Diese betrafen, wie in Abbildung 5 dargestellt, die Tests *Visual Attention*, *Verbal Fluency semantisch*, *Design Fluency*, *Narrative Memory* sowie *Phonologische Bewusstheit*, der mit der größten Effektstärke assoziiert wurde (s. auch Tab. 9).

Ergebnisse

Abbildung 5. Gruppenunterschiede (RAD, n=10, NC, n=10) in den einzelnen Untertests der neuropsychologischen Testbatterie werden als Effektstärken in absteigender Reihenfolge abgebildet.



Anmerkung: Das Vorzeichen der Effektstärken wurde so gewählt, dass sie der erwarteten Hypothesen entsprechen, d.h. liegt die Leistung der Kinder mit kombinierter Störung schulischer Fertigkeiten unter dem Niveau der Kontrollgruppe, so resultiert eine negative Effektstärke. Für jeden Untertest wurden zusätzlich die Signifikanzergebnisse aus den varianzanalytischen Vergleichen (univariate ANOVAs) dargestellt: *** $p \leq .001$, ** $p \leq .01$, * $p \leq .05$.

Diskriminanzanalyse von neuropsychologischen Tests

Es ergaben sich folgende Vorhersagen der Gruppenzugehörigkeit aufgrund signifikanter Diskriminanzfunktionen: Wurde als Kriterium für die Variablenauswahl die aus den von den univariaten Varianzanalysen festgestellten signifikante Unterschiede herangezogen (s.Tab. 9), so ergab sich für die Gesamtzahl von neun Variablen (acht neuropsychologische Tests sowie der zusätzlich ausgewählte Untertest *Verbal Fluency semantisch*) eine korrekte Klassifikation von 90.0% der ursprünglich gruppierten Fälle. Dabei wurden alle Kontrollkinder und 80.0% der Kinder mit kombinierter Störung schulischer Fertigkeiten korrekt vorhergesagt (s. Tab. 10). Die mittleren Werte der Diskriminanzfunktion in beiden Gruppen unterschieden sich signifikant ($\chi^2_{(9,20)} = 17.351$; $p < .05$). Wie aus Tabelle 10 ersichtlich ist, konnte das Resultat der korrekten Zuordnungen bei einer Reduktion der Auswahl bis auf zwei Variablen - *Phonologische Bewusstheit* in Kombination mit *Narrative Memory* ($\chi^2_{(2,20)} = 16.942$; $p < .000$) sowie mit *Design Fluency* ($\chi^2_{(2,20)} = 15.055$; $p < .001$) - erhalten werden.

Ergebnisse

Das Klassifikationsergebnis wurde auch dann nicht weiter reduziert, wurde der Test *Phonologische Bewusstheit*, der die höchste absolute Effektgröße erbrachte, als einzige Variable in die Diskriminanzanalyse einbezogen ($\chi^2_{(1,20)} = 11.104$; $p < .001$). Anhand weniger spezifischer neuropsychologischen Testverfahren, insbesondere dem Test *Phonologische Bewusstheit*, war es möglich, Kinder mit kombinierter Störung schulischer Fertigkeiten zu identifizieren. Die Risikowahrscheinlichkeit einer falschen Diagnose bei den Kontrollkindern konnte praktisch ausgeschlossen werden (0%).

Tab. 10.
Klassifikationsergebnisse der Diskriminanzfunktionsanalysen

1. Variablen mit signifikantem Effekt (univariate Varianzanalysen): Phonologische Bewusstheit ($F_1 = .582$, $F_2 = .638$), Design Fluency ($F_1 = .516$, $F_2 = .327$), Narrative Memory ($F_1 = .514$, $F_2 = .467$), Verbal Fluency semantisch ($F_1 = .502$, $F_2 = .564$), Visual Attention ($F_1 = .452$, $F_2 = .089$), Verbal Fluency all ($F_1 = .412$, $F_2 = -.827$), Auditory Attention ($F_1 = .396$, $F_2 = .459$), Comprehension of Instructions ($F_1 = .346$, $F_2 = .182$), Imitating Hand Positions ($F_1 = .312$, $F_2 = -.024$).
2. Reduzierte Anzahl von Variablen mit signifikantem Effekt (univariate Varianzanalysen): Phonologische Bewusstheit ($F_1 = .789$, $F_2 = .720$), Design Fluency ($F_1 = .699$, $F_2 = .619$).
3. Reduzierte Anzahl von Variablen mit signifikantem Effekt (univariate Varianzanalysen): Phonologische Bewusstheit ($F_1 = .720$, $F_2 = .774$), Narrative Memory ($F_1 = .636$, $F_2 = .696$).
4. Variable Phonologische Bewusstheit ($F_{1,2} = 1.000$).

Gruppenzuweisung			Vorhergesagte Gruppenzugehörigkeit		Korrekte Klassifizierung gesamt
			NC	RAD	
Original	Anzahl	NC (n=10)	10	0	
		RAD (n=10)	2	8	
	Prozent	NC	100.0	0.0	90.0
		RAD	20.0	80.0	

Anmerkung: F_1 = Gemeinsame Korrelationen innerhalb der Gruppen zwischen Diskriminanzvariablen und stand. kanonischen Diskriminanzfunktionen. Die Variablen sind nach ihrer absoluten Korrelationsgröße innerhalb der Funktion geordnet. F_2 = Standardisierte kanonische Diskriminanzfunktionskoeffizienten.

Analyse individueller Leistungen in neuropsychologischen Funktionen

Tabelle 11 führt den Anteil der Kinder mit kombinierter Störung schulischer Fertigkeiten auf, die ein Defizit in den einzelnen neuropsychologischen Aufgaben aufwiesen. Diese Kinder zeigten Defizite relativ gleichverteilt (20-30%) in allen fünf Funktionsbereichen. 80% der Kinder wiesen Defizite im Untertest *Phonologische Bewusstheit*, und 60% der Kinder im Untertest *Narrative Memory* auf. Die Hälfte der Kinder zeigte Schwächen in *Design Fluency*, und ungefähr bei einem Drittel der Kinder wurden defizitäre Leistungen in den Tests *Visual Attention*, *Imitating Hand Positions*, *Arrows* (jeweils 40%), *Verbal Fluency semantisch*, *Design Copying*, *Block Construction*, *Memory for Faces*, *Statue* sowie *Finger Discrimination* (bevorzugte Hand) (jeweils 30%) festgestellt.

Ergebnisse

Tab. 11. Anzahl der Kinder in der Gruppe mit kombinierter Störung schulischer Fertigkeiten (n=10) mit Defiziten in den einzelnen neuropsychologischen Tests			
	n	%	Durchschnitt (%)
Attent./ Executive			23.33
Tower	-	-	
Auditory Attention	1	10.00	
Visual Attention	4	40.00	
Design Fluency	5	50.00	
Statue	3	30.00	
Knock and Tap	1	10.00	
Language			22.86
Phonolog. Bewusstheit	8	80.00	
Speeded Naming	1	10.00	
Comprehension Instr.	2	20.00	
Mottier	1	10.00	
Kunstwörter (Körner)	1	10.00	
Verbal Fluency gesamt	1	10.00	
Verbal Fluency sem.*	3	30.00	
Verbal Fluency phon.*	-	-	
AAT	2	20.00	
Sensorimotor			20.00
Fingertip Tapping	-	-	
Imitating Hand Pos.	4	40.00	
Visuomotor Precision	1	10.00	
Manual Motor Seq.	2	20.00	
Finger Disc. Pref.	3	30.00	
Finger Disc. Nonpref.	2	20.00	
Visuospatial			30.00
Design Copying	3	30.00	
Arrows	4	40.00	
Block Construction	3	30.00	
Route Finding	2	20.00	
Memory/ Learning			26.00
Memory for Faces	3	30.00	
Memory for Names	1	10.00	
Narrative Memory	6	60.00	
Sentence Repetition	1	10.00	
List Learning	2	20.00	

Anmerkung: Ein Defizit in einer Aufgabe wurde definiert als ein Wert, der mindestens 1,5 SD unter dem Mittelwert der entsprechenden Kontrollgruppe lag. Die mit * gekennzeichneten Untertests werden nicht in die Durchschnittsberechnung des Funktionswertes aufgenommen.

Wie Tabelle 12 darstellt, erbrachte ein hoher Anteil der Kinder mit kombinierter Störung schulischer Fertigkeiten (70.0%) Defizite in mindestens vier unterschiedlichen Funktionsbereichen. Dabei waren die Funktionsbereiche *Aufmerksamkeit/ Exekutive Funktionen* und *Sprache* in allen Kombinationen vertreten. Die größte Anzahl der Kinder (40%) zeigte defizitäre Leistungen in allen fünf Funktionsbereichen. Ergebnisse der Korrelationsanalysen (Pearson-Korrelation) gaben keine Hinweise auf statistisch signifikante Zusammenhänge zwischen der Anzahl der Defizite in unterschiedlichen Funktionsbereichen und dem allgemeinen kognitiven Entwicklungsstand ($r = .183$, $p = .613$), schulischen Leistungen im Lesen ($r = -.008$, $p = .982$), Rechtschreiben ($r = -.387$, $p = .269$) und Rechnen ($r = -.241$, $p = .503$). Es kann wie aus Tabelle 12 ersichtlich wird, die Tendenz eines Zusammenhanges zwischen den Variablen Anzahl der Defizite und Alter erkannt werden, die jedoch nicht statistisch signifikant ist ($r = -.590$, $p = .072$).

Ergebnisse

Tab. 12.

Anzahl der Kinder mit kombinierter Störung schulischer Fertigkeiten (n=10) mit Defiziten in den einzelnen neuropsychologischen Funktionsbereichen sowie deren durchschnittliches Alter, kognitiver Entwicklungsstand und schulische Leistungen

Defizite	n	%	Gesamt n	Gesamt %	Alter	IQ	Lesen	Schreiben	Rechnen
in keiner Domäne	-	-	-	-					
in einer Domäne L	1	10.00	1	10.00	10.25	102.50	31.42	31.41	41.58
in zwei Domänen A + M	1	10.00	1	10.00	10.67	103.00	46.90	33.55	42.94
in drei Domänen A + L + M	1	10.00	1	10.00	9.83	99.00	41.89	32.09	26.74
in vier Ddomänen A + L + S + V	1	10.00	3	30.00	9.94	102.33	32.87	30.64	37.87
A + L + S + M	1	10.00							
A + L + V + M	1	10.00							
in fünf Domänen A + L + S + V + M	4	40.00	4	40.00	9.25	106.00	38.58	30.30	36.29

Anmerkungen: A = Attention/ Executive Functions, L = Language, S = Sensorimotor Functions, V = Visuospatial Processing, M = Memory and Learning. IQ dargestellt als Mittelwert CFT-20/ HAWIK-III Wortschatztest, Lesen als T-Wert des SLT, Schreiben als T-Wert SRT, Rechnen als T-Wert gesamt der ZAREKI.

DIREKTER VERGLEICH ZWISCHEN DEN TESTPROFILIEN DER KINDER MIT LESE- UND RECHTSCHREIBSTÖRUNG UND KOMBINIERTER STÖRUNG SCHULISCHER FERTIGKEITEN

Zur Überprüfung der Größe der Abweichungen zwischen den Testprofilen der beiden klinischen Gruppen wurden die Untertests aus den jeweiligen varianzanalytischen Berechnungen der Leistungsunterschiede zwischen den klinischen Gruppen und ihren Kontrollgruppen (s. Tab. 4, 9) zusätzlichen zweifaktoriellen multivariaten Varianzanalysen (2 x 2) unterzogen. Dabei wurde das Geschlecht als zweiter Faktor aufgenommen, da wie aus der Stichprobenbeschreibung ersichtlich (s. Tab. 1), ungleiche Verteilungen der Geschlechter in beiden klinischen Gruppen vorliegen, die einen potentiellen Einfluss auf die erhaltenen Leistungswerte ausüben könnten. Dagegen ergab der Vergleich der beiden klinischen Gruppen weder in Bezug auf das gesamte Intelligenzmaß ($t_{(37)} = 0.754$; $p = .456$) noch auf die Altersverteilung ($t_{(37)} = 0.254$; $p = .801$) signifikante Unterschiede, so dass davon ausgegangen werden kann, dass diese Variablen in beiden Gruppen konstant sind und die Fehlervarianz nicht beeinflussen.

Der Vergleich der beiden Testprofile ergab für den Faktor Gruppenzuordnung im Funktionsbereich **Aufmerksamkeit/ Exekutive Funktionen** einen F-Wert von 1.352 (Wilks Lambda (4, 32) = 0.855) mit $p = .272$), in **Sprache** einen F-Wert von 1.055 (Wilks Lambda (8, 28) = 0.768) mit $p = .421$), in **Gedächtnis/ Lernen** einen F-Wert von 1.140 (Wilks Lambda (5, 31) = 0.845) mit $p = .360$), so dass die Größe der Abweichung beider Testprofile in den genannten Funktionsbereichen als nicht signifikant gelten kann. Weder der Geschlechtereffekt noch die Interaktion zwischen Gruppe und Geschlecht erwiesen sich hier als signifikant. Die Ergebnisse der zugeordneten varianzanalytischen Berechnungen der einzelnen Untertests erbrachten, dass Kin-

der mit kombinierter Störung schulischer Fertigkeiten in *Design Fluency* ($F(1, 35) = 5.162$, $MSE = 30.987$, $p < .05$, $f = 0.38$) und *Phonologische Bewusstheit* ($F(1, 35) = 6.345$, $MSE = 62.587$, $p < .05$, $f = 0.43$) signifikant schwächer abschnitten.

Im Funktionsbereich **Sensomotorische Funktionen** ergab sich ein signifikanter Haupteffekt der Gruppe (Wilks Lambda (3, 33) = 0.788, $F = 2.964$, $p < .05$): Im Untertest *Fingertip Tapping* ($F(1, 35) = 5.491$, $MSE = 196.654$, $p < .05$, $f = 0.40$) erzielten Kinder mit Lese- und Rechtschreibstörung niedrigere Leistungen, während sie in *Imitating Hand Positions* ($F(1, 35) = 6.088$, $MSE = 8.089$, $p < .05$, $f = 0.42$) im Vergleich zu den Kindern mit kombinierter Störung schulischer Fertigkeiten ein signifikant höheres Leistungsniveau erbrachten. Es traten weder ein signifikanter Geschlechtereffekt noch eine signifikante Interaktion zwischen Gruppe und Geschlecht auf.

Ein Hauptgruppeneffekt des Funktionsbereiches **Visuoräumliche Verarbeitung** konnte ebenfalls festgestellt werden (Wilks Lambda (3, 33) = 0.774, $F = 3.210$, $p < .05$). Er ging auf den Untertest *Design Copying* ($F(1, 35) = 9.758$, $MSE = 20.119$, $p < .01$, $f = 0.53$) zurück, in dem die Kinder mit kombinierter Störung schulischer Fertigkeiten schwächer abschnitten. Der Mittelwertsvergleich der Leistungen im Untertest *Route Finding* (Mann-Whitney $U = 83.000$, $p < .05$) ließ auf einen gleichgerichteten signifikanten Leistungsunterschied schließen. Weiterhin ergaben sich signifikante F-Werte für die Variablen Geschlecht (Wilks Lambda (3, 33) = 0.785, $F = 3.019$, $p < .05$) sowie für die Interaktion zwischen den Faktoren Funktionsbereich und Geschlecht (Wilks Lambda (3, 33) = 0.753, $F = 3.615$, $p < .05$). Der Unterschied zwischen Mädchen und Jungen zeigte sich in den Untertests *Arrows* ($F(1, 35) = 5.488$, $MSE = 18.545$, $p < .05$, $f = 0.40$) und *Block Construction* ($F(1, 35) = 5.416$, $MSE = 7.247$, $p < .05$, $f = 0.39$), in denen die Mädchen signifikant schlechter abschnitten. Im Untertest *Design Copying* ($F(1, 35) = 5.390$, $MSE = 20.119$, $p < .05$, $f = 0.39$) trat zwar kein signifikanter Leistungsunterschied zwischen den Geschlechtergruppen auf, jedoch waren in der Gruppe der Kinder mit Lese- und Rechtschreibstörung die Jungen und in der Gruppe der Kinder mit kombinierter Störung schulischer Fertigkeiten die Mädchen schwächer.

PSYCHOPATHOLOGISCHE KOMORBIDITÄT

Die spezifischen Beziehungen zwischen Lese- und Rechtschreibstörung bzw. kombinierter Störung schulischer Fertigkeiten und psychiatrischen Auffälligkeiten sollte sich in einer spezifischen Erhöhung der Ausprägung in den Problemskalen des Elternfragebogens über das Verhalten von Kindern und Jugendlichen (CBCL 4-18) (s. Tab. 13) im Vergleich zu den jeweiligen Kontrollgruppe bestätigt finden. Dazu wurden bei beiden klinischen Gruppen für die statistischen Analysen die Rohwerte der jeweiligen Skalen (Ausprägungsgrad der Items: 0-2) herangezogen, die in einem Summenwert der Items als Gesamtwert abgebildet wurden. Die untersuchten Problemskalen umfassen *Sozialer Rückzug*, *Körperliche Beschwerden*, *Ängstlich-depressiv (internalisierende Störungen)*, *Dissoziales Verhalten*, *Aggressives Verhalten (externalisierende Störungen)* sowie *Soziale Probleme* und *Aufmerksam-*

keitsprobleme (gemischte Störungen). Auf die Einzelauswertung der den gemischten Störungen zugeordnete Skala *Schizoid/ Zwanghaft* wurde aufgrund unzureichender Konsistenzen für die Individualanalyse verzichtet. Zusätzlich zu den Einzelskalen wurden die Ausprägungen auf den Skalen zweiter Ordnung (*Internalisierende* und *Externalisierende Auffälligkeiten*) sowie der umfassende Gesamtauffälligkeitswert (*CBCL gesamt*) untersucht.

Zur Erfassung spezifischer hyperkinetischer Auffälligkeiten wurden die Ergebnisse aus dem Fremdbeurteilungsbogen für Hyperkinetische Störungen (FBB-HKS) herangezogen. Die Auswertung erfolgte separat für die drei Symptomgruppen *Aufmerksamkeitsstörungen*, *Überaktivität* und *Impulsivität*. Dabei wurde die von den Eltern eingeschätzte vierstufige Problemintensität beurteilt. Der Summenwert der Items über alle Symptomgruppen ergab den Wert für die Gesamtskala. Für die statistische Auswertung der drei Symptomgruppen sowie für die *Gesamtskala Hyperkinetische Störung* wurden Kennwerte ermittelt, die sich aus den gemittelten Rohwerten für jede Skala ergaben.

Für die zehn Skalen des CBCL 4-18 und die vier Skalen des FBB-HKS wurden jeweils multivariate Varianzanalysen (MANOVA) berechnet, wobei die wechselseitigen Beziehungen zwischen den abhängigen Variablen innerhalb einer Syndromskala berücksichtigt wurden. In den sich anschließenden univariaten Varianzanalysen (ANOVAs) wurden für die Gesamtwerte der einzelnen Skala auf verschiedenen Interpretationsebenen einzelne Vergleiche zwischen den klinischen Gruppen und ihren Kontrollgruppen berechnet.

UNTERSCHIEDE ZWISCHEN KINDERN MIT LESE- UND RECHTSCHREIBSTÖRUNG UND KONTROLLKINDERN

Gruppenunterschiede in den Ausprägungen emotionaler Auffälligkeiten und Verhaltensauffälligkeiten

Tabelle 13 stellt für die Gruppe der Kinder mit Lese- und Rechtschreibstörung und ihre Kontrollgruppe die mittleren Gesamtsummen und Standardabweichungen der Rohwerte der Problemskalen des CBCL 4-18 dar. Die Unterschiede in den Leistungen zwischen den Vergleichsgruppen erreichten im einfaktoriellen multivariaten Varianzanalyse-Verfahren das Signifikanzniveau für den Haupteffekt der Gruppe (Wilks Lambda (9, 47) = 0.606, $F = 3.396$, $p < .01$). Zur Prüfung, welche der Problemskalen sich im einzelnen voneinander unterschieden, wurden die Ergebnisse univariater ANOVAs herangezogen: Signifikante höhere Ausprägungen bei den Kindern mit Lese- und Rechtschreibstörung ergaben sich auf den Skalen *CBCL gesamt* ($p < .05$), *Sozialer Rückzug* ($p < .01$), *Soziale Probleme* ($p < .05$) sowie *Aufmerksamkeitsprobleme* ($p < .05$). Wurde der Geschlechtereffekt mittels einer zweifaktoriellen MANOVA (2 x 2) untersucht, so ergaben sich signifikante Haupteffekte für die Faktoren Gruppe (Wilks Lambda (9, 45) = 0.589, $F = 3.483$, $p < .01$) und Geschlecht (Wilks Lambda (9, 45) = 0.670, $F = 2.468$, $p < .05$). Die Ergebnisse der ANOVAs belegen bei den Mädchen eine höhere

Ergebnisse

Ausprägung auf den Skalen *Internalisierende Auffälligkeiten* ($F(1, 53) = 5.368$, $MSE = 30.981$, $p < .05$, $f = 0.32$) sowie *Körperliche Beschwerden* ($F(1, 53) = 7.153$, $MSE = 1.720$, $p < .05$, $f = 0.37$). Der Interaktionseffekt zwischen den Variablen Geschlecht und Psychopathologie erwies sich als nicht signifikant (Wilks Lambda (9, 45) = 0.873, $F = 0.729$, $p = .680$).

Die Daten auf der Grundlage des Elternfragebogens zur spezifischen Erfassung von hyperkinetischen Auffälligkeiten (FBB-HKS) stimmten mit den Ergebnissen des CBCL überein: Auf den Skalen *Aufmerksamkeitsprobleme* sowie auf der Gesamtskala ($p = .05$) wurden von den Eltern die klinischen Kinder auffälliger als die Kontrollkinder beschrieben. Der Haupteffekt der Gruppe zeigte sich mit einem F-Wert von 6.118 signifikant (Wilks Lambda (4, 52) = 0.680, $p = < .001$). Es traten weder ein signifikanter Haupteffekt des Geschlechts noch eine signifikante Interaktion zwischen Gruppe und Geschlecht auf.

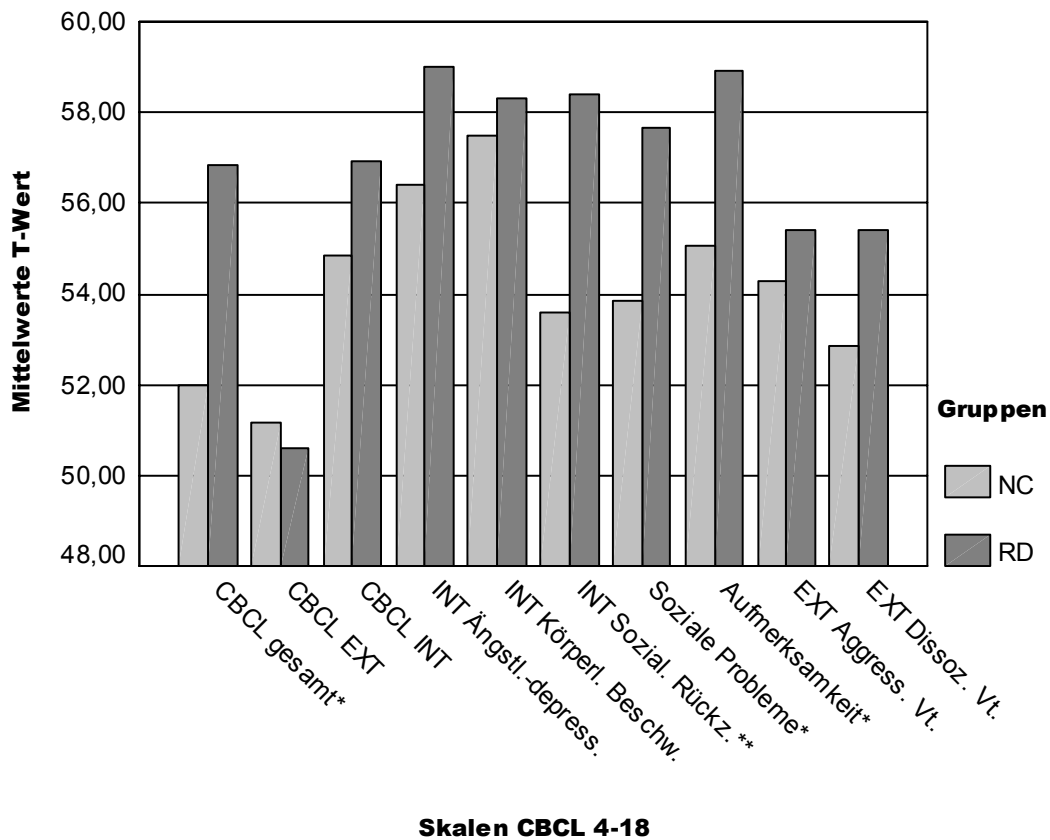
Tab. 13.
Vergleich emotionaler und Verhaltensauffälligkeiten bei
Kindern mit Lese- und Rechtschreibstörung (n=28) vs. Kontrollkinder (n=29)

	RD		NC		df,dfe	MSE	F-Wert	p-Wert	Effektstärke
	Mean	SD	Mean	SD					
CBCL 4-18									
Syndromskala gesamt	26.79	19.85	17.72	12.69	1,55	275.427	4.247	.044*	0.28
Internalisierende Syndromskala INT	8.29	7.18	5.38	3.90	1,55	33.028	3.643	.062	0.26
Externalisierende Syndromskala EXT	7.46	6.70	6.41	6.05	1,55	40.655	0.387	.537	0.08
INT Sozialer Rückzug	2.86	2.40	1.41	1.21	1,55	3.572	8.308	.006**	0.39
INT Körperliche Beschwerden	1.36	1.25	1.28	1.51	1,55	1.931	0.049	.826	0.03
INT Ängstlich-depressiv	4.32	4.78	2.86	2.42	1,55	14.174	2.141	.149	0.20
Soziale Probleme	2.11	2.20	1.07	1.51	1,55	3.537	4.341	.042*	0.28
Aufmerksamkeitsprobleme	4.21	2.71	2.66	2.59	1,55	7.041	4.918	.031*	0.30
EXT Dissoziales Verhalten	1.57	1.89	0.86	1.46	1,55	2.842	2.522	.118	0.21
EXT Aggressives Verhalten	5.89	5.17	5.55	4.86	1,55	25.161	0.066	.798	0.03
DISIPS-KJ FBB-HKS									
Gesamtskala Hyperkinetische Störung	0.644	0.397	0.450	0.335	1,55	0.134	4.000	.050*	0.27
Unaufmerksamkeit	0.988	0.531	0.529	0.368	1,55	0.207	14.495	.000**	0.51
Hyperaktivität	0.332	0.316	0.246	0.360	1,55	0.115	0.902	.346	0.13
Impulsivität	0.473	0.546	0.629	0.643	1,55	0.357	0.973	.328	0.13

Anmerkung; Die statistischen Auswertungen beruhen im CBCL 4-18 auf dem Vergleich von Rohwerten (Ausprägungsgrad der Items: 0-2); im FBB-HKS auf dem Vergleich von Kennwerten (Summe der Beurteilung/ Anzahl Items) in Problemintensität (4-stufige Skala; Ausprägungsgrade der einzelnen Symptomkriterien werden über eine Symptomgruppe gemittelt).

Ergebnisse

Abbildung 6. Normierte Ausprägungen in den Problemskalen des CBCL 4-18 bei Kindern mit Lese- und Rechtschreibstörung und ihrer Kontrollgruppe (RD, n=28, NC, n=29).



Anmerkung: Es wurde eine Zuordnung von Rohwerten zu T-Werten auf der Grundlage der deutschen Normierung vorgenommen (Arbeitsgruppe Deutsche Child Behavior Checklist, 1998) vorgenommen. Die abgebildeten psychosozialen Dimensionen beschreiben die Höhe der Ausprägungen auf den einzelnen Skalen und implizieren keine Form von diagnostischer Bewertung einzelner Gruppenmitglieder.

UNTERSCHIEDE ZWISCHEN KINDERN MIT KOMBINIRTER STÖRUNG SCHULISCHER FERTIGKEITEN UND KONTROLLKINDERN

Gruppenunterschiede in den Ausprägungen emotionaler Auffälligkeiten und Verhaltensauffälligkeiten

Tabelle 14 stellt für die Kinder mit kombinierter Störung schulischer Fertigkeiten und die Kontrollkinder die mittleren Gesamtsummen und Standardabweichungen der Rohwerte der Problemskalen des CBCL 4-18 dar. Die Differenzen in der Höhe der Ausprägungen zwischen den Vergleichsgruppen erreichten im einfaktoriellen multivariaten Varianzanalyse-Verfahren keinen signifikanten Haupteffekt der Gruppe (Wilks Lambda (9, 10) = 0.368, $F = 1.911$, $p = .164$). Die Überprüfung einzelner Problemskalen mittels univariater ANOVAs ergab keine signifikanten Unterschiede in den Ausprägungen. Lediglich auf den Skalen *Sozialer Rückzug* ($p = .065$) sowie *Aufmerksamkeitsprobleme* ($p = .201$) war, wie in Abbildung 7 ersichtlich, die Tendenz einer höheren Ausprägung bei den Kindern mit kombinierter Störung schuli-

Ergebnisse

scher Fertigkeiten zu erkennen. Hier kann trotz der Unterschiede der Mittelwerte von einem niedrigen F-Wert durch den geringen Umfang der Stichproben - insbesondere der Kontrollgruppe - mit einer erhöhten Streuung bzw. Standardfehler der Mittelwerte innerhalb der Gruppen ausgegangen werden (s. Tab. 14).

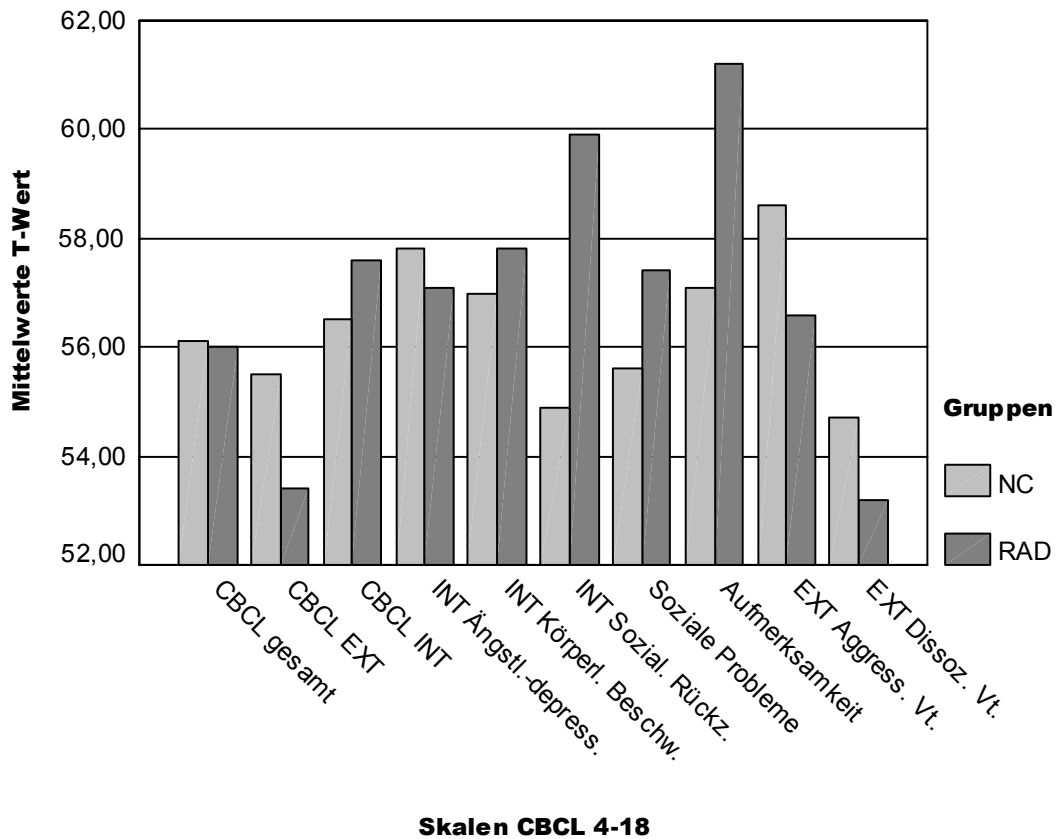
Die Daten auf der Grundlage des Elternfragebogens zur spezifischen Erfassung von hyperkinetischen Auffälligkeiten (FBB-HKS) zeigten bei diesen Kindern höhere Ausprägungen auf der Skala *Aufmerksamkeitsprobleme* ($p < .01$). Der Haupteffekt der Gruppe war mit einem F-Wert von 3.217 signifikant (Wilks Lambda (4, 15) = 0.538, $F = 3.217$, $p < .05$). Aufgrund der geringen Stichprobengröße wurde darauf verzichtet, Interaktionsvergleiche zwischen den Variablen Geschlecht und Funktionsbereich durchzuführen.

Tab. 14. Vergleich emotionaler und Verhaltensauffälligkeiten bei Kindern mit kombinierter Störung schulischer Fertigkeiten (n=10) vs. Kontrollkinder (n=10)									
	RAD		NC		df,dfe	MSE	F-Wert	p-Wert	Effektstärke
	Mean	SD	Mean	SD					
CBCL 4-18									
Syndromskala gesamt	25.00	15.09	24.80	17.40	1,18	265.200	0.001	.978	0.00
Internalisierende Syndromskala INT	7.10	4.43	6.40	4.86	1,18	21.628	0.113	.740	0.08
Externalisierende Syndromskala EXT	8.20	7.60	9.60	8.68	1,18	66.556	0.147	.706	0.09
INT Sozialer Rückzug	3.00	1.63	1.80	1.03	1,18	1.867	3.857	.065	0.46
INT Körperliche Beschwerden	1.40	1.65	1.40	2.07	1,18	3.489	0.000	1.00	0.00
INT Ängstlich-depressiv	3.20	3.36	3.40	2.99	1,18	10.111	0.020	.890	0.03
Soziale Probleme	1.80	1.32	1.60	2.12	1,18	3.111	0.064	.803	0.06
Aufmerksamkeitsprobleme	5.10	2.92	3.40	2.80	1,18	8.183	1.766	.201	0.31
EXT Dissoziales Verhalten	0.90	1.60	1.40	2.17	1,18	3.628	0.345	.564	0.14
EXT Aggressives Verhalten	7.30	6.43	8.20	6.75	1,18	43.428	0.093	.764	0.07
DISIPS-KJ FBB-HKS									
Gesamtskala Hyperkinetische Störung	0.910	0.403	0.675	0.315	1,18	0.131	2.110	.164	0.34
Unaufmerksamkeit	1.355	0.453	0.722	0.336	1,18	0.159	12.598	.002*	0.84
Hyperaktivität	0.472	0.447	0.414	0.454	1,18	0.203	0.080	.780	0.06
Impulsivität	0.675	0.834	1.025	0.870	1,18	0.726	0.844	.370	0.22

Anmerkung; Die statistischen Auswertungen beruhen im CBCL 4-18 auf dem Vergleich von Rohwerten (Ausprägungsgrad der Items: 0-2), im FBB-HKS auf dem Vergleich von Kennwerten (Summe der Beurteilungen/ Anzahl Items) in Problemintensität (4-stufige Skala; Ausprägungsgrade der einzelnen Symptomkriterien werden über eine Symptomgruppe gemittelt).

Ergebnisse

Abbildung 7. Normierte Ausprägungen in den Problemskalen des CBCL 4-18 bei Kindern mit kombinierter Störung schulischer Fertigkeiten und ihrer Kontrollgruppe (RD, n=10, NC, n=10).



Anmerkung: Es wurde eine Zuordnung von Rohwerten zu T-Werten auf der Grundlage der deutschen Normierung vorgenommen (Arbeitsgruppe Deutsche Child Behavior Checklist, 1998) vorgenommen. Die abgebildeten psychosozialen Dimensionen beschreiben die Höhe der Ausprägungen auf den einzelnen Skalen und implizieren keine Form von diagnostischer Bewertung einzelner Gruppenmitglieder.

DIREKTER VERGLEICH ZWISCHEN DEN TESTPROFILIEN DER KINDER MIT LESE- UND RECHTSCHREIBSTÖRUNG UND KOMBINIERTER STÖRUNG SCHULISCHER FERTIGKEITEN

Gruppenunterschiede in den Ausprägungen emotionaler Auffälligkeiten und Verhaltensauffälligkeiten

Zur Überprüfung der Größe der Abweichungen zwischen den emotionalen und Verhaltensauffälligkeiten in beiden klinischen Gruppen, wurden die Untertests aus den jeweiligen varianzanalytischen Berechnungen der Unterschiede in den Ausprägungen auf den Problemskalen des CBCL 4-18 und FBB-HKS zwischen den klinischen Gruppen und ihren Kontrollgruppen (s. Tab. 13, 14) zusätzlichen zweifaktoriellen multivariaten Varianzanalysen (2 x 2) unterzogen. Aufgrund einer ungleichen Geschlechterverteilung in beiden klinischen Gruppen wurde das Geschlecht als zweiter Faktor aufgenommen. Der Vergleich der beiden klinischen Gruppen erbrachte, wie im Vergleich der neuropsychologischen Testprofile dargestellt, weder in Bezug

auf das gesamte Intelligenzmaß noch auf die Altersverteilung signifikante Unterschiede.

Der Vergleich der Ausprägungen auf den Problemskalen des CBCL 4-18 ergab für den Faktor Gruppenzuordnung einen F-Wert von 2.464 (Wilks Lambda (9, 26) = 0.540) mit $p < .05$, so dass die Größe der Auffälligkeiten in beiden klinischen Gruppen als signifikant verschieden gelten kann. Weder der Geschlechtereffekt noch die Interaktion zwischen Gruppe und Geschlecht erwiesen sich hier als signifikant. Die sich anschließenden univariaten varianzanalytischen Berechnungen ergaben jedoch, dass sich die einzelnen Skalen in ihren Ausprägungen nicht signifikant unterscheiden.

Für die Gesamtskala *Hyperkinetische Störungen* sowie die Skalen für die Syndromgruppen *Unaufmerksamkeit*, *Hyperaktivität* und *Impulsivität* konnten keine signifikanten Unterschiede in den Auffälligkeiten zwischen beiden klinischen Gruppen festgemacht werden. Es ergab sich kein signifikanter Haupteffekt der Gruppe (Wilks Lambda (4, 31) = 0.924, $F = 0.635$, $p = .641$). Des Weiteren traten weder ein signifikanter Haupteffekt des Geschlechts noch eine signifikante Interaktion zwischen Gruppe und Geschlecht auf.

Korrelationsanalysen

Die Berechnung der Korrelationen (Pearson-Korrelation) zwischen der Skala *Aufmerksamkeitsprobleme* des CBCL 4-18 und den vier Skalen des FBB-HKS auf der Grundlage der Daten der Kinder mit Lese- und Rechtschreibstörung und ihren Kontrollkindern ($N=58$) ergaben positive Werte, die im mittleren Bereich lagen: Gesamtskala *Hyperkinetische Störungen* ($r = .664^{**}$, $p < .001$), *Unaufmerksamkeit* ($r = .582^{**}$, $p < .001$), *Hyperaktivität* ($r = .506^{**}$, $p < .001$) und *Impulsivität* ($r = .417^{**}$, $p < .01$). Die Ergebnisse der Korrelationsanalysen zwischen den für den Faktor Aufmerksamkeit relevanten fünf Skalen aus den Elternfragebogen (CBCL 4-18, FBB-HKS) und den Untertests aus dem neuropsychologischen Funktionsbereich *Aufmerksamkeit/ Exekutive Funktionen* (NEPSY) ergaben statistisch signifikante Zusammenhänge für FBB-HKS *Unaufmerksamkeit* und *Auditory Attention* ($r = -.333^*$, $p < .05$) bzw. Statue ($r = -.322^*$, $p < .05$) sowie für CBCL 4-18 *Aufmerksamkeitsprobleme* und *Visual Attention* ($r = -.302^*$, $p < .05$).

Wie aus Tabelle 15 ersichtlich wird, deuten die auf der Grundlage der Untersuchungsdaten in beiden klinischen Gruppen erhaltenen Ergebnisse der Korrelationsanalysen zwischen den Ausprägungen auf den Skalen des CBCL 4-18 sowie FBB-HKS und den schulischen Leistungen im Lesen, Rechtschreiben und Rechnen mehrheitlich auf einen negativen schwachen Zusammenhang hin. Für die Gruppe der Kinder mit Lese- und Rechtschreibstörung sind signifikante bis sehr signifikante Zusammenhänge zwischen den Problemskalen des CBCL 4-18 (ausschließlich der Skalen *Körperliche Beschwerden* und *Dissoziales Verhalten*) und den Leseleistungen zu entnehmen: Je höher die Ausprägung der psychopathologischen Skalen umso besser die erzielte Leseleistung. Eine entsprechende Tendenz ist in der Gruppe der Kinder mit kombinierter Störung schulischer Fertigkeiten zu erkennen. Diese zeigte im Lesen und Rechnen höhere Leistungen bei steigenden Aus-

Ergebnisse

prägungen auf der Gesamtskala *Hyperkinetische Störungen* sowie auf den Skalen der Syndromgruppen *Unaufmerksamkeit* und *Hyperaktivität* (FBB-HKS).

Tab. 15. Korrelationen der Auffälligkeits-Skalen der Elternfragebogen über emotionale und Verhaltensauffälligkeiten mit schulischen Leistungen						
	RD (n=28)			RAD (n=10)		
	Lesen	Schreiben	Rechnen	Lesen	Schreiben	Rechnen
CBCL 4-18						
Syndromskala gesamt	.497**	-.252	-.176	-.021	-.096	-.148
Internalisierende Syndromskala INT	.495**	-.153	-.201	-.322	-.018	-.529
Externalisierende Syndromskala EXT	.404*	-.331	-.078	.119	-.104	.245
INT Sozialer Rückzug	.518**	-.102	-.063	-.297	-.209	-.150
INT Körperliche Beschwerden	.218	.149	-.160	-.484	-.075	-.520
INT Ängstlich-depressiv	.442*	-.220	-.239	-.122	.112	-.462
Soziale Probleme	.453*	-.225	-.204	.038	-.212	-.144
Aufmerksamkeitsprobleme	.450*	-.253	-.162	.124	-.049	-.215
EXT Dissoziales Verhalten	.238	-.265	-.267	.543	-.042	.399
EXT Aggressives Verhalten	.436*	-.331	-.004	.006	-.113	.191
DISIPS-KJ FBB-HKS						
Gesamtskala Hyperkinetische Störung	.028	-.262	-.276	.224	-.124	.469
Unaufmerksamkeit	-.061	-.229	-.180	.440	-.051	.568
Hyperaktivität	.038	-.273	-.324	.381	.027	.354
Impulsivität	.142	-.270	-.136	-.354	-.265	.109

Anmerkung: Lesen angegeben als T-Wert des SLT, Schreiben als T-Wert SRT, Rechnen als T-Wert gesamt der ZAREKI. Pearson-Korrelationen: *** $p \leq .001$, ** $p \leq .01$, * $p \leq .05$.

UNTERSCHIEDLICHE SPRACHSYSTEME

Es soll die Frage erörtert werden, ob der Entwicklungsstand in verschiedenen Funktionsbereichen einen Einfluss auf das Vorhandensein einer Lese- und Rechtschreibstörung in Bezug auf die Unterschiede in der orthographischen Struktur von Schriftsystemen hinsichtlich der Konsistenz der Graphem-Phonem-Korrespondenzen hat. Dazu wurde ein deskriptiver Vergleich zwischen den untersuchten neuropsychologischen Funktionsdefiziten in den relevanten Entwicklungsbereichen zwischen den deutschen und englischen Schriftsystemen vorgenommen. Es wird davon ausgegangen, dass in der englischen Orthographie die Beziehungen zwischen Sprache und Schrift weitaus komplexer sind als im deutschen, so dass die Befunde in der englischsprachigen einschlägigen Literatur zur Dyslexie nicht ohne weiteres auf deutschsprachige Kinder übertragbar sind, die eine konsistentere Orthographie erlernen.

Zum Vergleich der Profile neuropsychologischer Funktionen bei deutsch- und englischsprachigen Kindern mit Dyslexie wurde eine von den Autoren der NEPSY (Korkman et al., 1998) angegebene differentielle Symptombeschreibung und -bewertung herangezogen und mit der Profilanalyse der in der vorliegenden Studie untersuchten Kinder mit Lese- und Rechtschreibstörungen verglichen. Nach persönlicher Anmerkung der Autorin kann

bei der untersuchten Gruppe der englischsprachigen Dyslektiker davon ausgegangen werden, dass mit hoher Wahrscheinlichkeit auch eine Rechtschreibstörung vorliegt. Diesbezügliche Angaben werden jedoch in der Beschreibung der Stichprobe nicht gemacht.

Leistungsunterschiede in der englischsprachigen Stichprobe

Die Aufnahme in die Stichprobe der englischsprachigen Kinder mit Dyslexie (n=36) erforderte nach Angaben von Korkman et al. (1998) normales oder korrigiertes Seh- und Hörvermögen sowie einen normalen Intelligenzquotienten (IQ \geq 80). Es wurden Kinder mit anderen psychiatrischen oder neurologischen Diagnosen ausgeschlossen. Die Leistungen in den Untertests der NEPSY wurden bei dyslektischen Kindern mit Kontrollkindern verglichen, die aus dem Pool der Eichstichprobe in Bezug auf Alter, Geschlecht, ethnische Zugehörigkeit und elterliche Ausbildung ausgewählt wurden. Das mittlere Alter der klinischen Stichprobe betrug 9.58 (1.48), die Geschlechter waren gleichverteilt, der größte Anteil der Kinder war weiß (86.10%; Hispanics 11.10%; African American 2.80%). Alle Kinder waren Rechtshänder. Die Untersuchung dieser klinischen Stichprobe wird von den Autorinnen als vorläufig und noch nicht repräsentativ bewertet. Die Informationen sollen die klinische Nützlichkeit und diskriminante Validität der einzelnen Aufgaben und Gesamtwerte der Funktionsbereiche der NEPSY überprüfen.

Wie Tabelle 16 zu entnehmen ist, ergab der Vergleich der englischsprachigen Stichprobe mit ihrer Kontrollgruppe signifikant schwächere Leistungen in den Funktionsbereichen *Gedächtnis/ Lernen* und *Sprache*. Die Gesamtwerte für die Funktionsbereiche *Aufmerksamkeit/ Exekutive Funktionen*, *Sensomotorische Funktionen* und *Visuoräumliche Verarbeitung* unterschieden sich bei den klinischen Kindern nicht von der gematchten Kontrollgruppe. Diejenigen Untertests, die sich als hoch sensitiv für die Schwächen der Kinder mit Lesestörung zeigten, waren den Funktionsbereichen *Sprache* (*Phonological Processing*, *Speeded Naming* und *Oromotor Sequences*) und *Gedächtnis/ Lernen* (*Memory for Names*, *Sentence Repetition*, *Narrative Memory*) zuzuordnen. Des weiteren differenzierten aus den übrigen Funktionsbereichen die Untertests *Auditory Attention*, *Statue*, *Manual Motor Sequences*, *Design Copying* sowie *Route Finding* die Kontrollgruppe von den dyslektischen Kindern.

Eine Individualanalyse ergab, dass die meisten Kinder in keinem der einzelnen Untertests schlechter als zwei Standardabweichungen unter dem Durchschnittswert der Kontrollgruppe lagen. Der Anteil der individuellen Kinder mit sehr schwachen Leistungen war somit gering. Jedoch zeigten über ein Drittel der dyslektischen Kinder sehr schwache (<2SD) bzw. über zwei Drittel schwache (<1SD) Leistungen im Untertest *Phonological Processing* (36.10% bzw. 66.70%). Knapp mehr als die Hälfte der Kinder mit Lesestörung erzielten schwache Leistungen in *Memory for Names* und *Sentence Repetition* (je 52.80%). Zwischen einem Drittel und der Hälfte aller Kinder wiesen Leistungen unter einer Standardabweichung in den Untertests *Imitating Hand Positions* (47.20%), *Verbal Fluency* (44.40%), *List Learning*, *Speeded Naming* (je 41.70%), *Narrative Memory* (38.90%), *Design Copying*

Ergebnisse

(36.10%) sowie *Comprehension of Instructions* und *Repetition of Nonsense Words* (je 33.30%) auf.

Tab. 16. Vergleich der NEPSY-Leistungen von deutschsprachigen (2 x n=29) mit englischsprachigen Kindern mit Dyslexie (2 x n=36) in Bezug auf die jeweiligen Kontrollgruppen				
	deutschsprachige Stichproben		englischsprachige Stichproben	
	F-Wert	p-Wert	t-Test	p-Wert
Attention/ Executive			1.41	.167
Tower	4.315	.042*	1.00	.324
Auditory Attention	17.330	.000**	2.65	.012*
Visual Attention	15.806	.000**	-0.17	.869
Design Fluency	8.809	.004**	0.71	.484
<i>Statue</i>	342.00	.171	2.81	.008**
<i>Knock and Tap</i>	328.00	.130	0.50	.621
Language			-4.47	.001**
Phonolog. Bewusstheit	47.619	.000**	-4.10	.001**
Speeded Naming	12.504	.001**	-3.67	.001**
Comprehension Instr.	4.699	.034*	-1.34	.190
Mottier	2.730	.104		
Kunstwörter (Körner)	13.266	.001**	-1.94	.060
Verbal Fluency gesamt	15.330	.000**	-1.83	.075
Verbal Fluency sem.	6.639	.013*		
Verbal Fluency phon.	6.442	.014*		
<i>Oromotor Sequences (AAT)</i>	1.966	.161	-4.56	.001**
Sensorimotor			-.93	.357
Fingertip Tapping	0.264	.610	-0.82	.415
Imitating Hand Pos.	0.207	.651	-1.39	.173
Visuomotor Precision	0.381	.539	0.43	.668
<i>Manual Motor Seq.*</i>	386.50	.596	-2.36	.024*
<i>Finger Disc. Pref.</i>	395.00	.687	-1.04	.304
<i>Finger Disc. Nonpref.</i>	345.50	.235	0.35	.725
Visuospatial			-1.30	.203
Design Copying	0.459	.501	-2.13	.040*
Arrows	13.110	.001**	-0.16	.874
Block Construction	0.157	.693	-0.15	.881
<i>Route Finding</i>	341.50	.202	-2.53	.016*
Memory and Learning			-4.95	.001**
Memory for Faces	0.824	.368	0.37	.717
Memory for Names	11.489	.001**	-4.32	.001**
Narrative Memory	6.824	.012*	-3.27	.002**
Sentence Repetition	2.158	.147	-3.62	.001**
List Learning	1.145	.289	-1.91	.065

Anmerkung: Die statistischen Analysen für die aufgeführten Untertests basieren für die deutschsprachige Stichprobe auf Rohwerten. Für die englischsprachige Stichprobe wurden für den Vergleich Standardwerte und für die kursiv abgebildeten Untertests Rohwerte verwendet. Für die Ergebnisse der vorliegenden Studie s. Angaben Tab. 3.

Vergleich der deutsch- und englischsprachigen Stichproben

Wie aus Tabelle 16 ersichtlich wird, ergab der Vergleich der deutschsprachigen (s. Abschnitt über den Vergleich neuropsychologischer Funktionsbereiche zwischen Kindern mit Lese- und Rechtschreibstörung und ihrer Kontrollgruppe) und englischsprachigen Kindern mit Dyslexie, dass eine

große Übereinstimmung der Profile neuropsychologischer Funktionen vorliegt. Besonders die Untertests aus den Funktionen *Sprache*, *Gedächtnis/Lernen* und *Aufmerksamkeit/ Exekutive Funktionen* unterschieden die Kinder mit Lese- bzw. Rechtschreibstörungen in beiden Schriftsystemen von den Kontrollkindern. Das Maß mit der höchsten Sensitivität für dyslektische Kinder erbringt in beiden Schriftsystemen der Untertest *Phonological Processing*, der sowohl im Gruppenvergleich als auch in der Individualanalyse auf Schwächen in den klinischen Gruppen hindeutet.

Fehlende Übereinstimmungen in den Leistungsvergleichen beider Schriftsprachsysteme lagen über die genannten gemeinsam auftretenden Defizite hinaus in folgenden Untertests vor: Die deutschsprachige Stichprobe erbrachte signifikant niedrigere Leistungswerte in den Untertests *Visual Attention*, *Design Fluency*, *Comprehension of Instructions*, *Kunstwörter*, *Verbal Fluency* sowie *Arrows*. Dagegen wiesen die dyslektischen Kinder im englischen Sprachraum zusätzlich schwächere Leistungen in *Statue*, *Oromotor Sequences*, *Manual Motor Sequences*, *Design Copying*, *Route Finding* sowie *Sentence Repetition* auf.

DISKUSSION

Die vorliegende Studie überprüft die Ausprägung neuropsychologischer Dysfunktionen bei Kindern mit umschriebenen Entwicklungsstörungen schulischer Fertigkeiten im Vergleich zu unauffälligen Kindern. Darüber hinaus wird bei Kindern mit Lese- und Rechtschreibstörung und mit kombinierter Störung schulischer Fertigkeiten das Risiko für Auffälligkeiten in internalisierenden und externalisierenden Verhaltensweisen sowie für Aufmerksamkeitsprobleme ermittelt.

ENTWICKLUNGSNEUROPSYCHOLOGISCHE SYMPTOME VON UMSCHRIEBENEN ENTWICKLUNGSSTÖRUNGEN SCHULISCHER FERTIGKEITEN

Auf der Grundlage der in Kapitel „Methodik-Gruppenzuordnung“ beschriebenen klassifikatorischen Kriterien war ein statistischer Vergleich mit der Gruppe von Kindern mit Rechenstörungen mangels geringer Stichprobengröße nicht möglich. Die Diskussion der Ergebnisse bezieht sich somit ausschließlich auf den Vergleich der Kinder mit Lese- und Rechtschreibstörung sowie mit einer kombinierten Störung schulischer Fertigkeiten - eine Diagnose, die die Rechenstörung in Kombination mit Lese- und Rechtschreibstörungen beinhaltet - und ihren jeweiligen gematchten Kontrollgruppen.

Lese- und Rechtschreibstörung

Ein Hauptbefund der vorliegenden Untersuchung ist, dass Kinder mit Lese- und Rechtschreibstörung im Vergleich zur Kontrollgruppe schwächere Leistungen in vielfachen neuropsychologischen Funktionen aufwiesen: Sie erbrachten signifikant niedrigere Leistungen in den Funktionsbereichen *Aufmerksamkeit/ Exekutive Funktionen*, *Sprache*, *Visuoräumliche Verarbeitung* und *Gedächtnis/ Lernen*, während sich ihre Leistungen im Bereich *Sensomotorische Funktionen* nicht von denen unauffälliger Kinder unterschieden.

Hinsichtlich des Bereiches *Aufmerksamkeit/ Exekutive Funktionen* differenzierten die Aufgaben *Auditory Attention*, *Visual Attention* und *Design Fluency* zwischen Kontrollkindern und Kindern mit Lese- und Rechtschreibstörung. Innerhalb des Bereichs *Sprache* erreichten die Maße *Phonologische Bewusstheit*, *Speeded Naming*, *Comprehension of Instructions*, *Kunstwörter* und *Verbal Fluency (gesamt, phonemisch, semantisch)* eine hohe Sensitivität in Bezug auf die Kinder mit Lese- und Rechtschreibdefiziten. Visuoräumliche Defizite traten im Untertest *Arrows*, Defizite im Bereich *Gedächtnis/ Lernen* in den Untertests *Memory for Names* und *Narrative Memory* auf.

Die varianzanalytisch ermittelten signifikanten Untertests mit mindestens mittlerer Effektgröße, differenzierten Kinder mit Lese- und Rechtschreibstörung und Kontrollkinder mit einer korrekten Klassifikation von 89.7% (Sensitivität: 86.2%, Spezifität: 93.1%). Eine pragmatische Reduktion

dieser Untertests auf die Auswahl von *Phonologische Bewusstheit*, *Auditory Attention*, *Visual Attention*, *Verbal Fluency (gesamt)* und *Arrows* führte zum selben Resultat der korrekten Zuordnung. Allein der Test *Phonologische Bewusstheit* mit der höchsten absoluten Effektgröße ergab immer noch eine korrekte Klassifikation von 82.8% (Sensitivität: 79.3%, Spezifität: 86.2%).

Eine individuelle Analyse der Leistungsergebnisse in den neuropsychologischen Teilfunktionen bestätigte die Gruppenergebnisse: Tatsächlich zeigten über ein Viertel der Kinder Defizite in den Bereichen *Aufmerksamkeit/ Exekutive Funktionen* (26.44%) und *Sprache* (28.57%). Mehr als zwei Drittel der Kinder wiesen Schwächen im Test *Phonologische Bewusstheit* auf (65.52%), bei einem Drittel bis zur Hälfte der Kinder mit Lese- und Rechtschreibstörung lagen Defizite in den Tests *Auditory Attention* (44.83%), *Kunstwörter* (44.83%), *Visual Attention* (41.38%) sowie *Arrows* (37.93%) vor. Die hohe Auftretenswahrscheinlichkeit von Funktionsdefiziten impliziert, dass bei der Mehrzahl der Kinder mit Lese- und Rechtschreibstörung (89.7%) Defizite in mindestens zwei unterschiedlichen Funktionsbereichen vorliegen. Fast die Hälfte der Kinder (41.38%) zeigte sogar Defizite in drei unterschiedlichen Funktionsbereichen, wobei die häufigste Kombination im Zusammenhang mit den beiden Funktionen *Aufmerksamkeit/ Exekutive Funktionen* und *Sprache* auftrat. Und noch knapp ein Viertel der Kinder (24.14%) wiesen defizitäre Leistungen sogar in vier unterschiedlichen Funktionsbereichen auf. Auch hier waren die Funktionen *Aufmerksamkeit/ Exekutive Funktionen* und *Sprache* betroffen, mehrheitlich zeigten die Kinder zusätzliche Schwächen im Bereich *Gedächtnis/ Lernen*.

Testkennwerte der NEPSY. Bevor die Ergebnisse der Gruppenunterschiede im neuropsychologischen Profil diskutiert werden, muss die strukturelle Validität der NEPSY Berücksichtigung finden. Korkman et al. (1998) geben für den Altersbereich von fünf bis zwölf Jahren an, dass die Interkorrelationen zwischen den zusammengefassten Skalenwerten der übergeordneten Funktionsbereiche niedrig sind. Die höchsten Korrelationen sind zwischen *Sprache* und *Gedächtnis/ Lernen* zu finden ($r=.46$), die niedrigsten zwischen den Bereichen *Sensomotorische Funktionen* und *Gedächtnis/ Lernen* ($r=.18$).

Bezüglich der Genauigkeit der Testwerte ermitteln die Autorinnen bei zwölf Untertests Werte der internen Konsistenz oder Stabilität unter $r_{xx}=.80$, so dass zumindest hinsichtlich des klinischen und praktischen Nutzens aufgrund einer als kritisch zu bewertenden Reliabilität von einer isolierten Interpretation Abstand genommen werden sollte. Diese Untertests betreffen *Visual Attention*, *Design Fluency*, *Speeded Naming*, *Comprehension of Instructions*, *Verbal Fluency*, *Fingertip Tapping*, *Visuomotor Precision*, *Design Copying*, *Arrows*, *Block Construction*, *Memory for Faces* und *Narrative Memory*. Die höchsten Reliabilitätskoeffizienten werden für die Untertests *Phonological Processing* ($r=.91$), *Memory for Names* ($r=.89$) und *List Learning* ($r=.91$) angegeben.

Die Reliabilitätswerte der übergeordneten Funktionsbereiche liegen erwartungsgemäß höher als die Mehrzahl der einzelnen Untertests, da sie multiple Maße eines Konstrukts und ein breiteres Verhaltensspektrum erfassen.

sen. Sie liegen durchgängig im moderat hohen Bereich (*Aufmerksamkeit/ Exekutive Funktionen* $r=.82$; *Sprache* $r=.87$; *Sensomotorische Funktionen* $r=.79$; *Visuoräumliche Verarbeitung* $r=.83$; *Gedächtnis/ Lernen* $r=.87$). Da in der vorliegenden Studie mitunter adaptierte Untertests zur Anwendung kamen und somit auf die Berechnung der gesamten Bereichswerte verzichtet wurde, werden im Folgenden nur diejenigen Untertests aufgeführt, für die sich auf der Grundlage der Leistungsergebnisse der Kontrollkinder signifikante positive Interkorrelationen ergaben (Daten s. Tabelle 1 im Anhang A. 2.). Die berechneten Korrelationen spiegeln die von den NEPSY-Autorinnen angegebenen Werte der mittleren Korrelationen zwischen dem Bereich *Sprache* und den übrigen Funktionsbereichen wider (*Aufmerksamkeit/ Exekutive Funktionen* $r=.42$; *Sensomotorische Funktionen* $r=.35$; *Visuoräumliche Verarbeitung* $r=.41$; *Gedächtnis/ Lernen* $r=.46$). So finden sich in der vorliegenden Studie ebenfalls überzufällige Interkorrelation zwischen dem Untertest *Visual Attention* (*Aufmerksamkeit/ Exekutive Funktionen*), *Memory for Names* sowie *Sentence Repetition* (*Gedächtnis/ Lernen*) und verschiedenen Untertests des Bereiches *Sprache*. Darüber hinaus war der Anteil der signifikanten positiven Interkorrelationen zwischen den einzelnen Untertests innerhalb eines Funktionsbereiches bei den sprachlichen Fertigkeiten am größten. Dazu schreiben Korkman et al. (1998, S. 196):

„Overall, subtests within domains are more highly correlated than subtests across domains. Language subtests demonstrated the highest correlations across domains. This result confirms the importance of language skills in mediating other cognitive functions and suggests that language may relate more strongly to a child’s general level of cognitive functioning.“

Der Vergleich dieser Testkennwerte bestätigt zum einen, dass das hier zusammengestellte Testverfahren den inhaltlichen Anforderungen entsprochen hat. Zum anderen deuten die Ergebnisse der Interkorrelationsberechnungen auf der Grundlage der Leistungen der Kontrollgruppe darauf hin, dass der hohe Anteil an signifikanten Leistungsunterschieden innerhalb des Funktionsbereiches *Sprache* und auch im Zusammenhang mit den Untertests aus *Gedächtnis/ Lernen* und *Aufmerksamkeit/ Exekutive Funktionen* als Funktion der „normalen“ Entwicklung der neuropsychologischen Bereiche den „natürlichen“ Zusammenhang der Entwicklung dieser Fertigkeiten anzeigt.

Leistungsunterschiede in linguistisch-verbale Fertigkeiten. Das Ergebnis der vorliegenden Studie weist auf eine hohe Sensitivität des Tests *Phonologische Bewusstheit* in der Differenzierung zwischen Kindern mit Les- und Rechtschreibstörung und ihrer Kontrollgruppe hin. In Anbetracht der ermittelten Kovariationen besonders zwischen sprachlichen Funktionen und den Bereichen *Aufmerksamkeit/ Exekutive Funktionen* sowie *Gedächtnis/ Lernen* war das Ergebnis der signifikant schwächeren Leistungen in den weiteren Funktionsbereichen wie oben angeführt durch die theoretische Struktur der ausgewählten Testverfahren mit bedingt. Jedoch lag eine bedeutende Kovariation des Untertests zur Erfassung der *Phonologischen Bewusstheit* ausschließlich mit den Untertests *Design Copying*, *Fingertip Tapping* und *Manual Motor Sequences* vor, die keine signifikanten Gruppenunterschiede

aufwiesen, so dass von einem spezifischen Beitrag dieser Teilfunktion ausgegangen werden kann.

Dagegen variierten innerhalb des sprachlichen Bereiches die Ergebnisse des Untertests *Verbal Fluency phonologisch* positiv mit den Untertests *Speeded Naming*, *Comprehension of Instructions*, *Kunstwörter* und *Mottier*. Weiterhin mit den Tests *Memory for Names* und *Sentence Repetition* sowie *Manual Motor Sequences*. Außer den beiden letztgenannten Untertests und *Mottier* differenzierten die aufgeführten Untertests signifikant zwischen den Kindern mit Lese- und Rechtschreibstörung und der Kontrollgruppe.

Neben den in der Studie am häufigsten festgestellten phonologischen Verarbeitungsdefiziten in Form der phonologischen Bewusstheit, die die auditiv-phonologische Analyse beeinträchtigen, lagen bei mindestens einem Viertel der Kinder mit Lese- und Rechtschreibstörung weitere Faktoren vor, die einen negativen Einfluss auf die schriftsprachliche Verarbeitung ausüben. Diese betreffen das phonologische Kurzzeitgedächtnis, das Gedächtnis bzw. den Abruf von Laut-Symbol-Assoziationen (Benennungsrate von bekannten Objekten), den Erwerb und Abruf von visuell-verbal gepaarten Assoziationen sowie die phonologische Wortflüssigkeit, die Hinweise gibt auf den effizienten Zugang phonologischer Repräsentationen im mentalen Lexikon. Auch die reduzierten Leistungen beim Nacherzählen einer Geschichte wird von Korkman et al. (1998) mit auditiv-verbalen Verarbeitungsdefiziten in Beziehung gesetzt. Wurden die Gedächtnisleistungen nicht auf phonologischer Ebene, sondern über einzelne Wörter und Sätze erfasst, so konnten keine grundlegenden Schwächen in der verbalen Gedächtnisspanne, im Kurzzeitgedächtnis oder im Langzeitgedächtnis festgestellt werden. Der Einfluss oral-motorisch basierter Artikulationsschwächen und reduzierter Kapazitäten in der motorischen Organisation und Produktion rhythmischer (oralen) Sequenzen auf die phonologischen Verarbeitungsschwächen konnte in der untersuchten Stichprobe ausgeschlossen werden.

Die Beziehung zwischen diversen phonologischen Verarbeitungsprozessen, die sich bei den Kindern mit LRS signifikant schwächer erwiesen, können dergestalt interpretiert werden, dass die Effizienz des phonologischen Gedächtnisses, als ein Aspekt des Arbeitsgedächtnisses, dem das Enkodieren und temporäre Speichern von Lautrepräsentationen zugeschrieben wird (Baddeley, 1986), auch den schnellen Abruf von phonologischen Repräsentationen im Langzeitgedächtnis beeinflusst (Hecht et al., 2001). Die Fähigkeit zur phonologischen Bewusstheit ist auch stark determiniert durch die Kapazität des phonologischen Gedächtnisses. Die Verarbeitung der Lautstruktur der gesprochenen Sprache erfordert, dass die akkuraten Repräsentationen von Phonemen in Wörtern im phonologischen Gedächtnis enkodiert und so lange behalten werden, bis die phonologischen Segmente zusammengelautet sind (Torgesen et al., 1990). Je effizienter die phonologischen Arbeitsgedächtnisleistungen, desto mehr Aufmerksamkeitsressourcen stehen dem Kind bereit, um ablaufende Problemlöseprozesse zu bewältigen, d.h. um beim Lesen die durch Buchstaben abgebildeten Laute zu einer artikulatorischen Einheit zu synthetisieren (SLRT, Landerl et al., 1997) und/ oder Gedächtniseinträge von Schriftwörtern mit den jeweiligen Sprechwörtern zu verknüpfen.

Leistungsunterschiede in Aufmerksamkeitsvariablen. Der Untertest *Auditory Attention* als Variable mit der zweitgrößten Effektstärke trug einen hohen spezifischen Anteil zur Gruppendifferenzierung bei. Es ergaben sich außer mit dem Test *Tower* zur Erfassung der exekutiven Funktionen keine signifikanten Kovariationen mit weiteren Untertests. Wider Erwarten waren auch keine positiven Interkorrelationen zwischen *Visual Attention* und weiteren Untertests des Bereiches *Aufmerksamkeit/ Exekutive Funktionen* zu verzeichnen. Statt dessen lagen diese mit den Untertests *Speeded Naming*, *Verbal Fluency (gesamt, semantisch, phonologisch)*, *Narrative Memory* und *Manual Motor Sequences* vor, die außer dem letztgenannten Untertest signifikante Gruppenunterschiede hervorbrachten.

Zusätzlich zeigten noch knapp die Hälfte der Kinder mit Lese- und Rechtschreibstörung reduzierte Leistungen in der auditiven Aufmerksamkeit, die einfache Reaktionsweisen auf auditive Stimuli und ein Wechsel der gelernten auditiven Reaktion über einen längeren Zeitraum erfasst. Ergänzende Informationen lieferte die Leistungsbewertung der beiden Aufgabenteile des Untertests *Auditory Attention*: Kinder mit Lese- und Rechtschreibstörung zeigten sowohl schwächere Aufmerksamkeitsleistung und Vigilanz bei der Bearbeitung relativ einfacher, sich wiederholender monotoner Aufgaben als auch in der Bearbeitung der sich unmittelbar anschließenden auditiven Aufgaben, die das Behalten komplexerer Regeln erforderten. In beiden Aufgabenteilen lagen häufiger Auslassungsfehler vor, die durch Unaufmerksamkeit interpretiert werden. Die verringerte Anzahl richtig gelöster Items in beiden Aufgabenteilen kann primär mit einer reduzierten Informationsverarbeitung im Zusammenhang stehen. Schwierigkeiten in der Anwendung komplexer Regeln können jedoch nicht ausgeschlossen werden, da sich einerseits die Leistungen der Kinder mit LRS im zweiten Aufgabenteil statistisch bedeutsamer von ihrer Kontrollgruppe unterschieden und andererseits zusätzliche Defizite in Aufgaben mit verbal-auditiven Stimuli und einer Arbeitsgedächtniskomponente aufwiesen.

Ein noch ähnlich hoher Anteil von Kindern mit Lese- und Rechtschreibstörung zeigte in der Aufgabe *Visual Attention* hoch signifikant schwächere Leistungen als die Kontrollgruppe. Eine detaillierte Aufgabenanalyse ergab, dass die Gruppenunterschiede ausschließlich auf den Geschwindigkeitsfaktor zurückzuführen sind, der sowohl in der Bearbeitung des ersten Aufgabenteils, der das Abgleichen eines einfach strukturierten Zielobjektes mit Distraktoren erforderte, als auch im zweiten Teil, der eine komplexe selektive und vigilante visuelle Aufmerksamkeitsleistung erfasste, von Bedeutung ist. Weder der Grad der Komplexität der Aufgaben noch die Genauigkeit der Aufgabebearbeitung (Auslassungs- und Verwechslungsfehler) beeinflussten den unterdurchschnittlichen Leistungswert der Kinder mit Lese- und Rechtschreibstörung. Folglich sind in Übereinstimmung mit der aufgeführten auditiven Aufmerksamkeitsleistung in der visuellen Modalität weniger Unaufmerksamkeit, Impulsivität oder visuelle Arbeitsgedächtnisdefizite vordergründig, sondern vielmehr eine reduzierte Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit. Inwieweit diese Beeinträchtigung mit Zeitmechanismen des Gedächtnisses in Zusammenhang steht (Nicolson et al., 2001) kann hier nicht weiter bewertet werden, da keine basaleren Funktionen, die als zusätzlicher Beleg notwendig sind, erhoben wurden.

Zum Effekt der Verarbeitungsgeschwindigkeit. Positive Interkorrelationen der Aufgabe *Visual Attention* mit den Untertests *Speeded Naming* und *Verbal Fluency* deutet neben linguistischen Beeinträchtigungen in Form von Zugriffsschwierigkeiten auf den Gedächtnisspeicher ebenfalls auf Probleme in der Verarbeitungsgeschwindigkeit hin. Diese Befunde stehen in Einklang mit den Ergebnissen von Landerl (2001), die neben einem zentralen kognitiven Defizit im automatisierten schnellen Benennen eine reduzierte visuelle Verarbeitungsgeschwindigkeit bei deutschsprachigen dyslektischen Kindern feststellte. Es gibt jedoch keine Hinweise auf ein allgemeines reduziertes Verarbeitungsgeschwindigkeitsdefizit, da sich die Kinder mit Lese- und Rechtschreibstörung in anderen zeitbeschränkten Aufgaben wie z.B. *Visuomotor Precision* oder *Fingertip Tapping* nicht von den Kontrollkindern unterschieden.

Dass sich die Kinder mit Lese- und Rechtschreibstörung jedoch in der Aufgabe *Design Fluency*, die ebenfalls eine graphomotorische Verarbeitungsgeschwindigkeit erfasst, schlechter abschnitten als die Kontrollkinder, könnte im Zusammenhang mit der gleichzeitigen Anforderung dieser Aufgabe, komplexe Regeln im Arbeitsgedächtnis zu halten sowie die Bearbeitung eines komplexen visuellen Musters unter Zeitdruck, erklärt werden. Dabei kann ein allgemeines Defizit in der Ausbildung exekutiver Funktionen, operationalisiert durch das Wissen bzw. den Gebrauch von effektiven Strategien, Konzeptualisierungsfähigkeit, Planungs- und Monitoringsfähigkeiten, reflektiertes Arbeitsverhalten oder Impulskontrolle, wie es in den Untertests *Tower, Knock and Tap* oder *Statue* hätte erfasst werden können, wohl ausgeschlossen werden.

Ein signifikant positiver Zusammenhang zwischen den Aufgaben *Visual Attention* und *Narrative Memory*, in denen die Kinder mit LRS ebenfalls niedrigere Leistungen erzielten, deutet auf eine zumindest anteilige Beeinflussung der Aufgabenbewältigung durch Schwächen im Arbeitsgedächtnis hin. Beide Untertests erfordern eine hohe kognitive Beanspruchung zur Aufrechterhaltung der zahlreichen Details im Arbeitsgedächtnis.

Leistungsunterschiede in der visuo-räumlichen Verarbeitung. Allgemeine visuo-räumliche Defizite waren bei Kindern mit Lese- und Rechtschreibstörung selten festzustellen. So gab es keine Hinweise auf häufige Schwächen in der Integration visuo-räumlicher Fertigkeiten mit koordinierter motorischer Aktivität, in der Erfassung dreidimensionaler Konstruktionen sowie im Verständnis von relativen Positionen von Objekten in einem strukturierten Raum. Weiterhin waren keine Beeinträchtigungen der visuellen Enkodier- und Gedächtnisleistungen erkennbar, wurden die visuellen Stimuli (natürliche Gesichter) einzeln dargeboten.

Derjenige Untertest, der von mehr als einem Drittel der Kinder mit Lese- und Rechtschreibstörung schwächer gelöst wurde, war *Arrows*. Dieser Untertest kann ohne bedeutsame Interkorrelationen zu weiteren Untertests als spezifische Variable der Varianzaufklärung interpretiert werden. Die Ergebnisse dieser Aufgabe deuten darauf hin, dass in der untersuchten Stichprobe Schwierigkeiten in der Visualisierung räumlicher Beziehungen und in der Bewertung von Richtung, Distanz und Orientierung von Linien auf un-

strukturiertem Hintergrund vorlagen. Dabei ist die Möglichkeit visueller Vergenzprobleme, die ebenfalls einen niedrigen Leistungswert in diesem Untertest mit bedingen könnten, nicht auszuschließen. Es bestanden bei den untersuchten Kindern mit Lese- und Rechtschreibstörung gleichzeitig Leistungseinbußen in den Aufgaben *Visual Attention* und *Design Fluency*, die durch weniger kontrollierte binokuläre vergente Augenbewegungen verstärkt sein könnten. Dadurch könnte das Bearbeiten eines komplexen Objektes bzw. einer Bearbeitungszeile weniger gut im Fokus gehalten worden sein. Eine Differenzierung zwischen „eye tracking“ Schwierigkeiten, die sich bei langsamen Lesern speziell auf einen Text oder auf die Maße Scanning und Tracking per se beziehen und dadurch die schnelle Diskrimination und Verarbeitung von visuellen Symbolen erschweren, kann aufgrund der vorliegenden Auswahl der Funktionsprüfungen nicht vorgenommen werden.

Kein Gruppeneffekt der sensomotorischen Funktionen. Nur ein geringer Anteil von Kindern mit Lese- und Rechtschreibstörung zeigte niedrigere sensomotorische Leistungen als die Kontrollgruppe: Die Koordination von Finger- und Handbewegungen sowie die Verarbeitung visuell-taktil-kinästhetischer Informationen gelang allen Kindern mit Lese- und Rechtschreibstörung altersgemäß. Vereinzelt waren reduzierte Leistungen in den Untertests *Visuomotor Precision* und *Finger Discrimination* festzustellen, die respektive die Handlungsplanung visuell-graphomotorischer Koordination und ihre akkurate und schnelle Ausführung sowie die effiziente Verarbeitung taktiler Informationen erfassen.

Kombinierte Störung schulischer Fertigkeiten

Wie bereits aus den Ergebnissen der Untersuchung der Kinder mit Lese- und Rechtschreibstörung deutlich wurde, ließen sich auch bei Kindern mit einer kombinierten Störung schulischer Fertigkeiten im Vergleich zur gematchten Kontrollgruppe signifikante Leistungsunterschiede in den untersuchten Funktionsbereichen *Aufmerksamkeit/ Exekutive Funktionen*, *Sprache* sowie *Gedächtnis/ Lernen* feststellen. Zusätzlich unterschieden sich die Kinder mit RAD im Bereich *Sensomotorische Funktionen*, aber nicht im Bereich *Visuoräumliche Verarbeitung*.

Leistungsunterschiede in der Aufmerksamkeit/ Exekutive Funktionen. Die der *Aufmerksamkeit/ Exekutive Funktionen* zugeordneten Aufgaben *Auditory Attention*, *Visual Attention* und *Design Fluency* differenzierten signifikant zwischen Kontrollkindern und Kindern mit RAD, vergleichbar mit der Gruppe der Kinder mit Lese- und Rechtschreibstörung. Jedoch liegt hier insofern eine andere Gewichtung der Untertests vor, als die statistisch bedeutsamen Gruppenunterschiede tatsächlich nur in den Untertests *Visual Attention* und *Design Fluency* durch Gruppeneffekte zustande kamen. Die Leistungen in der letztgenannten Aufgabe war sogar bei der Hälfte der Kinder mit RAD unterdurchschnittlich.

Leistungsunterschiede in sprachlichen und sensomotorischen Fertigkeiten. Die signifikanten Leistungsunterschiede innerhalb des Bereichs *Sprache* betrafen entsprechend der Kinder mit Lese- und Recht-

schreibstörung die Aufgaben *Phonologische Bewusstheit*, *Comprehension of Instructions* und *Verbal Fluency (gesamt, semantisch)*. Auch hier kann nur bei den Untertests *Phonologische Bewusstheit* und *Verbal Fluency semantisch* von einer ausreichend hohen Sensitivität in Bezug auf die schulischen Leistungsdefizite ausgegangen werden. Weiterhin ergaben sich aufgrund von Gruppeneffekten signifikante Leistungsunterschiede in den Aufgaben *Imitating Hand Positions (Sensomotorische Funktionen)* sowie *Narrative Memory (Gedächtnis/ Lernen)*.

Die Kinder mit einer kombinierten Störung schulischer Fertigkeiten lieferten zwar zusätzlich schwache Leistungen in den Aufgaben *Arrows (Visuo-räumliche Verarbeitung)* und *Sentence Repetition (Gedächtnis/ Lernen)*, die jedoch aufgrund der fehlenden Leistungsdifferenz zur Kontrollgruppe mit einer kleinen Stichprobengröße nicht interpretiert werden können.

Zum Effekt der exekutiven Funktionen. Die signifikant niedrigeren Leistungen in den Aufgaben *Design Fluency* und *semantische Wortflüssigkeit* lassen schlussfolgern, dass eine gemeinsame Funktionsstörung des divergenten Denkens bzw. kreativen Handelns als Maß der höheren exekutiven Funktionen zugrunde liegt. Die Bearbeitung visueller Stimuli unter Zeitdruck ist den beiden Untertests *Design Fluency* und *Visual Attention* gemeinsam, die als weitere statistisch abgesicherte Variablen interpretiert werden können. An dieser Stelle können jedoch nur wenige Schlussfolgerungen über Ausschlussfaktoren weiterer neuropsychologischer Funktionsdefizite gemacht werden, da eine Vergrößerung des Stichprobenumfangs weitere statistische bedeutsame Gruppenunterschiede hervorbringen könnte.

Vergleich neuropsychologischer Auffälligkeiten zwischen beiden klinischen Untersuchungsgruppen. Insgesamt lassen sich die Leistungsprofile in den untersuchten neuropsychologischen Funktionen zwischen den Kindern mit einer kombinierten Störung schulischer Fertigkeiten und einer Lese- und Rechtschreibstörung aufgrund der unterschiedlichen Umfänge der Stichproben nicht eindeutig vergleichen. Es zeigte sich dennoch die Tendenz, dass auch bei Kindern mit einer kombinierten Hauptdiagnose der Lese- und Rechtschreibstörung und Rechenstörung Defizite in der phonologischen Bewusstheit vordergründig waren. Die Klassifikationsergebnisse der Diskriminanzfunktionsanalysen ergaben auf der Grundlage dieser Variablen eine korrekte Klassifikation von 90% (Sensitivität: 80%, Spezifität: 100%). Die Ergebnisse varianzanalytisch ermittelter signifikanter Untertests mit großer Effektstärke deuten darauf hin, dass im Vergleich zur Gruppe mit spezifischer Lese- und Rechtschreibstörung ein weitaus geringerer Umfang von zusätzlichen sprachlichen Beeinträchtigungen vorliegt: Bis auf die Defizite in der semantischen Wortflüssigkeit und im Nacherzählen von Geschichten waren keine weiteren linguistisch-verbale Verarbeitungsschwächen vorhanden.

Individuelle Bewertung der Leistungsunterschiede. Eine weitergehende Interpretation der Daten auf der Basis der individuellen Analyse der Leistungsergebnisse in den neuropsychologischen Teilfunktionen ergibt jedoch, dass im Vergleich zur Gruppe der Kinder mit Lese- und Rechtschreibstörung, in der sich die niedrigeren Leistungen hauptsächlich den Bereichen

Aufmerksamkeit/ Exekutive Funktionen und *Sprache* zuordnen lassen, eine relative Gleichverteilung der unterdurchschnittlichen Leistungen in Bezug auf die Kontrollgruppe über alle fünf Funktionsbereiche gegeben ist. Bei einem höheren Anteil von Kindern mit kombinierter Störung schulischer Fertigkeiten mit Defiziten in vielfachen Funktionsbereichen lag in den jeweiligen Funktionsbereichen die Häufigkeit der Kinder mit Funktionsschwächen zwischen 20% und 30%. Der höchste Anteil war dem Bereich *Visuoräumliche Verarbeitung* zuzuordnen, in dem eine relative Gleichverteilung der Anzahl der Kinder über alle zugehörigen Untertests vorlag.

Zusammenfassend kann aus den ermittelten neuropsychologischen Funktionsleistungen der Kinder mit Lese- und Rechtschreibstörung und Rechenstörung geschlossen werden, dass im Vergleich zu den Kindern mit reiner Lese- und Rechtschreibstörung die Fertigkeiten der phonologischen Bewusstheit in entsprechend hohem Maße beeinträchtigt waren. Bei den Kindern mit kombinierter Störung schulischer Fertigkeiten lagen sogar noch stärkere Beeinträchtigungen der phonologischen Bewusstheit vor (RD: 66%; RAD: 80%). Weitere eindeutige linguistisch-verbale bzw. phonologische Verarbeitungsdefizite waren jedoch nicht im selben Umfang vorhanden. Die bei den Kindern mit Lese- und Rechtschreibstörung kumulierten Schwächen in den Bereichen *Sprache*, *Aufmerksamkeit/ Exekutive Funktionen* und *Gedächtnis/ Lernen* finden keine Entsprechung. Stattdessen streuen sich bei den Kindern mit beiden Hauptdiagnosen die Funktionsschwächen über alle untersuchten Funktionsbereiche und zeigen den größten Anteil von individuellen Leistungsdefiziten im Bereich der *Visuoräumlichen Verarbeitung*.

Die Verschiebungen der Stärken und Schwächen im neuropsychologischen Funktionsprofil beider klinischen Gruppen deuten insgesamt darauf hin, dass die Lese- und Rechtschreibstörung und Rechenstörung im Erscheinungsbild der kombinierten Störung schulischer Fertigkeiten als komorbide Störungen auftreten. Dennoch weisen beide Störungen das neuropsychologische Kerndefizit der phonologischen Bewusstheit auf, die einen spezifischen Einfluss der phonologischen Verarbeitung insbesondere der phonologischen Bewusstheit auf den normalen Erwerb des Lesens und Rechnens bestätigen (vgl. Hecht et al., 2001). Es ist von einer hohen Übereinstimmung in der vordergründigen Charakteristik der kognitiven Beeinträchtigung bei Kindern mit Störungen im Lesen und/ oder Rechtschreiben sowie kombiniert mit Störungen im Rechnen auszugehen.

EMOTIONALE UND VERHALTENS-AUFFÄLLIGKEITEN BEI UMSCHRIEBENEN ENTWICKLUNGSTÖRUNGEN SCHULISCHER FERTIGKEITEN

Lese- und Rechtschreibstörung

Die Untersuchung der Beziehung zwischen umschriebenen Entwicklungsstörungen im Lesen und Rechtschreiben und komorbider Psychopathologie mittels Elternbefragung ergab, dass die Lese- und Rechtschreibstörung mit einer signifikanten Erhöhung der Ausprägung in den Maßen *Sozialer Rückzug* als internalisierendes Syndrom, *Soziale Probleme* sowie *Aufmerk-*

samkeitsprobleme assoziiert sind. Es waren keine weiteren erhöhten Syndromwerte auf den internalisierenden Skalen *Körperliche Beschwerden/ Ängstlich-Depressiv* oder auf den externalisierenden Skalen *Dissoziales Verhalten/ Aggressives Verhalten* zu beobachten. Auch die Ausprägungsgrade der Syndromgruppen *Hyperaktivität* und *Impulsivität* zeigten keinen Zusammenhang zur Lese- und Rechtschreibstörung.

Die gruppenstatistische Auswertung impliziert keine diagnostische Zuweisung, da die Gruppenmittelwerte nicht im klinisch auffälligen Bereich lagen. Wurden die Ausprägungen der einzelnen Gruppenmitglieder analysiert, so ergab sich jedoch zur Erhärtung der Befunde, dass auffällige Werte in der gesamten Syndromskala bei sechs Kindern, in den übergeordneten Skalen *internalisierende Auffälligkeiten* bei acht Kindern und *externalisierende Auffälligkeiten* bei vier Kindern vorlagen. Darüber hinaus deuteten die Individualauswertungen der einzelnen internalisierenden Skalen auf klinisch auffällige Werte bei drei Kindern auf den Skalen *Sozialer Rückzug* und *Ängstlich-Depressiv* sowie bei einem Kind auf der Skala *Körperliche Beschwerden* hin. *Externalisierende Auffälligkeiten* in Form von *Dissozialem Verhalten* finden sich bei zwei Kindern klinisch auffällig erhöht.

Eine Aufmerksamkeitsstörung lag bei insgesamt zehn Kindern vor, klinisch auffällige Impulsivitätswerte bei nur zwei Kindern. Die Gesamtskala *Einfache Aktivitäts- und Aufmerksamkeitsstörung* erreichte bei zwei Kindern eine auffällige Ausprägung, bei einem Kind waren die diagnostischen Symptomkriterien einer *Aufmerksamkeitsdefizit- und Hyperaktivitätsstörung* erfüllt. Die Anzahl der erfüllten Symptomkriterien impliziert jedoch keine Form der diagnostischen Bewertung, da über den Elternfragebogen hinaus keine weiteren differentialdiagnostischen Bewertungen erhoben wurden.

Kombinierte Störung schulischer Fertigkeiten

Der Anteil der psychiatrischen Komorbidität bei Kindern mit einer kombinierten Störung schulischer Fertigkeiten ist gruppenstatistisch ausschließlich auf der Skala *Unaufmerksamkeit* signifikant erhöht. Aufgrund der geringen Stichprobengröße, die das über den Vergleich der Gruppenmittelwerte ermittelte psychiatrische Profil nur bedingt widerspiegelt, wurde auch hier eine Individualauswertung vorgenommen. Diese bestätigte eine stark erhöhte Syndromausprägung des unaufmerksamen Verhaltens, das sich bei sechs von zehn Kindern als klinisch auffällig darstellt. Weiterhin lagen bei einem Kind klinisch auffällige Impulsivitätswerte und bei zwei Kindern klinisch auffällige Symptomwerte einer *Aufmerksamkeitsdefizit- und Hyperaktivitätsstörung* vor.

Eine detaillierte individuelle Beschreibung der manifestierten psychiatrischen Symptomatologie auf der Grundlagen internalisierender und externalisierender Störungen ergab, dass aus der Gruppe der Kinder mit einer kombinierten Störung schulischer Fertigkeiten drei Kinder auf der gesamten Syndromskala und auf der *internalisierenden Syndromskala* sowie zwei Kinder auf der *externalisierenden Syndromskala* als klinisch auffällig zu bewerten sind. Da sich ausschließlich auf den Einzelskalen *Körperliche Beschwerden*

(*Internalisierende Skala*) und *Aggressives Verhalten* (*Externalisierende Skala*) je ein Kind klinisch als auffällig erwies, können die erhöhten Gesamtwerte auf den übergeordneten Skalen auf diffuse emotionale Auffälligkeiten und Verhaltensauffälligkeiten interpretiert werden, die nicht auf die Auffälligkeiten in spezifischen Skalen zurückzuführen sind.

Emotionale Auffälligkeiten bei Lese- und Rechtschreibstörungen.

Zusammenfassend wird die klinische Erfahrung bestätigt, dass bei umschriebenen Lernstörungen eine Komorbidität mit emotionalen Auffälligkeiten und Verhaltensstörungen vorliegt (Esser & Schmidt, 1993; Prior et al., 1999) und dies bei Lese- und Rechtschreibstörungen insbesondere in Form von internalisierenden Störungen (Beitchman & Young, 1997) als sozialer Rückzug wie auch soziale Probleme. Die hohen Ausprägungen auf der Skala *Sozialer Rückzug* beinhalten Items wie gerne allein sein, Verschlossenheit, schüchtern, wenig aktiv oder traurig. *Soziale Probleme* beinhalten v.a. die Ablehnung durch Gleichaltrige sowie unreifes und erwachsenenabhängiges Sozialverhalten.

Die Stichprobe der Kinder mit Lese- und Rechtschreibstörung zeigte zum Untersuchungszeitpunkt im Grundschulalter der dritten und vierten Klassen keine Störungen im dissozialen Bereich, wie sie häufig in einschlägiger Literatur berichtet wird. Dazu ist die Studie von Willcutt & Pennington (2000a) zu erwähnen, die berichtet, dass bei einer vordergründig erhöhten Rate von externalisierenden und internalisierenden Störungen bei Kindern mit Lese- und Rechtschreibstörung bei Kontrolle der signifikanten Beziehung zwischen RD und ADHD zumindest bei Mädchen ausschließlich internalisierende Auffälligkeiten (jedoch depressive Symptomatik und körperliche Beschwerden) spezifisch mit der Funktionsstörung im Lesen und Schreiben assoziiert sind. Eine ungünstige Prognose der Funktionsstörungen im Lesen und Schreiben hinsichtlich psychosozialer Konsequenzen im expansiven Bereich ist jedoch aufgrund der vorliegenden sozialen Anpassungsschwierigkeiten nicht auszuschließen (Esser et al., 2002; Esser & Schmidt, 1993; Mauhgan, 1995).

Emotionale Auffälligkeiten bei Rechenstörungen. Dass vorhandene Rechenstörungen ein besonders großes Risiko für eine psychiatrische Diagnose darstellen (Pelletier et al., 2001; Prior et al., 1999), konnte in reiner Form empirisch nicht erhoben werden. Jedoch zeigte sich ein ähnlich hoher Anteil von Kindern mit erhöhten internalisierenden Symptomausprägungen in den Gruppen der Kinder mit Lese- und Rechtschreibstörung und der Kinder mit zusätzlichen Rechenstörungen. Die von Shalev et al. (1998) bei 5. Klässlern mit Rechenstörungen erhobenen psychiatrischen Auffälligkeiten in der übergeordneten Syndromskala *Internalisierende Störungen* sowie in der Einzelskala *Aufmerksamkeitsprobleme* konnten somit in der Stichprobe der Kinder mit einer kombinierten Störung schulischer Fertigkeiten tendenziell bestätigt werden.

Die von Rourke et al. (Fuerst & Rourke, 1993; Pelletier et al., 2001) vertretene Hypothese, dass phonologische Verarbeitungsstörungen kein besonderes Risiko einer psychosozialen Anpassung aufweisen, wurde nicht bestätigt. Die von denselben Autoren beschriebene erhöhte Inzidenz von

internalisierenden psychosozialen Funktionen in der Gruppe der Kinder mit nonverbalen Lernstörungen konnte aufgrund der geringen Stichprobengröße der Gruppe der Kinder mit reiner Rechenstörung nicht überprüft werden. Dabei gehen Rourke et al. (Rourke & Fuerst, 1991) davon aus, dass es keine direkte kausale Verbindung zwischen den Mustern akademischer Lernstörungen und psychosozialen Auffälligkeiten gibt, sondern beide im selben Muster neuropsychologischer Funktionsstärken und -schwächen begründet liegen. Laut Rourke ist dieses Risiko einer psychosozialen Störung für den Typus der phonologischen Verarbeitungsstörungen bei Lernstörungen nicht notwendigerweise durch die psycholinguistischen Funktionsdefizite begründet und entwickelt sich nur aufgrund zusätzlicher externer belastender Variablen. So lassen die Ergebnisse der vorliegenden Studie schlussfolgern, dass bei auftretenden akademischen Schwierigkeiten im Lesen und Schreiben die Kinder mit Lese- und Rechtschreibstörung in Folge dazu neigen, sich mehr zurückzuziehen, weniger aktiv zu sein und sich gleichzeitig Kontaktschwierigkeiten besonders zu Gleichaltrigen einstellen.

Aufmerksamkeitsprobleme bei Kindern mit umschriebenen Entwicklungsstörungen schulischer Fertigkeiten. Die häufig beschriebene Komorbidität von Lese- und Rechtschreibstörungen mit Aufmerksamkeits-schwierigkeiten (Gilger et al., 1992; Willcutt & Pennington, 2000b) wird in der vorliegenden Studie deutlich bestätigt und in übereinstimmender Ausprägung für die Kinder mit kombinierter Störung schulischer Fertigkeiten erhoben. Bei Ausschluss von Kindern mit einer diagnostizierten ADHD und ohne die empirische Untersuchung einer klinischen Inanspruchnahmepopulation konnte dennoch bei einem Drittel der Kinder aus beiden klinischen Stichproben eine klinisch relevante Aufmerksamkeitsproblematik sowie bei einem geringen Anteil hohe Werte auf der Gesamtskala *Hyperkinetische Störungen* festgestellt werden. Da die Skalen *Unaufmerksamkeit* der beiden Elternfragebogen mit den Untertests *Auditory Attention* und *Visual Attention* des eingesetzten neuropsychologischen Untersuchungsverfahrens signifikant positiv miteinander korrelierten, ist davon auszugehen, dass Aufmerksamkeitsprobleme nicht nur eine nach außen hin sichtbare Folge der schulischen Leistungsschwierigkeiten sind, sondern tatsächlich als neuropsychologische Funktionsstörung in Erscheinung treten.

VALIDIERUNG DES KLASSIFIKATIONSKONZEPTEDES DER UMSCHRIEBENEN ENTWICKLUNGSSTÖRUNGEN SCHULISCHER FERTIGKEITEN

Eine Überprüfung der auf der Grundlage der akademischen Leistungen abgeleiteten Klassifikationsschemata der umschriebenen Entwicklungsstörungen schulischer Fertigkeiten als diskrete und relativ homogene Störungsgruppen konnte nur bedingt vorgenommen werden. Die in der Studie untersuchten Störungsgruppen der Kinder mit Lese- und Rechtschreibstörung sowie mit kombinierter Störung schulischer Fertigkeiten sollten auf der Grundlage der Defizite neuropsychologischer Funktionen charakterisiert und die Sinnhaftigkeit ihrer typologischen Abgrenzung diskutiert werden. Zuvor wird jedoch der Tatsache, dass aufgrund der unerwartet geringen Stichprobe von Kindern mit reiner Rechenstörung diese klinische Gruppe für die Validie-

rung des Klassifikationskonzeptes umschriebener Lernstörung entfällt, Rechnung getragen.

Geringe Prävalenz von Rechenstörungen. Obwohl es wenige gesicherte Erkenntnisse über Prävalenzen von Rechenstörungen gibt, ist davon auszugehen, dass arithmetische Störungen zahlenmäßig keineswegs seltener auftreten als Lese- und Rechtschreibstörungen (Klauer, 1992; Lewis et al., 1994; von Aster, 1994). Von daher gibt es Anlass zur Diskussion, weshalb aus einem ursprünglichen Pool von 78 Schülern mit Verdacht auf umschriebene Entwicklungsstörungen schulischer Fertigkeiten nur elf Kinder das diagnostische Kriterium für Rechenstörung in reiner oder kombinierter Form mit Lese- und Rechtschreibstörungen erfüllten. Den Prävalenzstudien sind zudem große Schwankungen hinsichtlich der anteiligen Auftretenswahrscheinlichkeit von Rechenstörungen in reiner Form (36.11% - 56.25%) und in kombinierter Form mit zusätzlichen Lese- und/ oder Rechtschreibstörungen (17% - 63.89%) zu entnehmen.

Eine in der vorliegenden Studie ermittelte höhere Prävalenz von Kindern mit Rechenstörung in kombinierter Form würde durchaus mit den beschriebenen Prävalenzraten konform gehen, jedoch findet der Befund von nur einem Kind, das die diagnostischen Kriterien der reinen Rechenstörung erfüllt, keinerlei Entsprechung. Eine mögliche Ursache könnte sein, dass der cut-off-Wert für die mathematischen Leistungen in vielen Studien viel höher liegt als bei der Dyslexiediagnose und häufig kein Ausschlusskriterium in Bezug auf eine kritische Diskrepanz zwischen allgemeinen kognitiven Fähigkeiten und der Rechenleistung festgelegt wird (z.B. Gross-Tsur et al., 1996; Shalev et al. 2001). Darüber hinaus findet sich häufig diskutiert, dass das kognitive Leistungsniveau nicht unabhängig von arithmetischen Fertigkeiten betrachtet werden kann und es tatsächlich nur wenige Patienten aus der klinischen Inanspruchnahmepopulation gibt, die das Diskrepanzkriterium erfüllen (Bzufka et al., 2000). Hierzu schreibt Esser (1991, S. 119):

„...wegen formal vergleichbarer diagnostischer Definition ist für umschriebene Rechenstörungen grundsätzlich eine Prävalenzrate zu erwarten, die in der Größenordnung derjenigen von umschriebenen Lesestörungen liegt. Weil jedoch die Korrelation zwischen Rechenleistung und Intelligenzleistung höher ist als zwischen Leseleistung und Intelligenzleistung (vgl. Cattell, Weiss & Osterland, 1977) müsste die Rate für Rechenstörungen etwas niedriger liegen.“

Die divergierenden Prävalenzraten könnten zudem neben der uneinheitlichen Anwendung spezifischer diagnostischer Kriterien zur Feststellung der Rechenstörung in der Stichprobenauswahl begründet sein. Es gibt Hinweise (Hein et al., 2000), dass die testmäßig und durch Lehrerbeurteilungen erfassten Leistungen in Mathematik die Rechenstörungen noch nicht so häufig diagnostizieren wie die Lese- und Rechtschreibstörungen. Folglich könnten die Schüler in den untersuchten Klassenstufen dem Lehrpersonal nicht als rechenschwach auffällig werden und dies nur bei einer Kombination mit Lese- und Rechtschreibstörung - worauf Lehrer und Eltern geschulter sind (von Aster, 2000). Auf die Diskussion der Geschlechterrollenstereotype (z.B. Klauer, 1992) wird an dieser Stelle nicht weiter eingegangen, da die Ge-

schlechterverteilung der Kinder mit kombinierter Störung schulischer Fertigkeiten in etwa gleich war.

Ein weiterführender Diskussionspunkt betrifft die unzureichende Vergleichbarkeit der beiden umschriebenen Entwicklungsstörungen im Lesen/Rechtschreiben und Rechnen, die nicht auf uneindeutige diagnostische Kriterien zurückzuführen, sondern vielmehr durch die Natur der Störungen per se bedingt ist. Wie klinische Erfahrung zeigen (Bzufka et al., 2000), erfüllen nur ein Fünftel der Kinder, die neuropsychologisch untersucht wurden, die Kriterien für Rechenstörungen, obwohl alle bedeutsame Schwierigkeiten im Rechnen zeigen. Rechenstörungen implizieren folglich eine distinkte Diagnose, die in den medizinischen Bereich fällt und eine klinisch, neuropsychologische Diagnostik erfordern (vgl. Shalev & Gross-Tsur, 1993).

Dazu ist die Studie von Rourke et al. (Pelletier et al., 2001) zu erwähnen, die ergab, dass aus einem Pool von Kindern mit umschriebenen Lernstörungen (mit einem Standardwert von <80 in mindestens einem schulischen Leistungstest) aus einer klinischen Inanspruchnahmepopulation 53.1% den Kriterien, die dem Typus Basic Phonological Processing Disabilities (BPPD, Rourke, 1989) und 16.9%, die dem Klassifikationstypus der Nonverbal Learning Disabilities (NLD, Rourke, 1989) zugeordnet werden, entsprachen. 2.9% der Kinder mit umschriebenen Lernstörungen erfüllten die Kriterien eines dualen Typus. Die Häufigkeit der Klassifikationstypen verdeutlicht, dass es trotz mangelnder eindeutiger Zuordnung von Lese- und Rechtschreibstörung (ICD-10 F81.0/1) zum Typus PBBD und Rechenstörung (ICD-10 F81.2) zum Typus NLD, die Gruppe der Schüler mit Rechenstörung viel seltener gibt als Schüler mit Lese- und Rechtschreibstörung.

Wie klinische Erfahrungen weiterhin zeigen, herrscht in den klinischen Inanspruchnahmepopulationen bei Patienten mit Rechenstörungen gemäß Rourke (Rourke & Finlayson, 1878; Rourke, 1989) tatsächlich das Syndrom der Nonverbal Learning Disabilities (Typ A) vor, bei dem eine rechtshemisphärische Störung vermutet wird (Bzufka et al., 2000). Dies könnte jedoch auf begleitende sozio-emotionale Probleme zurückgeführt werden, was die Überweisung in eine Kinder- und Jugendpsychiatrie wahrscheinlicher macht.

Verbal-linguistische Hypothese zur Entwicklung der Rechenstörung in Form einer kombinierten Störung schulischer Fertigkeiten. Vor dem Hintergrund der angeführten Interpretationen, die u.a. einen Selektionsbias implizieren, kann angenommen werden, dass die Rechenstörung in reiner Form in einer nicht-klinischen Population, wie sie in der vorliegenden Studie gewählt wurde, in geringerer Wahrscheinlichkeit auftritt als die Prävalenzschätzungen angeben. Die Kinder, die mit einer kombinierten Störung schulischer Fertigkeiten diagnostiziert wurden, sind vermutlich einem anderen Typus zuzuordnen, der wie einige Forschungsergebnisse belegen, in Bezug auf neuropsychologische Funktionen mehr Gemeinsamkeiten zum Typus der Lese- und Rechtschreibstörung aufweist. So könnten manche Fälle mit Rechenstörung auf Dysfunktionen der linken Hemisphäre basieren, die dann eine höhere Wahrscheinlichkeit aufzeigen, eine zusätzliche Lese- und Rechtschreibstörung zu entwickeln, während anderen vermutlich Dysfunktionen der rechten Hemisphäre und/ oder des Frontallappens zugrunde liegen.

Zur Charakteristik des NLD Syndroms, dem die reinen Rechenstörungen zumindest als Untergruppe zugewiesen werden, schreiben Harnadek & Rourke (1994, S. 152):

„...Rourke (1987, 1988b, 1989) suggested that children who have experienced clinical conditions in which substantial damage to cerebral white matter resulted (e.g., early-acquired moderate-to-severe closed-head injury) provide profiles of neuropsychological, academic, and socioemotional functioning that closely resemble those associated with the NLD syndrome.“

Die Art und Ausprägung der neuropsychologischen Funktionsdefizite bei Kindern mit einem NLD Syndrom wird vom Schweregrad und Alter direkt abhängig gemacht, zu dem die Schädigung der weißen Substanz auftritt. Gemäß Rourke et al. zeigt sich die Schädigung linguistischer Fertigkeiten relativ resistent. Diese bleiben erhalten, wenn sie einmal vollständig entwickelt sind. Es braucht jedoch noch weitere Studien, um die Inzidenz und Charakteristik von rechtshemisphärischen Störungen bei Kindern mit umschriebenen Lernstörungen zu bestimmen.

Die Ergebnisse der neuropsychologischen und psychiatrischen Auffälligkeiten gibt tatsächlich Hinweise, dass die Kinder mit Lese- und/ oder Rechtschreibstörung und mit einer kombinierten Störung schulischer Fertigkeiten entsprechende Defizite in verbal-linguistischen Fertigkeiten - insbesondere in der phonologischen Bewusstheit - sowie im Bereich der Aufmerksamkeit aufweisen. In beiden Gruppen liegen erhöhte sozio-emotionale Anpassungsschwierigkeiten vor, die in Form von internalisierenden Verhaltensweisen zutage treten.

Eine relevante Limitierung der Studie in Bezug auf die Vergleichbarkeit beider klinischen Gruppen liegt insofern vor, als die Performanzdefizite der kleinen Gruppe der Kinder mit kombinierter Störung schulischer Fertigkeiten keine akkurate Repräsentation der Performanz dieser Population darstellen könnte. So könnte sich neben einer im Vordergrund stehenden Schwäche in der phonologischen Bewusstheit die Tendenz allgemeiner visuoräumlicher, visuokonstruktiver sowie taktil-kinästhetischer Verarbeitungsschwächen, wie sie in der Gruppe der Kinder mit Lese- und Rechtschreibstörung nicht vorliegen, verstärken. Die nicht-signifikanten Unterschiede könnten auf fehlende statistische Power zurück zu führen sein.

Es liegen jedoch auch Befunde vor, die in Übereinstimmung mit den vorliegenden Ergebnissen der neuropsychologischen Funktionsdefizite, wie sie sich in der kleinen Stichprobe als statistisch bedeutsam erwiesen, eine geringe Wahrscheinlichkeit räumlicher Defizite bei umschriebenen Entwicklungsstörungen schulischer Fertigkeiten belegen (Geary et al., 2000; Morris et al., 1998), nachdem die Intelligenzleistung herauspartialisiert wurde. Bei den meisten Kindern mit Lese- und Rechtschreibstörung und kombinierter Störung schulischer Fertigkeiten lag der Schwerpunkt der Beeinträchtigungen in anderen kognitiven Defiziten, v.a. in der phonologischen Verarbeitung. Jedenfalls kann bei Interpretation der vorliegenden Daten nicht davon ausgegangen werden, dass bei Kindern mit kombinierter Störung schulischer

Fertigkeiten zwei parallele Funktionsstörungen vorliegen, die jeweils die Schwächen im Lesen und Rechnen bedingen.

Die von Rourke (1989) beschriebenen neuropsychologischen Funktionsmerkmale der Nonverbal Learning Disabilities, wie sie als Defizite in der visuo-perzeptiven psychomotorischen Koordination, in komplexen taktil-perzeptuellen Fertigkeiten sowie in nonverbalen Problemlösefertigkeiten am repräsentativsten in Erscheinung treten, sind für die untersuchte Gruppe nicht kennzeichnend. Ob sich das NLD Syndrom bei Kindern mit reiner Rechenstörung bestätigt, konnte nicht untersucht werden.

Dass phonologische Defizite Betroffene mit Lesestörung sowohl in reiner Form als auch in kombinierter Form mit Rechenstörung überzufällig häufig belasten, bestätigt auch die Untersuchung von Shafrir und Siegel (1994). Ein zusätzliches Defizit in der visuoräumlichen Verarbeitung trat hingegen nur in der Gruppe der Jugendlichen und Erwachsenen mit kombinierter Störung schulischer Fertigkeiten auf. Eine interessante Beobachtung war, dass in der Gruppe mit Lesestörungen visuelle Beeinträchtigungen im Lesen nur bei Betroffenen mit niedriger Schulbildung vorlagen, was gemäß der Autoren dadurch erklärt wird, dass ein häufigeres Auseinandersetzen mit Schriftmaterial, wie es bei höherer Schulbildung der Fall ist, zu besseren visuellen Worterkennungsfertigkeiten führt, im Sinne der Sensitivität für orthographische Merkmale.

In Übereinstimmung mit der Forschung, die sich mit der Subtypisierung von umschriebenen Entwicklungsstörungen schulischer Fertigkeiten beschäftigt und häufig bestätigt, dass im Gegensatz zur reinen Rechenstörung Kinder mit kombinierter Störung schulischer Fertigkeiten gewöhnlich Defizite in der phonologischen Verarbeitung aufweisen (z.B. Geary, 1993; Rourke & Conway, 1997), sind auch die Ergebnisse aus einer Studie von Hecht et al. (2001). Die Berechnung des Zusammenhanges zwischen den schulischen Leistungen im Lesen und Rechnen ergab, dass dieselben phonologischen Verarbeitungsfertigkeiten, die nachweislich den Lernfortschritt im Lesen beeinflussen, zur Ausbildung der allgemeinen Rechenfertigkeiten beitragen (Hecht et al., 2001). Die Ergebnisse der Studie erklären nicht den Einfluss der spezifischen Form der phonologischen Verarbeitung auf die Lernbeeinträchtigungen. Jedoch nehmen die Autoren an, dass die phonologische Bewusstheit, wie sie auch eine zentrale Rolle in der Entwicklung der Lesefertigkeiten spielt, als gemeinsamer kognitiver Pfad für die Entwicklung der Lese- und Rechenfertigkeiten bei jungen Kindern (vgl. Geary, 1993, Rourke & Conway, 1997) existieren könnte. Dies impliziert einen spezifischen Einfluss der phonologischen Verarbeitung auf den mathematischen Bereich und nicht nur in Form der Assoziation mit Lesefertigkeiten (Bull & Johnston, 1997).

Die von Hecht et al. beschriebene Korrelation zwischen phonologischer Bewusstheit und Arbeitsgedächtnis wurde in der vorliegenden Studie insofern bestätigt, als nahezu die Hälfte der Kinder mit LRS zusätzlich zu einem hohen Anteil von Defiziten in der phonologischen Bewusstheit auch Schwierigkeiten in der auditiven Merkfähigkeit (Pseudowörter Nachsprechen) zeigten. Darüber hinaus werden die gemeinsamen Anforderungen der beiden

Aufgaben zur phonologischen Bewusstheit und mathematischer Rechenleistungen Gedächtnisressourcen zur exekutiven zentralen Kontrolle zugeschrieben. Einen Hinweis darauf könnte sich aufgrund der in der vorliegenden Untersuchung ermittelten Leistungsdaten im Untertest *Design Fluency* ergeben, wo die Hälfte der Kinder mit einer kombinierten Störung schulischer Fertigkeiten unterdurchschnittliche Leistungen erbrachte - und dies häufiger als die Kinder mit Lese- und Rechtschreibstörung. *Design Fluency* ist ein Maß der exekutiven Funktionen und niedrige Werte könnten auf eine schwache Ideengenerierung unter Berücksichtigung der Aufgabenerfordernisse interpretiert werden. Die Anforderung, Teilergebnisse im Gedächtnis zu halten, während spezifische Informationen wie Phoneme oder Zahlwörter im phonologischen Gedächtnis gespeichert werden, zeigt Entsprechungen in Bezug auf die exekutiven Funktionsleistungen.

Gibt es unterschiedliche Subtypen von Dyslektikern? Abschließend wird hinsichtlich der in der Literatur formulierten Hypothesen zur Subtypendifferenzierung der Lese- und Rechtschreibstörung der Typus mit verbal-linguistischen Funktionsdefiziten als häufigste kognitive Beeinträchtigung bestätigt. Diese umfasst primär phonologische Verarbeitungsdefizite und auditiv-verbale Aufmerksamkeitsleistungen und wird den Untersuchungsbereichen *Aufmerksamkeit/ Exekutive Funktionen, Sprache und Lernen/ Gedächtnis* zugeordnet. Das dyslektische Erscheinungsbild eines visuell-perzeptiven Typus tritt nur sehr spezifisch in Form visueller Aufmerksamkeitsdefizite und in der Beurteilung von Linienausrichtungen auf. Es gab nur ein Kind mit Lese- und Rechtschreibstörung, das ausschließlich im Bereich visuoräumliche Verarbeitung Leistungsdefizite zeigte, und dies auch nicht von umfassender Natur, sondern nur in einem Untertest (*Arrows*).

Eine untergliederte Betrachtung der Lese- und Rechtschreibfertigkeiten (s. Anhang A. 3. Tab. 2.1./ A. 4. Tab. 2.2.) gibt Hinweise, dass das Lesen und Rechtschreiben in der Gruppe der Kinder mit Lese- und Rechtschreibstörung schwächer als in der Kontrollgruppe korreliert ist. Dies legt nahe, dass die Funktionsstörungen im Lesen und Rechtschreiben in der untersuchten Stichprobe erwartungsgemäß nicht notwendigerweise gekoppelt auftreten (vgl. diagnostische Definition F81.0 bzw. F81.1). Dass jedoch auch neuropsychologische Funktionen spezifisch mit den Leistungen im Lesen und Rechtschreiben korrelierten, macht in zukünftigen Forschungsarbeiten eine differenzierte Gruppenanalyse der Kinder mit Lesestörungen (und Rechtschreibstörung) sowie mit isolierter Rechtschreibstörung notwendig. Die Ergebnisse der neuropsychologischen Funktionsprofile bei Kindern mit Lese- und Rechtschreibstörung (s. Anhang A. 4. Tab. 2.2.) zeigten signifikante Korrelationen zwischen den Lesefertigkeiten und dem schnellen Benennen bekannter Objekte (*Speeded Naming*) sowie dem Instruktionsverständnis (*Comprehension of Instructions*). Dagegen korrelierte das Rechtschreiben statistisch signifikant mit den Aufgaben zur Erfassung der auditiven Aufmerksamkeit (*Auditory Attention*), Nachsprechen von Kunstwörtern und oralmotorische Sequenzen.

Gibt es unterschiedliche Subtypen von Dyskalkulikern? Bei Kindern mit Rechenstörung, kombiniert mit Lese- und Rechtschreibstörung, ergab eine Klassifikation der Leistungsdefizite, dass sich die Zahlenverarbei-

tung in allen untersuchten Bereichen (ZAREKI) signifikant von der Kontrollgruppe unterscheidet. Diese betreffen folgende Bereiche und Untertests: *Kulturvermitteltes Zahlenwissen* (Zahlenschreiben, Zahlenlesen, Zahlenvergleich in Worten, Textaufgaben), *Rechnen* (rückwärts Zählen, Kopfrechnen) und *Visuell-analoge Zahlenrepräsentanz* (Anordnen auf einem Zahlenstrahl). Nicht nur grenzwertige, sondern schwache Leistungen wurden jedoch ausschließlich im Faktor *Rechnen* erzielt, in dem die Aufgaben sprachlich gestellt und mündlich beantwortet werden mussten. Rückwärtszählen und Kopfrechnen gehören laut Testautor (von Aster, 2001) im Hinblick auf die Entwicklung und Anwendung arithmetischer Strategien zusammen. Sie bilden die Übergänge zwischen Zähl- und Abrufstrategien.

Liegen also in der Gruppe der Kinder mit kombinierter Störung schulischer Fertigkeiten die Konzepte Zahlensemantik (operationale Dyskalkulie: Visualisieren von Zahlen- und Mengenrelationen, mentale Schemata einfacher Rechenprozeduren) sowie der Symbolisierungscharakter von Zahlen (Erwerb des arabischen Stellenwertsystems und seiner syntaktischen Regeln sowie der hierauf aufbauenden Rechenprozeduren, Kodierung) grenzwertig entwickelt vor, so zeigen sie starke Beeinträchtigungen in der sprachlichen Zahlenverarbeitung. Diese entspricht dem Erscheinungsbild einer verballexikalischen Dyskalkulie und umfasst vorwiegend Schwächen in der Zahlwortsequenz, Zählfertigkeit, Faktenwissen sowie im Lesen und Schreiben von Ziffern.

Aus neuropsychologischer Sichtweise liegen bei Kindern mit kombinierter Störung schulischer Fertigkeiten Schwächen in der linguistischen Einbettung vor, die für den Umgang mit Zahlen und Algorithmen notwendig sind. Gemäß Dehaene (1992) ist in dieser Gruppe die Funktionseinheit der auditiv-sprachlichen Zahlenrepräsentation betroffen. Diese Art der Informationsverarbeitungsstörung könnte dann wiederum erschweren, mit Zahlen und Algorithmen innerhalb des arabischen Notationssystems (Modul der visuell-arabischen Repräsentation) und in ihrer Semantik (Modul der analogen Repräsentation der Mächtigkeit von Mengen) umzugehen. Bei Kindern mit spezifischer Dyskalkulie ist zu erwarten, dass funktionale Defizite primär im Bereich der analogen Mengenrepräsentation von Zahlen vorliegen, die den Erwerb fundamentaler, nonverbaler Aspekte des numerischen und arithmetischen Wissens beeinträchtigen.

VALIDIERUNG DES VERWENDETEN NEUROPSYCHOLOGISCHEN UNTERSUCHUNGSVERFAHRENS

In der vorliegenden Studie wurde ein umfassendes neuropsychologisches Screeningverfahren in Anlehnung an die Konzeption der NEPSY vollständig angewendet. Hinsichtlich der in der einschlägigen Literatur diskutierten kognitiven und sensomotorischen Funktionsdefiziten bei umschriebenen Lernstörungen sowie der erhaltenen neuropsychologischen Funktionsprofile der beiden untersuchten klinischen Gruppen sollte der prädiktive Wert des Untersuchungsverfahrens diskutiert werden. Dieser hängt u.a. von der Sensitivität und Spezifität der in das Untersuchungsverfahren aufgenommenen neuropsychologischen Funktionen ab. An dieser Stelle

neuropsychologischen Funktionen ab. An dieser Stelle sollen messtheoretische Probleme einzelner Untertests aufgezeigt und ihr möglicher Einfluss auf die ermittelten Ergebnisse dargestellt werden.

Testtheoretische Einschränkungen des neuropsychologischen Untersuchungsverfahrens. Im Untertest *Tower* wurde Kritik an der Konstruktvalidität geäußert. Die klinischen Erfahrungen von pädiatrischen und Entwicklungsneuropsychologen zeigen, dass Kinder mit diagnostizierter exekutiver Funktionsstörung in diesen Aufgaben durchschnittliche Leistungen erbrachten, so dass seine Sensitivität fragwürdig erscheint. Gründe dafür liegen z.B. in der Speedkomponente der Aufgabe, die im Unterschied zu anderen *Tower*-Versionen nicht unumstritten ist, da sie mit der Anforderung eines reflektierten Arbeitsverhaltens als Teil des Planungsprozesses inkonsistent ist und das Risiko birgt, exekutive Funktionen mit motorischen Fertigkeiten zu konfundieren. Im Unterschied zu einer Aufgabendurchführung, die mehrere Trials pro Items zulässt, verfehlt die Aufgabe die bedeutende exekutive Komponente der Planungseffizienz. Aufgrund mehrerer Itemfolgen, bei denen dieselben Aufgabenzüge zur korrekten Lösung gemacht werden müssen, erscheint es fraglich, ob tatsächlich die Maße Planungs- und Problemlösefähigkeit sowie mentale Flexibilität als Bestandteile der zentralen exekutiven Funktionen erhoben werden. Eine empirische Überprüfung von Bishop et al. (2001) ergab, dass bei Toweraufgaben andere Faktoren als die regionale Hirnreifung einen bedeutsamen Einfluss auf die Performanz in den Aufgaben zur Erfassung exekutiver Funktionen ausüben. Die in der vorliegenden Studie resultierten besseren Leistungen der Kinder mit Lese- und Rechtschreibstörung und vergleichbaren Leistungen der Kinder mit kombinierter Störung schulischer Fertigkeiten im Vergleich zu ihren Kontrollgruppen sollten daher unter Vorbehalt interpretiert werden.

Die Kritik am Untertest *Auditory Attention* als ein auditiver „Continuous Performance“- Test ist ebenfalls inhaltlicher Art. So wird die Vigilanzleistung beider Aufgabenteile nicht als vordergründige Aufgabenanforderung gesehen, sondern vielmehr Leistungen der geteilten, visuo-auditiven Aufmerksamkeit (Auswahl der Plättchen während die Wortlisten gehört werden) sowie sprachliche Anforderungen wie verbale Arbeitsgedächtnisprozesse und schnelles Benennen. In der Gruppe der Kinder mit Lese- und Rechtschreibstörung findet sich Evidenz für letztgenannte Schwerpunkte, die neben den Auffälligkeiten im Untertest *Auditory Attention* im Nachsprechen von Pseudowörtern und in der Aufgabe *Speeded Naming* Defizite aufwiesen. Reduzierte geteilte Aufmerksamkeitsleistungen auf zwei Sinnesmodalitäten lassen sich in den Zusammenhang bringen mit Auffälligkeiten im visuell-verbale Assoziationslernen.

Der hochsensitive Test zur Erfassung der phonologischen Bewusstheit (Marx & Schneider, 2000) zeigte in der untersuchten Kontrollgruppe (LRS) eine tendenziell erniedrigte Schwierigkeit der einzelnen Testaufgaben. Dennoch liegt im Vergleich zur Gruppe der Kinder mit Lese- und Rechtschreibstörung ein Unterschied von knapp 1.5 Standardabweichungen und im Vergleich zur Gruppe mit kombinierter Störung schulischer Fertigkeiten sogar von zwei Standardabweichungen vor. Es wurden die relativen Leistungsausprägungen interpretiert, da das Testverfahren zum Untersuchungszeitpunkt

der vorliegenden Studie als erste Überprüfung vorläufig war (N=159 Grundschüler) und noch keine Normierung vorlag.⁶

Der multiple choice-Test *Arrows* ermöglicht mit acht Antwortalternativen und zwei richtigen Lösungen bei Kindern unter sieben Jahren die Wahrscheinlichkeit einer noch durchschnittlichen Leistung auf der Grundlage einer rein zufälligen Beantwortung. Im Altersbereich der vorliegenden Untersuchungsgruppen ist die Möglichkeit einer altersgerechten Bewertung trotz mangelnder Fertigkeiten in der Beurteilung von Linienausrichtungen nicht mehr gegeben. Trotzdem sollten Antwortmuster, z.B. in Form von Perseverationen in der Auswahl von numerischen Zahlenpaaren oder Impulsivität berücksichtigt werden. Die hier ermittelten Befunde ergeben, dass die in den beiden klinischen Gruppen signifikant niedrigeren visuo-räumlichen Fertigkeiten als in den Kontrollgruppen folglich als solche zu bewerten sind.

Spezifischer Einfluss des Sprachraumes auf die Entwicklung von Lesestörungen. Als weiterer Faktor, der die prädiktive Validität des eingesetzten neuropsychologischen Untersuchungsverfahrens in der deutschsprachigen Stichprobe determiniert, ist der spezifische Einfluss des Sprachraumes auf das Erscheinungsbild der Dyslexie. Die orthographische Konsistenz eines Sprachsystems wird zwar als wichtiger Faktor in der Symptomatik der Dyslexie diskutiert, es wird dennoch erwartet, dass sich in unterschiedlichen Sprachsystemen zugrunde liegende neurokognitive Defizite nicht unterscheiden (Landerl et al., 1997; Paulesu et al., 2001). Vor diesem Hintergrund sollte die von den Autoren der NEPSY (Korkman et al., 1998) vorläufig bewertete hohe Sensitivität des Untersuchungsverfahrens bezüglich der neuropsychologischen Dysfunktionen in der Gruppe der Dyslektiker weitestgehend auf die Gruppe der in der vorliegenden Studie untersuchten dyslektischen Kinder im deutschsprachigen Raum übertragbar sein.

Korkman et al. (1998) schlussfolgern, dass die zusammengefassten Leistungswerte der Funktionsbereiche von differentieller Sensitivität bezüglich der kognitiven Probleme sind, wie sie auf der Grundlage von klinischen Studien erwartet werden. Die Möglichkeit, Stärken und Schwächen von individuellen Kindern mit klinischen Störungen zu identifizieren, belegt den klinischen Nutzen der Anwendung von Profilanalysen. Es können Defizite identifiziert werden, die mit spezifischen klinischen Gruppen in Forschungsarbeiten assoziiert sind.

So belegen Validierungsstudien von Korkman et al. (1998) eine hohe Sensitivität des neuropsychologischen Untersuchungsverfahrens bezüglich der Art und des Ausmaßes der neurokognitiven Beeinträchtigungen bei Kindern mit umschriebener Lernstörung im schriftsprachlichen Bereich. Diese sind mit dem charakteristischen Bild der Störung konsistent: Die Schwächen der dyslektischen Kinder spiegeln sich in beiden Sprachsystemen erwar-

⁶ Das Verfahren ist neu erschienen als „Basiskompetenzen für Leserechtschreibleistungen, BAKO 1-4“. Ein Test zur Erfassung der phonologischen Bewusstheit vom ersten bis vierten Grundschulalter. Von C. Stock, P. Marx und W. Schneider. Hrsg. Von M. Hasselhorn, H. Marx und W. Schneider, Beltz, Göttingen, 2003.

tungsgemäß im Funktionsbereich Sprache (*Phonological Processing, Speeded Naming*) wider. Die Rate der Kinder mit beeinträchtigten Leistungen in der phonologischen Bewusstheit wird im Individualvergleich sowohl im englischsprachigen als auch im deutschsprachigen Raum auf einen übereinstimmenden Wert von zwei Dritteln geschätzt. Solche phonologischen Fertigkeiten wurden als wichtige, stabile Prädiktoren von Fertigkeiten im Lesen identifiziert (Torgesen et al., 1994). Des Weiteren belegen kognitive Schwächen in den Untertests des Funktionsbereiches *Gedächtnis/ Lernen (Memory for Names, Narrative Memory)* sowie im Untertest *Auditory Attention* sensitive Maße zur Differentialdiagnostik der sprachsystemübergreifenden Lese- und Rechtschreibstörung.

Fehlende Übereinstimmung in den Leistungsvergleichen beider Sprachsysteme sind vor dem Hintergrund, dass die Untertests durch die deutsche Adaptation nicht vollstens identisch sind, beide Populationen zu gewissen Anteilen als heterogen zu bewerten sind und die Wahrscheinlichkeit für die Sicherheit einer klinischen Diagnose nur begrenzt gegeben ist, nicht sehr überraschend. So ergaben sich über die genannten gemeinsam auftretenden Defizite hinaus für die deutsche Stichprobe signifikant niedrigere Leistungswerte in den Untertests *Visual Attention, Design Fluency, Comprehension of Instructions, Kunstwörter, Verbal Fluency* sowie *Arrows*. Dagegen erbrachten die dyslektischen Kinder im englischen Sprachraum zusätzlich schwächere Leistungen in *Statue, Oromotor Sequences, Manual Motor Sequences, Design Copying, Route Finding* sowie *Sentence Repetition*.

Die Annahme, dass in den deutschen und englischen Sprachsystemen bei Dyslektikern dieselben zugrunde liegenden phonologischen Verarbeitungsdefizite existent sind (s. Wimmer & Goswami, 1994), konnte in der vorliegenden Studie bestätigt werden. Gleichzeitig entsprach die Art der schriftsprachlichen Beeinträchtigungen der hier untersuchten Kinder mit LRS des von anderen Autoren (Landerl et al., 1997; Wimmer & Goswami, 1994; Wimmer, 1993) beschriebenen spezifischen Erscheinungsbildes der Lese- und Rechtschreibfehler bei deutschsprachigen Dyslektikern.

Spezifische Symptomatik der Dyslexie bei deutschsprachigen Kindern. Eine genauere Analyse der einzelnen Untertests des eingesetzten Lesetests (SLT) und des Rechtschreibtests (SRT) bestätigt die sich hieraus ergebende Implikation einer reduzierten Lesegeschwindigkeit bei Pseudowörtern in der Gruppen der dyslektischen Kindern (T-Test für unabhängige Stichproben, RD-NC: *wortunähnliche Pseudowörter*: $t_{(56)} = -5.048$; $p < .001$; *wortähnliche Pseudowörter*: $t_{(56)} = -4.782$; $p < .001$). Die ermittelten schlechteren Leistungen im Lesen von häufigen Wörtern sowie im orthographischen Rechtschreiben (T-Test für unabhängige Stichproben, RD-NC: *häufige Wörter*: $t_{(56)} = -4.924$; $p < .001$; *orthographische Fehler*: $t_{(56)} = -10.729$; $p < .001$) können jedoch nicht notwendigerweise mit einer defizitären phonologischen Verarbeitung begründet werden. Gemäß den Autoren Ehri (1992) oder Perfetti (1992) ist jedoch ein gutes orthographisches Lexikon durch multiple Verbindungen zwischen orthographischen und phonologischen Wortrepräsentationen bedingt. Dadurch könnte ein phonologisches Defizit auch in einer konsistenten Orthographie nicht vollständig kompensiert werden (Landerl

et al., 1997). Gemäß Landerl (2001) behindert ein Defizit in der phonologischen Verarbeitung die Automatisierung des Prozesses des phonologischen Dekodierens und beansprucht dadurch erheblich mehr Zeit zum Aufbau orthographischer Repräsentationen.

Weitere in beiden Sprachsystemen übereinstimmende Befunde hochsignifikant schlechterer Leistungen der dyslektischen Kinder liegen sowohl in der Aufgabe zur Erfassung des intermodalen Assoziationslernens als auch im schnellen Benennen bekannter Objekte vor. Beide Verarbeitungsprozesse implizieren das Lernen bzw. den Abruf von Verknüpfungen phonologischer Wortrepräsentationen mit visuellen Symbolen. Die Hypothese des doppelten Defizits (Wolf & Bowers, 1999) beschreibt einerseits eine Interaktion zwischen phonologischer Bewusstheit und Lesefertigkeit. Diese wird von Landerl et al. (Landerl, 2001; Landerl et al., 1997) spezifischer in Bezug auf die Lesegenauigkeit, insbesondere wie sie stärker bei englischsprachigen dyslektischen Kindern zutage tritt, beobachtet. Andererseits werden unabhängig davon Zusammenhänge zwischen den Maßen Lesegeschwindigkeit und dem schnellen, automatisierten Benennen beschrieben, wie es Landerl und Kollegen vorwiegend bei dyslektischen Kindern im deutschen Sprachraum beobachteten (Wimmer, 1993).

Derartige Interaktionen konnten aus den vorliegenden Daten abgeleitet werden und dies jedoch entgegen der o.g. Beobachtungen im Sprachvergleich bezogen auf die deutschsprachige Stichprobe. So korrelierte in der Gruppe der Kinder mit Lese- und Rechtschreibstörung die phonologische Bewusstheit ausschließlich signifikant mit der Anzahl der Lesefehler (*zusammengesetzte Wörter*: $r = -.521$, $p < .01$; *wortunähnliche Pseudowörter*: $r = -.536$, $p < .01$). Diese wurden im Vergleich zur Kontrollgruppe zwar ebenfalls häufiger produziert (T-Test für unabhängige Stichproben, RD-NC: *häufige Wörter*: $t_{(56)} = -5.204$; $p < .001$; *wortunähnliche Pseudowörter*: $t_{(56)} = -4.179$; $p < .001$; *wortähnliche Pseudowörter*: $t_{(56)} = -4.816$; $p < .001$), überschritten jedoch nicht den kritischen Wert ($PR < 10$). Während die Leistungen im schnellen Benennen zwar noch bedeutsam mit den Fehlern im Textlesen ($r = -.444$, $p < .05$) zusammen hingen, korrelierten sie jedoch insgesamt stärker mit der Lesegeschwindigkeit (*zusammengesetzte Wörter*: $r = -.408$, $p < .05$; *Text*: $r = -.417$, $p < .05$; *wortunähnliche und wortähnliche Pseudowörter*: $r = -.459$, $p < .05$ und $r = -.516$, $p < .01$).

Obwohl die Lesegenauigkeit aufgrund niedriger Reliabilitätskoeffizienten (SLT, Landerl et al., 1997) nicht direkt in die Beurteilung der Lesefertigkeiten mit eingingen, waren in der Gruppe der untersuchten Kinder mit Lese- und Rechtschreibstörung neben den o.g. Maßen der phonologischen Verarbeitung sowohl das Nachsprechen von Kunstwörtern (*häufige Wörter*: $r = -.527$, $p < .01$; *zusammengesetzte Wörter*: $r = -.524$, $p < .01$; *Text*: $r = -.511$, $p < .05$; *wortunähnliche und wortähnliche Pseudowörter*: $r = -.628$, $p < .001$ und $r = -.566$, $p = .001$) als auch von Sätzen (*zusammengesetzte Wörter*: $r = -.426$, $p < .05$; *Text*: $r = -.558$, $p < .01$; *wortunähnliche und wortähnliche Pseudowörter*: $r = -.425$, $p < .05$ und $r = -.428$, $p < .05$) signifikant mit den Lesefehlern korreliert. Beide Maße erfordern Fertigkeiten des phonologischen Rekodierens im Kurzzeitgedächtnis. Die Untersuchungsergebnisse der NEPSY ergeben im Nachsprechen von Sätzen signifikant niedrigere

Leistungen in der englischsprachigen dyslektischen Stichprobe. Dass sich dieses Defizit in der deutschsprachigen Stichprobe nicht replizieren ließ, könnte auch durch mangelnde Testgütekriterien der übersetzten Version in der vorliegenden Stichprobe bedingt sein. In diesem Kontext sollte eine mögliche Konfundierung der Maße der phonologischen Bewusstheit mit dem Arbeitsgedächtnis berücksichtigt werden. So könnte die Fertigkeiten der expliziten phonematischen Bewusstheit durch unzureichende Gedächtnisfunktionen während des Prozesses der Phonemmanipulationen beeinträchtigt sein (Landerl & Wimmer, 2000).

Eine detaillierte Überprüfung der Rechtschreibfertigkeiten ergab, dass in Entsprechung mit den Fehlerschwerpunkten im Lesen bei den dyslektischen Kindern in der vorliegenden Studie ausschließlich Defizite in der orthographischen Schreibung vorlagen. War das lautorientierte Schreiben zwar zusätzlich signifikant niedriger als in der Kontrollgruppe (RD-NC: $t_{(56)} = -3.830$; $p < .001$), so erreichte es nicht den kritischen Wert ($PR < 10$). Dennoch bestand ein signifikanter Zusammenhang zwischen den Maßen *lautorientiertes Schreiben* und *Nachsprechen von Kunstwörtern* ($r = -.606$, $p < .001$) sowie *oralmotorische Sequenz* ($r = -.491$, $p < .01$). Absolut betrachtet kann der Befund von Landerl (2001) bestätigt werden, dass phonologisch korrekte Schreibungen, die eine Segmentierung der Lautsequenz des diktierten Wortes in die einzelnen Phoneme sowie ihre Übersetzung in adäquate Grapheme erfordern, in der dritten und vierten Klassenstufe auch von Kindern mit Lese- und Rechtschreibstörung beherrscht werden. Gemäß Landerl (2001) stellt das Defizit in der Anwendung orthographischer Strategien das typischste Charakteristikum von deutschsprachigen Dyslektikern dar. Sie führt die Schlussfolgerung an, dass lautorientiertes Schreiben keine hinreichende Bedingung für orthographische Fertigkeiten darstellen, was sich durch eine geringere Konsistenz der deutschen Orthographie in Richtung von Phonemen zu Graphemen als von Graphemen zu Phonemen bedingt.

Da das vorliegende Untersuchungsdesign keine weitere Matching der Gruppe der Kinder mit Lese- und Rechtschreibstörung in Bezug auf die spezifischen Schwächen im Lesen sowie in der Kombination mit/ ohne Rechtschreibstörung vorsah, sind die o.g. korrelativen Befunde relativierend zu bewerten. Es wurden z.B. nur einzelne Bereiche aus dem Lesetests herausgegriffen, die die synthetische Lesestrategie bzw. die direkte Worterkennung am besten operationalisieren. Die Frage, ob sich die differentiellen Schwächen im Lesen und Rechtschreiben spezifischen Funktionsstörungen wie der phonologischen Bewusstheit bzw. der Benennungsrate (Zugang zum Lexikon im Langzeitgedächtnis, Abruf von Benennung für visuelle Symbole) zuordnen lassen, sollte in zukünftiger Forschung experimentell überprüft werden.

Zusammenfassend steht der Vergleich der Daten aus den Stichproben der deutsch- und englischsprachigen Dyslektikern im Einklang mit den von Landerl, Wimmer und Kollegen (Landerl et al., 1997; Wimmer, 1993) ermittelten Ergebnissen der Fehlerschwerpunkte deutscher Dyslektiker, die auch in der vorliegenden Studie ausschließlich in Form einer reduzierten Lesegeschwindigkeit auftraten. Insgesamt liefern die Ergebnisse übereinstimmend für beide Sprachsysteme auch eine Bestätigung für die Hypothese eines

Kerndefizits der phonologischen Verarbeitung, die die Prozesse der phonologischen Bewusstheit, des phonologischen Rekodieren aus dem Kurzzeitgedächtnis sowie des schnellen Abrufs phonologischer Repräsentationen aus dem Langzeitgedächtnis (schnelles automatisiertes Benennen) umfassen.

Abschließende Bewertung der Validität des verwendeten neuropsychologischen Untersuchungsverfahrens. Kann jetzt nun die prädiktive Genauigkeit einer Diagnose umschriebener Entwicklungsstörungen schulischer Fertigkeiten mit dem Einschluss der Maße neuropsychologischer Funktionen im Vergleich zum Gebrauch standardisierter diagnostischer akademischer Maße verbessert werden? Die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung zeigen, dass die Anwendung eines neuropsychologischen Untersuchungsverfahrens 89.7% der Kinder mit Lese- und Rechtschreibstörung und Kontrollkinder sowie 90% der Kinder mit kombinierter Störung schulischer Fertigkeiten und Kontrollkinder korrekt klassifizierte, was den klinischen Nutzen des Verfahrens belegt. Insbesondere die Verwendung der Funktionsbereiche *Sprache*, *Aufmerksamkeit* sowie *Gedächtnis/ Lernen* bzw. zusätzlich die Bereiche *Sensomotorik* und *Visuoräumliche Verarbeitung* sind für die Differentialdiagnose von Kindern mit Lese- und Rechtschreibstörung bzw. kombinierter Störung schulischer Fertigkeiten von spezifischem Wert. Folglich sollte bei Verdacht auf umschriebene Entwicklungsstörungen schulischer Fertigkeiten auf die Durchführung eines formalen, umfassenden neuropsychologischen Untersuchungsverfahrens nicht verzichtet werden. Wie die Ergebnisse der vorliegenden Studie zeigen, bestätigt sich in Bezug auf Rechenstörungen im Vergleich zu Lese- und Rechtschreibstörungen dieser Verdacht diagnostisch als weniger zuverlässig. Es ist davon auszugehen, dass sich die Klassifizierung von Kindern mit UES bzw. die Reliabilität der Diskrimination zwischen Kindern mit spezifischen Typen von entwicklungsbedingten Lernstörungen verbessert.

Die schlussfolgernde Bewertung des eingesetzten neuropsychologischen Untersuchungsverfahrens ergibt, dass in Anbetracht der umfangreichen begleitenden Symptomatik der umschriebenen Entwicklungsstörungen schulischer Fertigkeiten eine umfassende und systematische Form der Datenerhebung im Vergleich zu einer normativen Gruppe ermöglicht wird. Zumindest kann die Aussagekraft für die untersuchte Altersgruppe der 3. und 4. Klässler als ausreichend bewertet werden. Einschränkend muss jedoch angeführt werden, dass die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung in Bezug auf die Bewertung des amerikanischen Untersuchungsverfahrens im deutschen Sprachraum nur strukturierenden und experimentellen Charakter hat. Sie sind nicht auf die Normierungsdaten der amerikanischen Stichprobe übertragbar.

Es sollte nicht der Eindruck entstehen, dass die neuropsychologische Testbatterie alle relevanten komplexen Verarbeitungsprozesse erfasst. So sind in der Differentialdiagnostik die Erfassung basalerer Funktionen wie z.B. dichotisches Hören und spezifischere Aufmerksamkeitskomponenten wie selektive Aufmerksamkeit, geteilte Aufmerksamkeit, Daueraufmerksamkeit, Aktiviertheit („Alertness“) (Zimmermann & Fimm, 1993) unverzichtbar. Vor dem Hintergrund, dass es noch keine hinreichende theoretische Fundierung

der relevanten Funktionsbereiche in den spezifischen Entwicklungsphasen gibt, kann die prognostische Validität einzelner Entwicklungsbereiche meist nur auf der Grundlage klinischer Erfahrung gegeben werden. Der Entwicklungsstand sollte somit vorsichtig bewertet und nicht mehr als die deskriptive Erfassung intakter und gestörter Funktionen vorgenommen werden. Die Interpretation sollte berücksichtigen, dass die Reifungsprozesse zwischen dem fünften und siebten Lebensjahr von anderer Qualität sind als zwischen zehn und elf Jahren. Aus diesem Grund wurde in der vorliegenden Studie der Altersbereich über acht Jahre gelegt, um eine bessere Vergleichbarkeit der umschriebenen Altersgruppe zu ermöglichen.

Sicherlich erbringt eine noch spezifischere Kombination von Aufgaben zur Erfassung weiterer höherer Funktionen, wie sie sich in der Literatur diskutiert finden, einen zusätzlichen Gewinn der prädiktiven Validität der Diagnose umschriebener Lernstörungen. So sollte z.B. in zukünftigen Forschungsarbeiten die Erfassung der Gedächtnisspanne, der seriellen Verarbeitung unterschiedlicher Modalitäten oder der visuoräumlichen/ visuo-konstruktiven Gedächtnisaufgaben bezüglich einer differentialdiagnostischen Aufwertung überprüft werden. Darüber hinaus könnte dadurch der klinische Nutzen hinsichtlich spezifischerer Empfehlungen für Prävention und Intervention erhöht werden.

SCHLUSSFOLGERUNGEN UND AUSBLICK

Der Stand der Forschung bezüglich kognitiver, neuropsychologischer und genetischer Korrelate von Fertigkeiten im Lesen, Rechtschreiben und Rechnen führt zu der Annahme, dass reale Defizite vorliegen, die die Lern- und Leistungsfähigkeit in diesen schulischen Bereichen beeinflussen. Eine praktische Implikation ist die Anwendung von Testverfahren zur Erfassung der differentiellen Ätiologie, um ein reliableres und valideres Klassifikationssystem für Lernstörungen zu entwickeln. Diese sollten die Überprüfung weiterer kognitiver Faktoren und emotionaler und Verhaltensauffälligkeiten umfassen, die häufig gemeinsam mit den umschriebenen Entwicklungsstörungen schulischer Fertigkeiten auftreten. Darüber hinaus macht es die gemeinsame Prävalenz der Dyslexie mit Dyskalkulie erforderlich, eine Diagnostik beider Arten von UES auch bei Verdacht auf nur eine umschriebene Lernstörung vorzunehmen. In Bezug auf die in der einschlägigen Literatur dargestellten Subtypen von Entwicklungsdyslexie bzw. Entwicklungsdyskalkulie bedeutet es weiterhin, dass sich die Diagnostik der umschriebenen Entwicklungsstörungen schulischer Fertigkeiten nicht ausschließlich auf die Phänomenologie einer Typologie konzentrieren darf, sondern zugrunde liegende Grundstörungen erfassen sollte.

Zur Erhöhung der Validität der Ergebnisse der vorliegenden Studie orientierte sich die Festlegung der klinischen Gruppen an einer stringenten Definition von umschriebenen Entwicklungsstörungen schulischer Fertigkeiten mit den Einschlusskriterien eines mindestens durchschnittlichen Intelligenzwertes ($IQ \geq 85$), schwachen Leistungen in den schulischen Leistungen ($PR \leq 10$ bzw. 16) sowie der signifikanten Diskrepanz zwischen dem allge-

meinen Begabungsniveau und schulischen Leistungen ($SD \geq 1.5$). Ausgeschlossen wurden Probanden mit primären psychiatrischen Diagnosen und einer anderen Muttersprache als Deutsch. Die Verwendung dieser diagnostischen Kriterien soll nicht implizieren, dass Kinder mit schulischen Leistungsdefiziten im Rahmen einer unterdurchschnittlichen intellektuellen Begabung, psychiatrischen Erkrankung oder einer anderen Muttersprache als die deutsche keine besondere Therapiebedürftigkeit aufweisen. Es sollte vielmehr ausgeschlossen werden, dass begleitende kognitive und sensomotorische Funktionsdefizite als Ursache der genannten Bedingungen in Erscheinung treten.

Die Befunde der vorliegenden Studie zeigten überzufällige und im Sinne der Effektgröße hoch ausgeprägte Zusammenhänge mit den Variablen Lesen, Rechtschreiben und Rechnen. Das eingesetzte neuropsychologische Untersuchungsverfahren erfasste im Wesentlichen verbal-linguistische Funktionsdefizite, die neben gemeinsamen Anteilen mit verwandten Konzepten wie der auditiven Aufmerksamkeit oder des verbalen Gedächtnisses auch eigenständige kognitive Prozesse hinsichtlich der sprachlichen Informationsverarbeitung abbilden.

In Anbetracht der in der Studie untersuchten Kinder mit diagnostizierter Dyskalkulie weist die Funktionsstörung im Rechnen enge Übereinstimmungen mit den Funktionsstörungen im Lesen und Rechtschreiben auf, was auf gemeinsame verbal-linguistische Anforderungen hindeutet. Ob der von den Kulturtechniken weniger geprägte Typus mit Defiziten in der analogen Repräsentation von Mengen und Größen tatsächlich seltener vorkommt, wie es das Ergebnis der Studie nahe legt, muss in zukünftigen Forschungsarbeiten aufgegriffen werden. Darin sollten Erklärungsmöglichkeiten wie z.B. der Einfluss diagnostischer Kriterien oder eines Stichprobeneffektes überprüft werden. Erstgenannter Grund bezieht sich auf die nicht auszuschließende Korrelation mit Intelligenzwerten. Der Effekt der Stichprobenauswahl betrifft die klinische Erfahrung der Komorbidität mit psychiatrischen Auffälligkeiten und/ oder umfassenden Entwicklungsstörungen, so dass das Vorkommen dieser Form der Dyskalkulie in einer klinischen Inanspruchnahmepopulation höher ist. Erhärten sich die Befunde einer geringeren Prävalenzrate des Typus der reinen Rechenstörung, so könnte dies ein Indiz für eine in Ätiologie und Symptomatik spezifische, d.h. der Lese- und Rechtschreibstörung unähnlichen Form einer umschriebenen Entwicklungsstörung schulischer Fertigkeiten darstellen. Hinweise darauf ergeben sich aus der Forschung mit Neugeborenen sowie tierexperimentellen Studien, die auf angeborene universale Mengenrepräsentationen hindeuten.

Die Forschungsbefunde sollten vorrangig die Wirkmechanismen der umschriebenen Entwicklungsstörungen schulischer Fertigkeiten analysieren und Risikofaktoren für die Entwicklung von UES im Schulalter bestimmen. Die ermittelten neuropsychologischen Funktionsdefizite, bewertet auf der Grundlage der Erwerbsprozesse im Lesen, Rechtschreiben und Rechnen, beinhalten somit nicht nur Implikationen hinsichtlich der Förderkonzeption von umschriebenen Entwicklungsstörungen schulischer Fertigkeiten, sondern auch hinsichtlich präventiver Maßnahmen bei Risikokindern. Die differenziertere Sichtweise und ein besseres Verständnis von UES erlaubt es

gleichzeitig, Förderschwerpunkte abzuleiten und Förderpläne zu erarbeiten (Sarimski 1990).

Es ist zwar nahe liegend, bei Lese- und Rechtschreibstörung mit/ ohne Rechenstörung parallel zu funktionellen Übungsbehandlungen der schulischen Fertigkeiten Interventionen für die assoziierten bzw. zugrunde liegenden neuropsychologischen Probleme der betroffenen Kinder zu verabreichen. Es gibt jedoch bislang wenige Publikationen über die spezifische Effektivität von Behandlungsmodellen im Bereich der klinischen Neuropsychologie des Kindes- und Jugendalters (s. Melchers & Lehmkuhl, 2000). So sind auch keine Fortschritte in den schulischen Fertigkeiten bei isolierter Förderung von den im Rahmen einer neuropsychologischen Untersuchung ermittelten Funktionsdefiziten zu erwarten. Insbesondere in basalen Funktionsbereichen wie Kanalkapazität, Ultrakurzspeicher, Aktivierungsniveau, Geschwindigkeit zentraler Informationsverarbeitung, Fähigkeit zur simultanen Aufmerksamkeitsleistung scheinen nach heutigem neuropsychologischen Kenntnisstand den pädagogisch-therapeutischen Einflussmöglichkeiten Grenzen gesteckt zu sein (s. auch Graichen, 1983). Von der Befürwortung ausschließlich allgemeiner Funktionsübungen wird zunehmend Abstand genommen (Gasteiger-Klicpera & Klicpera, 1989; Valtin, 2000; von Aster, 2003). Eine Ausnahme bildet der Ansatz von Tallal und Merzenich (Merzenich et al., 1996), die angeben, dass Kinder mit Sprachentwicklungsstörungen bzw. Lesestörungen häufig von einem Training der temporalen auditiven Verarbeitung mittels einer akustischen Veränderung der Sprachsignale profitieren (kritische Diskussion, s. Mody et al., 1997; Wannke, 2003; Dissertation Wannke, 2004). Auch der Einsatz basaler Trainings in Blickfunktionen (Biscaldi-Schäfer et al., 2002) ist immer wieder Gegenstand kontroverser Diskussionen.

Es soll in diesem Zusammenhang herausgestellt werden, dass eine neuropsychologische Differentialdiagnostik nicht notwendigerweise impliziert, vor dem Hintergrund psychologischer Entwicklungsgesetzmäßigkeiten, die diagnostizierten Funktionsstörungen zu heilen. Vielmehr sollte jede Förderung entwicklungsrelevante Funktionsdefizite und emotionale Probleme, wie sie in der vorliegenden Studie belegt wurden, berücksichtigen. Die Handlungsanweisungen sollten sich im Umgang mit dem betroffenen Kind individuell an den Informationen über die Lernvoraussetzungen bzw. den Entwicklungsstand der verschiedenen sprachlichen, aufmerksamkeits- und gedächtnisspezifischen, perzeptiven und motorischen Funktionen orientieren und eine für das Kind sinnvolle Lernsituation geschaffen werden (s. Wimmer & Hartl, 1991). Effekte zugunsten der schulischen Fertigkeiten lassen sich bei der Behandlung von spezifischen neuropsychologischen Funktionen nur dann nachweisen, wenn sie einen unmittelbaren Bezug zum Lesen, der Rechtschreibung und dem Rechnen haben und in Verbindung mit dem eigentlichen Training der schulischen Fertigkeiten eingeübt werden (Kossow, 1975; Mannhaupt, 1992; Schneider et al., 1999a; von Aster, 2003).

Dies könnte auf der Grundlage der vorliegenden Untersuchungsergebnisse eine Förderung der phonologischen Bewusstheit sowohl für die Gruppe der Kinder mit Lese- und Rechtschreibstörung auch für die Kinder mit einer zusätzlichen Rechenstörung sinnvoll machen und sowohl das ma-

thematische Verständnis als auch den Erwerb des Lesens und Rechtschreibens unterstützen. Die Effizienz der Unterstützung der phonologischen Bewusstheit im Rahmen des Schriftspracherwerbs unterliegt jedoch zeitlichen Beschränkungen. So belegt die Studie von Wimmer und Hartl (1991), dass bei Kindern mit LRS in der zweiten Klasse die basalen Fertigkeiten der phonologischen Bewusstheit so weit entwickelt sind, dass deren Förderung keine positive Wirkung mehr zeigt. Vergleichbare Studien zur Überprüfung der Effektivität der Therapiemaßnahmen für Kinder mit einer Rechenstörung liegen bislang nicht vor (s. von Aster, 2003).

Durch den Einsatz von individuellen Kompensationsstrategien wird z.B. laut Rourke (1994) ein älteres Kind mit persistierenden Defiziten eher zum Fortschritt kommen. Dagegen würden junge Kinder mit Entwicklungsstörungen, bei denen die Architektur der neuronalen Vernetzung noch nicht abgeschlossen ist, häufig von einer direkten Förderung der Defizite profitieren. Dies macht eine präventive Behandlung von Dyslexie im Vorschulalter sinnvoll. So könnte ein Behandlungsprogramm bei Vorschulkindern mit sprachlichen Defiziten durchgeführt werden, um das Risiko von Lese- und Rechtschreibproblemen zu reduzieren.

Dazu ergab die Evaluation eines Förderprogramms von Korkman und Peltomaa (1993), dass bei Kindern mit Sprachentwicklungsstörungen, die insbesondere Problemen in der phonologischen Bewusstheit und im automatisierten Abruf aus dem Langzeitgedächtnis bzw. in der automatischen Bildung von Buchstaben-Laut Verbindungen aufwiesen, ein Training zur Stärkung dieser spezifischen sprachlichen Funktionen zu bedeutsamen Effekten führte. Nach der Behandlung übertraf die Experimentalgruppe nicht nur signifikant die trainierten Funktionen der Kontrollgruppe, die andere Behandlungsformen erhielt, sondern es konnte auch am Ende der ersten Klasse das Risiko für Lese- und Rechtschreibprobleme reduziert werden. Auch für die spezifische präventive Diagnostik einer Dyslexie kombiniert mit Dyskalkulie empfiehlt sich die Verbesserung der phonologischen Bewusstheit (Jansen et al., 1999; Schneider et al., 1999a,b). Da die phonologischen Verarbeitungsfertigkeiten bei dem Kombinationstyp einen erheblichen Einfluss auf die Zahlenverarbeitung und das Rechnen haben, werden diese mathematischen Fertigkeiten zumindest zum Teil mittherapiert. Im Allgemeinen kann davon ausgegangen werden, dass phonologische Bewusstheit im Vorschulalter noch gut trainierbar ist und sich das Training zumindest bis zum Ende der zweiten Klasse positiv auf den Schriftspracherwerb auswirkt (Bruck, 1992; Lundberg et al., 1988; Roth & Schneider, 2002; Schneider et al., 1999a; Torgesen et al., 1992). Entsprechende Verfahren zur Früherkennung bzw. Förderung von Vorläuferfähigkeiten der Zahlenverarbeitung und des Rechnens existieren bislang noch nicht (s. von Aster, 2003).

Mit der Verwendung eines umfassenden neuropsychologischen Untersuchungsverfahrens sollte die Notwendigkeit einer neuropsychologisch orientierten Differentialdiagnostik bei umschriebenen Entwicklungsstörungen schulischer Fertigkeiten aufgezeigt werden. Die vorliegenden Ergebnisse geben Anlass, die mit den schulischen Funktionsdefiziten assoziierten spezifischeren neuropsychologischen Funktionsstörungen diagnostisch zu erheben. Neben einer detaillierten diagnostischen Bestimmung der Störung sind

im individuellen Fall auf dieser Grundlage entsprechende therapeutische Maßnahmen ableitbar. Die Dringlichkeit einer umfassenden Differentialdiagnostik bei Auftreten der schulischen Schwierigkeiten ergibt sich insbesondere auch vor dem Hintergrund der bedrohten seelischen Gesundheit der Kinder. So sind bei 3. und 4. Klässlern mit Lese- und Rechtschreibstörung deutlich höhere Ausprägungen auf den Skalen *Sozialer Rückzug* und *Soziale Probleme* zu beobachten.

Zukünftige Forschungsarbeiten bedürfen einer vertiefenden experimentellen Überprüfung der mit den umschriebenen Entwicklungsstörungen schulischer Fertigkeiten assoziierten auffälligen neuropsychologischen und emotionalen Funktionen in der Form, dass das Untersuchungsdesign um die Stichprobe desselben Lese-, Rechtschreib- bzw. Rechenalters erweitert wird. Dadurch könnten die vorgefundenen Defizite auf ihre kausale Verursachung der schulischen Leistungsdefizite hin überprüft werden. Während sich sprachliche Funktionen wie die phonologischen Verarbeitungs- und Gedächtnisprozesse sowie visuelle Aufmerksamkeitsprozesse als stabile Prädiktoren für die Ausbildung von Lese- und Rechtschreibstörung erweisen (Jansen et al., 1999; Marx & Schneider, 2000), sind die emotionalen Symptome und sozialen Verhaltenschwierigkeiten bei Lese- und Rechtschreibstörungen wohl als Sekundärsymptome zu interpretieren. Aus diesem Grund sollten Behandlungsmaßnahmen so früh wie möglich durchgeführt werden.

Eine Replizierung der Studie in einer klinischen Inanspruchnahmepopulation erscheint notwendig, um reliable Kriterien zur Identifizierung der umschriebenen Entwicklungsstörung schulischer Fertigkeiten bzw. der syndromatischen Störungen zu erhalten. Der Beitrag zur Bestimmung kriterialer Definitionen von klinischen Merkmalen für diagnostische Zwecke könnte somit auf Selektionseffekte in der Stichprobenauswahl überprüft werden. Der Anteil der Kinder mit weiteren Entwicklungsstörungen in der Sprache, Motorik, Visuomotorik, Aufmerksamkeit, Gedächtnis und Sozialverhalten dürfte in einer klinischen Inanspruchnahmepopulation das Ausmaß und die Art der vorgefundenen neuropsychologischen Funktionsstörungen noch übersteigen.

ZUSAMMENFASSUNG

Die vorliegende Studie liefert empirische Evidenz für die Annahme von umschriebenen Entwicklungsstörungen schulischer Fertigkeiten als Manifestation einer auffälligen neuropsychologischen Entwicklung. Es wurden in einer Querschnittsuntersuchung entwicklungsrelevante Funktionen bei Kindern mit Lese- und Rechtschreibstörung sowie mit kombinierter Störung schulischer Fertigkeiten mit gleichaltrigen, unauffälligen Kindern verglichen.

Von allen untersuchten neuropsychologischen Funktionen erwies sich die phonologische Verarbeitung als die sensitivste, d.h. am höchsten diskriminative Variable für umschriebene Lernstörungen im Lesen und/ oder Rechtschreiben sowie in der kombinierten Form mit Rechenstörungen. Dieses assoziierte Funktionsdefizit steht im Einklang mit vielen, auch internationalen Studien, die belegen, dass reduzierte Lesefertigkeiten bei Dyslektikern häufig mit Defiziten in der phonologischen Verarbeitung in Form der phonologischen Bewusstheit verbunden sind. Darüber hinaus erzielten die Kinder mit Lese- und Rechtschreibstörung geringere Leistungen im phonologischen Rekodieren im Kurzzeitgedächtnis, in der auditiven Aufmerksamkeit, in der Verarbeitungsgeschwindigkeit (schnelles automatisiertes Benennen, verbale Wortflüssigkeit, visuelle Ideenproduktion), in der visuellen Aufmerksamkeit sowie im Einschätzen von Linienausrichtungen. Schwächere Leistungen waren zudem im intermodalen visuell-verbale Assoziationslernen zu erkennen.

Die Kerndefizite der Kinder mit Lese- und Rechtschreibstörung kombiniert mit Rechenstörung waren entsprechend dem sprachlichen Bereich zuzuordnen, wo sich ebenfalls erhebliche Beeinträchtigungen in der phonologischen Bewusstheit fanden. Diese Ergebnisse unterstützen die Modelle von Dehaene (1992) und Rourke (1989) zur Erklärung von unterschiedlichen Erscheinungsbildern einer Rechenstörung. Gleichzeitig lagen in dieser klinischen Gruppe mit zusätzlicher Rechenstörung schwächere Leistungen in exekutiven Funktionen (kognitive Flexibilität, Geschwindigkeit der Informationsverarbeitung), im Textgedächtnis, in der taktil-kinästhetischen und in der visuell-räumlichen Verarbeitung vor.

Trotz der vorherrschenden diskriminativen Variable der phonologischen Bewusstheit ergab die Individualanalyse der neuropsychologischen Funktionen, dass 75.9% der Kinder mit Lese- und/ oder Rechtschreibstörung sowie 80% der Kinder mit kombinierter Störung schulischer Fertigkeiten Defizite in drei oder mehr Entwicklungsbereichen aufwiesen. Es ergab sich jedoch kein bedeutsamer Zusammenhang zwischen der Anzahl der entwicklungs auffälligen Bereiche und den Leistungen in den untersuchten schulischen Fertigkeiten sowie der allgemeinen kognitiven Begabung.

Ein weiteres Ziel der Studie, die Klassifikation der umschriebenen Entwicklungsstörungen schulischer Fertigkeiten unter Berücksichtigung der psychiatrischen Komorbidität detaillierter zu analysieren, konnte aufgrund der geringen Stichprobenanzahl der Kinder mit spezifischer Rechenstörung

nicht umgesetzt werden. Die Untersuchung ergab jedoch, dass das Vorliegen der Funktionsstörungen im Lesen und/ oder Rechtschreiben das Risiko der Ausbildung einer psychiatrischen Störung beinhaltet. So zeigten die Kinder mit Lese- und/ oder Rechtschreibstörung erhöhte Ausprägungen auf den internalisierenden Skalen *Sozialer Rückzug* und *Soziale Probleme* sowie bei *Aufmerksamkeitsproblemen*. Bei Kindern mit kombinierter Störung schulischer Fertigkeiten traten Aufmerksamkeitsdefizite noch häufiger auf.

Die unerwartet geringe Stichprobengröße der Kinder sowohl mit einer kombinierten Störung schulischer Fertigkeiten als auch mit einer spezifischen Rechenstörung entspricht nicht bekannten Prävalenzraten. Eine mögliche Erklärung liegt in der repräsentativen Stichprobenauswahl, die aus keiner klinischen Inanspruchnahmepopulation erfolgte. Darüber hinaus ist es wahrscheinlich, dass eine geringere Anzahl von Kindern mit Rechenstörung aufgrund der Anwendung diagnostischer Kriterien, die sowohl das mindestens durchschnittliche Begabungsniveau als auch eine Diskrepanzforderung von mindestens 1.5 SD zwischen der Intelligenzleistung und den mathematischen Leistungen beinhalten, vorlag. Des Weiteren werden Annahmen bezüglich der Unvergleichbarkeit der umschriebenen Entwicklungsstörungen im Lesen/ Rechtschreiben und Rechnen gemacht. So wird bei einer spezifischen Rechenstörung eine umfassendere und tiefgreifende Entwicklungsstörung vermutet.

Zur Bestimmung der relativen diskriminativen Validität der zahlreich untersuchten Dimensionen in entwicklungs-neuropsychologischen als auch in psychiatrisch-emotionalen Bereichen in den spezifischen Erscheinungsformen der umschriebenen Entwicklungsstörungen schulischer Fertigkeiten ist es in zukünftigen Forschungsarbeiten notwendig, einen Vergleich auf der Grundlage gleichwertig großer Stichproben vorzunehmen. Darüber hinaus sollte über das Heranziehen zusätzlicher Altersstichproben in den schulischen Leistungsbereichen die empirische Überprüfung um den Aspekt der kausalen Erklärungshypothesen für die Entstehung der umschriebenen Entwicklungsstörungen schulischer Fertigkeiten erweitert werden. Dadurch würden die Ergebnisse der bedeutsamen und umfassenden neuropsychologischen Dysfunktionen als Risikofaktoren für spätere UES und damit ihre potentielle präventive diagnostische Gültigkeit herausgestellt werden.

Zusammenfassend erhärten die Ergebnisse der vorliegende Studie dennoch die Notwendigkeit der Diagnostik von umschriebenen Entwicklungsstörungen schulischer Fertigkeiten im Rahmen eines neuropsychologischen Ansatzes. Deren neuropsychologische Sichtweise liegt v.a. in der Konzeption einer umfassenden differentialdiagnostischen Bewertung neuropsychologischer Funktionen, die sowohl eine detaillierte Bestimmung der Erscheinungsform der Entwicklungsstörungen als auch eine Basis zur Erstellung eines Frühförderkonzeptes bzw. einer Therapiekonzeption und anschließender Evaluation des Therapieerfolges ermöglicht.

LITERATURVERZEICHNIS

- Ackerman, P.T., Anhalt, J.M., & Dykman, R.A.** (1986). Arithmetic automatization failure in children with attention and reading disorders: Associations and sequela. *Journal of Learning Disabilities*, 19, 222-232.
- Ackerman, P.T., Dykman, R.A., & Gardner M.Y.** (1990). Counting rate, naming rate, phonological sensitivity, and memory span: Major facts in dyslexia. *Journal of Learning Disabilities*, 23, 325-327.
- Adams, W., & Sheslow, D.** (1990). *WRAML Manual*. Wilmington, DE: Jastak Associates.
- Aebli, H.** (1987). Mental development: Construction in a cultural context. In B. Inhelder, D. de Caprona, & A. Cornu-Wells (Eds.), *Piaget Today*. Hillsdale (pp. 217-232). NJ: Erlbaum.
- Affolter, F.** (1975). Wahrnehmungsprozesse, deren Störung und Auswirkung auf die Schulleistungen, insbesondere Lesen und Schreiben. *Zeitschrift für Kinder- und Jugendpsychiatrie*, 3, 223-234.
- Alarcon, M., De Fries, J.C., Light, J.G., & Pennington, B.F.** (1997). A twin study of mathematics disability. *Journal of Learning Disabilities*, 30, 617-623.
- Aram, D.M., Ekelman, B., & Nation, J.E.** (1984). Preschoolers with language disorders: 10 years later. *Journal of Speech and Hearing Research*, 27, 232-244.
- Aronson, M. & Hagberg, B.** (1998). Neuropsychological disorders in children exposed to alcohol during pregnancy: A follow-up study of 24 children to alcoholic mothers in Goteburg, Sweden. *Alcohol - Clinical and Experimental Research*, 22, 321-324.
- Ashcraft, M.H.** (1983). Procedural knowledge versus fact retrieval in mental arithmetic: A reply to Baroody. *Developmental Review*, 3(2), 231-235.
- August, G.J., & Garfinkel, B.D.** (1990). Comorbidity of ADHD and reading disability among clinic-referred children. *Journal of Abnormal Child Psychology*, 18, 29-45.
- Ayres, A.J.** (1979). *Lernstörungen. Sensorisch-integrative Dysfunktionen*. Berlin: Springer.
- Ayres, A.J.** (1980). *Southern California Sensory Integration Tests. Manual, Revised*. Los Angeles: Western Psychological Services.
- Ayres, A.J.** (1984). *Bausteine der kindlichen Entwicklung*. Berlin: Springer.
- Baddeley, A.D.** (1986). *Working memory*. Oxford, UK: Oxford University Press.
- Baddeley, A.D.** (1996). Exploring the central executive. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 49A, 5-28.
- Badian, N.A.** (1983). Dyscalculia and nonverbal disorders of learning. In H.R. Myklebust (Ed.), *Progress in Learning Disabilities* (pp. 235-264). New York: Grune & Stratton.
- Bakker, D.J.** (1992). Neuropsychological classification and treatment of dyslexia. *Journal of Learning Disabilities*, 25(2), 102-109.
- Bakker, D.J., Bouma, A., & Gardien, C.J.** (1990). Hemisphere-specific treatment of dyslexia subtypes: A field experiment. *Journal of Learning Disabilities*, 7, 433-438.

- Ball, E.W. & Blachman, B.A.** (1991). Does phoneme awareness training in kindergarten make a difference in early word recognition and developmental spelling? *Reading Research Quarterly*, 26, 49-66.
- Beery, K.E.** (1997). *The Visual-Motor Integration Test* (4th ed.). *Administration, Scoring, and Teaching Manual*. Austin, TX: Pro-Ed.
- Beitchman, J.H. & Young, A.R.** (1997). Learning disorders with a special emphasis on reading disorders: A review of the past ten years. *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, 36, 1020-1032.
- Benton, A.L.** (1946). *A Visual Retention Test for Clinical Use*. New York: Psychological Corporation.
- Benton, A.L.** (1959). *Right-Left Discrimination and Finger Localization. Development and Pathology*. New York: Hoeber/ Harper.
- Benton, A.L., & Fogel, M.L.** (1962). Three-dimensional constructional praxis: A clinical test. *Archives of Neurology*, 7, 347-354.
- Benton, A.L., Hamsher, K. deS., Varney, N.R., & Spreen, O.** (1983). *Judgement of line orientation. Contributions to neuropsychological assessment*. New York: Oxford University Press.
- Benton, A.L., Hamsher, K. deS., Varney, N.R., Spreen, O.** (1994). *Contributions to Neuropsychological Assessment: A Clinical Manual* (2nd ed.). New York: Oxford University Press.
- Benton, A.L., & Spreen, O.** (1972). *Benton-Test*. Bern: Hans Huber.
- Berch, D.B., Foley, E.J., Hill, R.J., & McDonough Ryan, P.** (1999). Extracting parity and magnitude from arabic numerals: Developmental changes in number processing and mental representation. *Journal of Experimental Child Psychology*, 74, 286-308.
- Bigler, E.D., Lajiness-O'Neill, R., & Howes, N.L.** (1998 Jan/Feb). Technology in the Assessment of Learning Disability. *Journal of Learning Disabilities*, 31(1), 67-82.
- Biscaldi-Schäfer, M., Wagner, M., Henninghausen, K., Schulz, E., & Fischer, B.** (2002). Effekte eines täglichen Trainings der Blickmotorik auf die Leseleistung von Kindern mit Legasthenie. In G. Schulte-Körne (Hrsg.), *Legasthenie und Rechenschwäche - Neue Wege in die Zukunft - Aktuelle Ergebnisse aus Praxis und Forschung*, 29-30.
- Bishop, D.V.M., Aamodt-Leeper, G., Creswell, C., McGurk, R., & Skuse, D.H.** (2001). Individual differences in cognitive planning on the Tower of Hanoi Task: Neuropsychological maturity or measurement error? *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 42(4), 551-556.
- Bishop, D.V.M. & Butterworth, G.E.** (1980). Verbal-performance discrepancies: Relationship to birth risk and specific reading retardation. *Cortex*, 16, 375-90.
- Bishop, D.V.M., Carlyon, R.P., Deeks, J.M., & Bishop, S.J.** (1999). Auditory temporal processing impairment: Neither necessary nor sufficient for causing language impairment in children. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 42, 1295-1310.
- Bishop, D.V.M., North T., & Donlan, C.** (1996). Nonword repetition as a behavioural marker for inherited language impairment: Evidence from a twin study. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 37, 391-403.
- Blachman, B.A.** (1994). What we have learned from longitudinal studies of phonological processing and reading, and some unanswered questions: A response to Torgesen, Wagner, and Rashotte. *Journal of Learning Disabilities*, 27, 287-291.

- Blanken, G., Dorn, M., & Sinn, H.** (1997). Inversion errors in arabic number reading: Is there a nonsemantic route? *Brain and Cognition*, 34, 404-423.
- Boder, E.** (1971). Developmental dyslexia: Prevailing diagnostic concepts. In H.R. Mykelbust (Ed.), *Progress in Learning Disabilities and a New Diagnostic Approach* (pp. 293-321). New York: Grune & Stratton.
- Bookheimer, S.Y., Zeffiro, T.A., Blaxton, T., Gaillard, W., & Theodore, W.** (1995). Regional cerebral blood flow during object naming and word reading. *Human Brain Mapping*, 3, 93-106.
- Bortz, J.** (1993). *Statistik für Sozialwissenschaftler*. Berlin: Springer.
- Bortz, J. & Döring N.** (2002). *Forschungsmethoden und Evaluation für Human- und Sozialwissenschaftler* (3. Aufl.). Berlin, Heidelberg: Springer.
- Boysen, S.T. & Berntson, G.G.** (1989). Numerical competence in a chimpanzee (Pan troglodytes). *Journal of Comparative Psychology*, 103, 23-31.
- Bradley, L. & Bryant, P.E.** (1977). Difficulties in auditory organisation as a possible cause of reading backwardness. *Nature*, 271, 746-7.
- Bradley, L. & Bryant, P.E.** (1983). Categorizing sounds and learning to read - a causal connection. *Nature*, 301, 419-421.
- Brainerd, C.J. & Reyna, V.F.** (1991). Acquisition and forgetting processes in normal and learning-disabled children: A disintegration/ redintegration theory. In J.E. Obrzut & G.W. Hynd (Eds.), *Neuropsychological foundations of learning disabilities: A handbook of issues, methods, and practice* (pp. 147-178). US: Academic Press.
- Brannon, E.M. & Terrace, H.S.** (1998). Ordering of the numerosities 1 to 9 by monkeys. *Science*, 282(5389), 746-749.
- Breitmeyer, B.G.** (1980). Unmasking visual masking: a look at the „why“ behind the veil of the „how“. *Psychological Review*, 87, 52-69.
- Bruck, M.** (1992). Persistence of dyslexics' phonological awareness deficits. *Developmental Psychology*, 28, 874-886.
- Bryant, P.** (2002). It doesn't matter whether onset and rime predicts reading better than phonological awareness does or vice versa. *Journal of Experimental Child Psychology*, 82, 41-46.
- Bryant, P.E. & Bradley, L.** (1980). Why children sometimes write words which they do not read. In U. Frith (Ed.), *Cognitive processes in spelling* (pp. 355-370). London: Academic Press.
- Bryant, P.E., MacLean, M., Bryant, L.L., & Crossland., J.** (1990). Rhyme and alliteration, phoneme detection, and learning to read. *Developmental Psychology*, 26, 429-438.
- Bull, R. & Johnston, R.S.** (1997). Children's arithmetical difficulties: Contributions from processing speed, item identification, and short-term memory. *Journal of Experimental Child Psychology*, 65, 1-24.
- Butterworth, B., Cipolotti, L., & Warrington, E.U.** (1996). Short-term memory impairment and mathematical skills. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 49A(1), 251-262.
- Bzufka, M.W., Hein, J., & Neumärker, K.-J.** (2000). Neuropsychological differentiation of subnormal arithmetic abilities in children. *European Child & Adolescent Psychiatry*, 9, III/ 65-76.
- Campbell, J.I.D. & Clark, J.M.** (1988). An encoding-complex view of cognitive number processing: comment on McCloskey, Sokol, and Goodman (1986). *Journal of Experimental Psychology*, General 117, 204-214.

- Campbell, J.I.D. & Clark, J.M.** (1992). Cognitive number processing: An encoding complex perspective. In Campbell J.I.D. (Ed.), *The nature and origins of mathematical skills* (pp. 457-491). Amsterdam: North-Holland.
- Cardon, L.E., Smith, S.D., Fulker, D.W., Kimberling, W.J., Pennington, B.F., & De Fries, J.C.** (1994). Quantitative trait locus for reading disability on chromosome 6. *Science*, 226, 276-279.
- Carey, S.** (1998). Knowledge of number: its evolution and ontogeny. *Science*, 282(5389), 641-642.
- Casey, J.E., Rourke, B.P., & Picard, E.M.**, (1991). Syndrome of nonverbal learning disabilities: Age differences in neuropsychological, academic, and socioemotional functioning. *Development and Psychopathology*, 3, 329-345.
- Cattell, R.B., Weiss, H., & Osterland, J.** (1977). *Grundintelligenztest CFT 1*. Braunschweig: Westerland.
- Cermak, S.A. & Murray, E.A.** (1991). The validity of the Constructional subtest of the Sensory Integration and Praxis Tests. *American Journal of Occupational Therapy*, 45(6), 539-43.
- Christensen, A.-L.** (1975). *Luria's neuropsychological investigation*. New York: Spectrum.
- Cirino, P.T., Morris, M.K., Morris, R.D.** (2002). Neuropsychological concomitants of calculation skills in college students referred for learning difficulties. *Developmental Neuropsychology*, 21(2), 201-218.
- Claros Salinas, D. & von Cramon, D.** (1987). Diagnostik von Störungen im Umgang mit Zahlen (Akalkulie). *Fortschritte der Neurologie und Psychiatrie*, 55, 239-248.
- Cohen, L., Dehaene, S., & Verstichel, P.** (1994). Number words and number non-words. A case of deep dyslexia extending to Arabic numerals. *Brain*, 117, 267-279.
- Coltheart, M.** (1978). Lexical access in simple reading tasks. In G. Underwood (Ed.). *Strategies of Information Processing* (pp. 151-216). London: Academic Press.
- Coltheart, M., Curtis, B., Atkins, P., & Haller, M.** (1993). Models of reading aloud: Dual route and parallel distributed-processing approaches. *Psychological Review* 100, 589-608.
- Coltheart, M., Masterson, J., Byng, S., Prior, M., & Riddoch, J.** (1983). Surface dyslexia. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 35, 469-496.
- Condor, A., Anderson, V., & Saling, M.** (1995). Do reading disabled children have planning problems? *Developmental Neuropsychology*, 11, 4, 485-502.
- Conners, C.K., & Multi-Health Systems Staff.** (1995). *Conner's Continuous Performance Test*. Toronto: MHS.
- Cornelissen, P., Richardson, A., Mason, A., Fowler, S., & Stein, J.F.** (1995). Contrast sensitivity and coherent motion detection measured at photopic luminance levels in dyslexics and controls. *Vision Research*, 35, 1483-1494.
- Critchley, M. & Critchley, E.A.** (1978). *Dyslexia defined*. London: Acford.
- Deegener, G., Dietel, B., Kassel, H., Matthaei, R., & Nödl, H.** (1992). *Neuropsychologische Diagnostik bei Kindern und Jugendlichen: Handbuch zur TÜKI Tübinger Luria-Christensen neuropsychologische Untersuchungsreihe für Kinder*. Weinheim: PVU.

- De Fries, J.C., Stevenson, J., Gillis, J.J., & Wadsworth, S.J.** (1991). Genetic etiology of spelling deficits in the Colorado and London twin studies of reading disability. *Reading and Writing*, 3, 271-283.
- Dehaene, S.** (1992). Varieties of numerical abilities. *Cognition*, 44, 1-42.
- Dehaene, S., Bossini, S., & Giraux, P.** (1993). The mental representation of parity and number magnitude. *Journal of Experimental Psychology: General*, 122, 371-396.
- Dehaene, S. & Cohen, L.** (1995). Towards an anatomical and functional model of number processing. *Mathematical Cognition*, 1(1), 83-120.
- Dehaene, S. & Cohen, L.** (1997). Cerebral pathways for calculation: Double dissociation between rote verbal and quantitative knowledge of arithmetic. *Cortex*, 33, 219-250.
- Dehaene, S., Dehaene-Lambertz, G., & Cohen, L.** (1998). Abstract representations of numbers in the animal and human brain. *Trends Neuroscience*, 21, 355-361.
- Dehaene, S., Dupoux, E., & Mehler, J.** (1990). Is numerical comparison digital? Analogical and symbolic effects in two-digit number comparison. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 16, 626-641.
- Dehaene, S., Spelke, E., Pinel, P., Stanescu, R., & Tsivkin, S.** (1999). Sources of mathematical thinking: Behavioural and brain-imaging evidence. *Science*, 284, 970-973.
- Dehaene, S., Tzourio, N., Frak, V., Raynaud, L., Cohen, L., Mehler, J., & Mazoyer, B.** (1996). Cerebral activations during number multiplication and comparison: A PET study. *Neuropsychologia*, 34, 1097-1106.
- Del Dotto, J.E., Fisk, J.L., McFadden, G.T., & Rourke, B.P.** (1991). Developmental analysis of children/ adolescents with nonverbal learning disabilities: Long-term impact on personality adjustment and patterns of adaptive functioning. In B.P. Rourke (Ed.), *Neuropsychological validation of learning disability subtypes* (pp. 293-308). New York: Guilford Press.
- Dellatolas, G., von Aster, M., Willadino-Braga, L., Meier, M., & Deloche, G.** (2000). Number processing and mental calculation in school children aged 7 to 10 years: A transcultural comparison. *European Child & Adolescent Psychiatry*, 9, II/ 102-110.
- Deloche, G. & Seron, X.** (1987). Numerical transcoding: A general production model. In G. Deloche & X. Seron (Eds.), *Mathematical Disabilities: A Cognitive Neuropsychological Perspective* (pp. 137-170). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Deloche, G. & Willmes, K.** (2000). Cognitive neuropsychological models of adult calculation and number processing: The role of the surface format of numbers. *European Child & Adolescent Psychiatry*, 9, II/27-II/40.
- De Martino, S., Espesser, R., Rey, V., & Habib, M.** (2001, Jun-Jul). The „Temporal Processing Deficit“ hypothesis in dyslexia: New Experimental Evidence. *Brain & Cognition*, 46(1-2), 104-108.
- Denckla, M.B. & Rudel, R.G.** (1976). Rapid automatised naming: Dyslexia differentiated from other learning disabilities. *Neuropsychologia*, 14, 471-9.
- De Renzi, E. & Vignolo, L.A.** (1962). The Token-Test: A sensitive test to detect receptive disturbance in aphasia. *Brain*, 85, 665-678.
- Dietel, B. & Kassel, H.** (1993). Diagnostik von Teilleistungsstörungen. Neuropsychologisch-psycholinguistisch orientierte Diagnose und Therapie von Lese-Rechtschreibschwächen. *Zeitschrift für Heilpädagogik*, 5, 297-316.

- Dilling, H., Mombour, W., & Schmidt, M.H.** (1991) (Hrsg.). *Internationale Klassifikation psychischer Störungen. ICD-10 Kapitel V (F) Klinisch-diagnostische Leitlinien*. Bern: Hans Huber.
- Döpfner, M., Lehmkuhl, G., Petermann, F., & Scheithauer, H.** (2000). Diagnostik psychischer Störungen. In F. Petermann (Hrsg.), *Lehrbuch der Klinischen Kinderpsychologie und -psychotherapie* (S. 94-130). Göttingen: Hogrefe.
- Donlan, C.** (1993). Basic numeracy in children with specific language impairment. *Child Language Teaching and Therapy*, 9, 95-104.
- Duara, R., Kushch, A., Gross-Glenn, K., Barker, W.W., Jallad, B., Pascal, S., Loewenstein, D.A., Sheldon, J., Rabin, M., Levin, B., & Lubs, H.** (1991). Neuroanatomic differences between dyslexic and normal readers on magnetic resonance imaging scans. *Archives of Neurology*, 48, 410-6.
- Eden, G.F., Stein, J.F., Wood, H.M., & Wood, F.B.** (1995). Verbal and Visual Problems in Reading Disability. *Journal of Learning Disabilities*, 26(5), 227-290.
- Eden, G.F., Stein, J.F., Wood, H.M., & Wood, F.B.** (1996a). Differences in visuospatial judgement in reading-disabled and normal children. *Perceptual and Motor Skills*, 82, 155-177.
- Eden, G.F., VanMeter, J.W., Rumsey, J.M., Maisog, J.M., Woods, R.P., & Zeffiro, T.A.** (1996b). Abnormal processing of visual motion in dyslexia revealed by functional brain imaging. *Nature*, 382, 66-9.
- Ehri, L.C.** (1992). Reconceptualizing the development of sight word reading and its relationships to recoding. In P.B. Gough, L.C. Ehri, & R. Trieman (Eds.), *Reading acquisition* (pp. 107-143). Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Ehri, L.C.** (1995). Phases of development in learning to read words by sight. *Journal of Research in Reading*, 18, 116-125.
- Esser, G.** (1991). *Was wird aus Kindern mit Teilleistungsschwächen? Der langfristige Verlauf umschriebener Entwicklungsstörungen*. Stuttgart: Ferdinand Enke.
- Esser, G.** (1992). Der langfristige Verlauf von Teilleistungsschwächen. In H.C. Steinhausen (Hrsg.), *Hirnfunktionsstörungen und Teilleistungsschwächen* (S. 187-211). Berlin: Springer.
- Esser, G.** (1994). Die Bedeutung organischer und psychosozialer Risiken für die Entstehung von Teilleistungsschwächen. *Frühförderung interdisziplinär*, 13. Jg., 49-60.
- Esser, G. & Schmidt, M.** (1993). Die langfristige Entwicklung von Kindern mit Lese-Rechtschreibschwäche. *Zeitschrift für Klinische Psychologie*, 22, 100-116.
- Esser, G. & Schmidt, M.** (2000). Die Kurpfalzerhebung - Ziele, Methoden und bisherige Ergebnisse. *Zeitschrift für Klinische Psychologie und Psychotherapie*. In G. Esser (Hrsg.), *Special Issue: Themenheft Entwicklungspsychopathologie Ergebnisse aus Langzeitstudien*, 29(4), 233-245.
- Esser, G. & Wyszkon, A.** (2000). Umschriebene Entwicklungsstörungen. In F. Petermann (Hrsg.), *Lehrbuch der Klinischen Kinderpsychologie und -psychotherapie* (S. 409-429). Göttingen: Hogrefe.
- Esser, G., Wyszkon, A. & Schmidt, M.** (2002). Was wird aus Achtjährigen mit einer Lese- und Rechtschreibstörung. Ergebnisse im Alter von 25 Jahren. *Zeitschrift für Klinische Psychologie und Psychotherapie*, 31(4), 235-242.

- Evans, L.D.** (1990). A conceptual overview of the regression discrepancy model for evaluating severe discrepancy between IQ and achievement scores. *Journal of Learning Disabilities*, 23, 406-412.
- Farmer, M.E. & Klein, R.** (1993). Auditory and visual temporal processing in dyslexic and normal readers. In P. Tallal, A.M. Gallaburda, R.R. Llinas, & G. von Euler (Eds.), *Temporal Information Processing in the Nervous System: Special Reference to Dyslexia and Dysphasia* (pp. 339-341). New York: The New York Academy of Sciences.
- Fazio, B.** (1994). The counting abilities of children with specific language impairment: A comparison of oral and gestural tasks. *Journal of Speech and Hearing Research*, 37, 358-368.
- Fazio, B.B.** (1996). Mathematical abilities of children with specific language impairment: A 2-year follow-up. *Journal of Speech and Hearing Research*, 39, 839-849.
- Felmingham, K.L. & Jakobson, L.S.** (1995). Visual and visuomotor performance in dyslexic children. *Experimental Brain Research*, 106, 467-74.
- Fischer, B., Gezeck, S., & Hartnegg, K.** (2000). On the production and correction of involuntary prosaccades in a gap detection task. *Vision Research*, 40, 2211-2217.
- Fischer, B. & Weber, H.** (1990). Saccadic reaction times of dyslexic and age-matched normal subjects. *Perception*, 19, 805-818.
- Fletcher, J.M., Morris, R., Lyon, G., Stuebing, K., Shaywitz, S.E., Shankweiler, D., Katz, L., & Shaywitz, B.A.** (1997). Subtypes of Dyslexia: An old Problem Revisited. In B. Blachman (Ed.), *Foundations of reading acquisition and dyslexia: Implications for early intervention* (pp. 115-141). New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Francis, D.J., Shaywitz, S.E., Stuebing, K.K., Shaywitz, B.A., & Fletcher, M.** (1996). Developmental Lag Versus Deficit Models of Reading Disabilities: A Longitudinal, Individual Growth Curve Analysis. *Journal of Educational Psychology*, 88(1), 3-17.
- Frith, U.** (1985). Beneath the surface of developmental dyslexia. In K. Patterson, M. Coltheart, & J. Marshall (Eds.), *Surface Dyslexia: Neuropsychological and Cognitive Studies of Phonological Reading* (pp. 301-30). Hove: Lawrence Erlbaum.
- Frith, U.** (1997). Brain, mind and behaviour in dyslexia. In C. Hulme & M. J. Snowling (Eds.), *Dyslexia: Biology, Cognition and Intervention* (pp. 1-19). London: Whurr.
- Fritz, A. & Stratmann, F.** (1994). Umschriebene Entwicklungsstörungen schulischer Fertigkeiten. In M. Hautzinger (Hrsg.), *Kognitive Verhaltenstherapie bei psychischen Erkrankungen* (S. 291-314). München: Quintessenz.
- Fuchs, L.S. & Fuchs, D.** (2002). Mathematical problem-solving profiles of students with mathematical disabilities with and without comorbid reading disabilities. *Journal of Learning Disabilities*, 35(6), 563-573.
- Fuerst, D.R. & Rourke, B.P.** (1993). Psychosocial functioning of children: Relations between personality subtypes and academic achievement. *Journal of Abnormal Child Psychology*, 21(6), 597-607.
- Gaddes, W.H.** (1985). *Learning Disabilities and Brain Function: A Neuropsychological Approach* (2nd ed.). New York: Springer.
- Gaddes, W.H. & Edgell, D.** (1994). *Learning disabilities and brain function. A neuropsychological approach* (3rd ed.). New York: Springer.

- Galaburda, A.M.** (1983). Developmental dyslexia: Current anatomic research. *Annals of Dyslexia*, 33, 41-53.
- Galaburda, A.M. & Livingstone, M.S.** (1993). Evidence for a magnocellular defect in developmental dyslexia. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 682, 70-82.
- Galaburda, A.M., Sherman, G.F., Rosen, G.D., Aboitiz, F., & Geschwind, N.** (1985). Developmental dyslexia: Four consecutive patients with cortical anomalies. *Annals of Neurology*, 18, 222-233.
- Gallistel, C.R. & Gelman, R.** (1992). Preverbal and verbal counting and computation. *Cognition*, 44, 43-74.
- Gasteiger-Klicpera, B. & Klicpera, C.** (1989). Legasthenikerförderkurse an den Grundschulen: Ein geeignetes Fördermodell? Ergebnis einer Evaluationsstudie an den Wiener Schulen. In L. Dummer (Hrsg.), *Legasthenie. Bericht über den Fachkongress 1988* (S. 272-290). Hannover: Bundesverband Legasthenie e.V..
- Gang, M. & Siegel, L.S.** (2002). Sound-symbol learning in children with dyslexia. *Journal of Learning Disabilities*, 35(2), 137-157.
- Gathercole, S.E.** (1995). Is nonword repetition a test of phonological memory or long-term knowledge? It all depends on the nonwords. *Memory and Cognition*, 23(1), 83-94.
- Gathercole, S.E. & Baddeley, A.D.** (1993). *Working memory and language*. Hillsdale, NJ/Hove, UK: Lawrence Erlbaum Associates.
- Gathercole, S.E., Willis, C., Baddeley, A.D., & Emslie, H.** (1994). The Children's Test of Nonword Repetition: A test of phonological working memory. *Memory*, 2, 103-127.
- Geary, D.C.** (1993). Mathematical disabilities: Cognitive, neuropsychological, and genetic components. *Psychological Bulletin*, 114, 345-362.
- Geary, D.C.** (1994). *Children's mathematical development. Research and practical applications*. Washington, DC: American Psychological Association.
- Geary, D.C.** (1995). Reflections of evolution and culture in children's cognition: Implications for mathematical development and instruction. *American Psychologist*, 50, 24-37.
- Geary, D.C., Hamson, C.O., & Hoard, M.K.** (2000). Numerical and arithmetical cognition: A longitudinal study of process and concept deficits in children with learning disability. *Journal of Experimental Child Psychology*, 77(3), 236-263.
- Gelman, R.** (1990). First principles organize attention to and learning about relevant data: Number and animate-inanimate distinctions as examples. *Cognitive Science*, 14, 79-106.
- Georgiewa, P., Rzanny, R., Gaser, C., Gerhard, U.-J., Vieweg, U., Freesmeyer, D., Mentzel, H.-J., Kaiser, W.A., & Blanz, B.** (2002). Phonological processing in dyslexic children: A study combining functional imaging and event related potentials. *Neuroscience Letters*, 318, 5-8.
- Gerstmann, J.** (1924). Fingeragnosie: Eine umschriebene Störung der Orientierung am eigenen Körper. *Wiener Klinische Wochenschrift*, 37, 1010-1012.
- Gilger, J.W., Hanebuth, E., Smith, S.S., & Pennington, B.** (1996). Differential risk for developmental reading disorders in the offspring of compensated versus noncompensated parents. *Reading and Writing: An Interdisciplinary Journal*, 8, 407-417.

- Gilger, J.W., Pennington, B.F., & De Fries, J.C.** (1992). A twin study of the etiology of comorbidity: Attention deficit-hyperactivity disorder and dyslexia. *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, 31, 343-348.
- Ginsburg, H.P.** (1997). Mathematics learning disabilities: A view from developmental psychology. *Journal of Learning Disabilities*, 30, 20-33.
- Golden, C.J.** (1981). The Luria-Nebraska Childrens Battery: Theory and initial formulation. In G. Hynd & J. Obrzut (Eds.), *Neuropsychological Assessment and the School-Age Child: Issues and Procedures* (pp. 277-302). New York: Grune & Stratton.
- Goodglass, H. & Kaplan, E.** (1983). *The assessment of aphasia and related disorders* (2nd ed.). Philadelphia: Lea & Febiger.
- Gordon, N.** (1992). *Children with developmental dyscalculia. Developmental Medicine and Child Neurology*, 34, 459-463.
- Goswami, U.** (1993). Toward an interactive analogy model of reading development: Decoding vowel graphemes in beginning reading. *Journal of Experimental Child Psychology*, 56, 443-475.
- Goswami, U.** (2001). *So denken Kinder. Einführung in die Psychologie der kognitiven Entwicklung*. Bern: Hans Huber.
- Goswami, U., & Bryant, P.** (1990). *Phonological skills and learning to read*. Hove: Erlbaum.
- Graichen, J.** (1973). Teilleistungsschwächen, dargestellt an Beispielen aus dem Bereich der Sprachbenutzung. *Zeitschrift für Kinder- und Jugendpsychiatrie*, 1, 113-143.
- Graichen, J.** (1979). Zum Begriff der Teilleistungsstörungen. In R. Lempp (Hrsg.), *Teilleistungsstörungen im Kindesalter* (S. 43-62). Bern, Stuttgart, Wien: Hans Huber.
- Graichen, J.** (1981). Störungen der Integration. In H. Remschmidt und M. Schmidt (Hrsg.), *Neuropsychologie des Kindesalters* (S. 280-291). Stuttgart: Enke.
- Graichen, J.** (1983). Verschwinden Teilfunktionsschwächen? *Zeitschrift für Kinder- und Jugendpsychiatrie*, 11, 355-362.
- Grigorenko, E.L., Wood, F.B., Meyer, M.S., Hart, L.A., Speed, W.C., Shuster, A., & Pauls, D.L.** (1997). Susceptibility loci for distinct components of developmental dyslexia on chromosomes 6 and 15. *American Journal of Human Genetics*, 60, 27-39.
- Gross-Glenn, K. & Rothenberg, S.** (1984). Evidence for deficit in interhemispheric transfer of information in dyslexic boys. *International Journal of Neurosciences*, 24, 23-5.
- Gross-Glenn, K., Skottun, B.C., Glenn, W., Kushch, A., Lingua, R., Dunbar, M., Jallad, B., Lubs, H.A., Levin, B., Rabin, M., Park, L.A., & Duara, R.** (1995). Contrast sensitivity in dyslexia. *Visual Neuroscience*, 12, 153-163.
- Gross-Tsur, V., Manor, O., & Shalev, R.S.** (1993). Developmental dyscalculia, gender and the brain. *Archives of Disease in Childhood*, 68, 510-513.
- Gross-Tsur, V., Manor, O., & Shalev, R.S.** (1996). Developmental dyscalculia: Prevalence and demographic features. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 38, 25-33.
- Gross-Tsur, V., Manor, O., & Shalev, R.S.** (1997). Comorbidity in elementary school children with developmental language disorders. *Annals Neurology*, 42, 525.

- Gross-Tsur, V., Shalev, R.S., Manor, O., & Amir, N.** (1995). Developmental right hemisphere syndrome: Clinical spectrum of the non-verbal learning disability. *Journal of Learning Disabilities*, 28, 80-86.
- Hagram, J.O., Wood, F., Buchsbaum, M.S., Tallal, P., Flowers, L., & Katz, W.** (1992). Cerebral brain metabolism in adult dyslexic subjects assessed with positron emission tomography during performance on an auditory task. *Archives of Neurology*, 49, 734-739.
- Hamster, W., Langner, W., & Mayer, K.** (1980). *TÜLUC. Tübinger-Luria-Christensen Neuropsychologische Untersuchungsreihe. Manual.* Weinheim: PVU.
- Hanich, L.B., Jordan, N.C., Kaplan, D., & Dick, J.** (2001). Performance across different areas of mathematical cognition in children with learning disabilities. *Journal of Educational Psychology*, 93, 615-626.
- Hannell, G., Gole, G.A., Dibden, S.N., Rooney, K.F., & Pidgeon, K.J.** (1991). Reading improvement with tinted lenses: A report of two cases. *Journal of Research in Reading*, 14(1), 56-71.
- Harnadek, M.C.S. & Rourke, B.P.** (1994). Principal identifying features of the syndrome of nonverbal learning disabilities in children. *Journal of Learning Disabilities*, 27(3), 144-145.
- Hecht, S.A., Torgesen, J.K., Wagner, R.K., & Rashotte, C.A.** (2001). The relations between phonological processing abilities and emerging individual differences in mathematical computational skills: A longitudinal study from second to fifth grades. *Journal of Experimental Child Psychology*, 79, 192-227.
- Hein, J., Bzufka, M.W., & Neumärker, K.-J.** (2000). The specific disorder of arithmetic skills. Prevalence studies in a rural and an urban population sample and their clinico-neuropsychological validation. *European Child & Adolescent Psychiatry*, 9, II/ 87-101.
- Helland, T. & Asbjørnsen, A.** (2000). Executive functions in dyslexia. *Child Neuropsychology*, 6(1), 37-48.
- Helmstaedter, C., Lendt, M., & Lux, S.** (2001). *Verbaler Lern- und Merkfähigkeitstest (VLMT, Form A, Auditory Verbal Learning Test, AVLTL, Rey, A., 1964).* Göttingen: Beltz.
- Helmuth, L.** (2001). Dyslexia: Same brains, different languages. *Science*, 291(5511), 2064-5.
- Heubrock, D. & Petermann, F.** (2000). *Lehrbuch der Klinischen Kinderneuropsychologie. Grundlagen, Syndrome, Diagnostik und Intervention.* Göttingen: Hogrefe.
- Hinshelwood, J.** (1904). A case of congenital word-blindness. *British Medical Journal*, 2, 1303-1304.
- Hinshelwood, J.** (1917). *Congenital Word-Blindness.* London: Lewis.
- Hitch, G.J. & McAuley, E.** (1991). Working memory in children with specific arithmetical learning difficulties. *British Journal of Psychology*, 82, 375-386.
- Horwitz, B., Rumsey, J.M., & Donohue, B.C.** (1998). Functional connectivity of the angular gyrus in normal reading and dyslexia. *Proceedings of the National Academic of Sciences USA*, 95, 8939-44.
- Huber, W., Poeck, K., Weniger, D., & Willmes, K.** (1983). *Aachener Aphasie Test (AAT).* Göttingen: Dr. C.J. Hogrefe, Verlag für Psychologie.
- Huntley-Fenner, G.** (2001). Children's understanding of number is similar to adult's and rat's: Numerical estimation by 5-7-year-olds. *Cognition*, 78, B27-B40.

- Hynd, G., Semrud-Clikeman, M., Lorys, A., Novey, E., & Eliopoulos, R.** (1990). Brain morphology in developmental dyslexia and attention deficit disorder/ hyperactivity. *Archives of Neurology*, 47, 919-926.
- Isaacs, E.B., Edmonds, C.J., Lucas, A., & Gadian, D.G.** (2001). Calculation difficulties in children of very low birthweight. A neural correlate. *Brain*, 124, 1701-1707.
- Jansen, H., Mannhaupt, G., Marx, H., & Skowronek, H.** (1999). *Bielefelder Screening zur Früherkennung von Lese-Rechtschreibschwierigkeiten (BISC)*. Göttingen: Hogrefe.
- Jenner, A.R., Rosen, G.D., & Galaburda, A.M.** (1999). Neuronal asymmetries in primary visual cortex of dyslexic and nondyslexic brains. *Annals of Neurology*, 46, 189-196.
- Johannes, S., Kussmaul, C.L., Munte, T.F., & Mangun, G.R.** (1996). Developmental dyslexia: Passive visual stimulation provides no evidence for a magnocellular processing defect. *Neuropsychologia*, 34, 1123-1127.
- Johnson, D.J. & Myklebust, H.R.** (1967). *Learning Disabilities: Educational Principles and Practice*. New York: Grune & Stratton.
- Johnson, D.J. & Myklebust, H.R.** (1976). *Lernschwächen: Ihre Formen und ihre Behandlung* (2. Aufl.). Stuttgart: Hippokrates.
- Kail, R.** (1992). Processing speed, speech rate, and memory. *Developmental Psychology*, 28, 899-904.
- Kaplan, B.J., Dewey, D., Crawford, S., & Fisher, G.** (1998). Deficits in long-term memory are not characteristic of ADHD. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 20, 518-528.
- Karmiloff-Smith, A.** (1992). *Beyond Modularity*. Cambridge: MIT Press.
- Katz, R.B.** (1986). Phonological deficiencies in children with reading disability: Evidence from an object naming task. *Cognition*, 22, 225-257.
- Kaufman, A.S. & Kaufman, N.L.** (1983). *Assessment Battery for Children*. MN: Circle Pines.
- Kelly, S.W., Griffiths, S., & Frith, U.** (2002). Evidence for implicit sequence learning in dyslexia. *Dyslexia*, 8, 43-52.
- Kinsbourne, M. & Warrington, E.K.** (1968). The developmental Gerstmann's syndrome. *Archives of Neurology*, 8, 490-501.
- Kirby, J.R. & Ashman, A.F.** (1984). Planning skills and mathematics achievement: Implications regarding learning disability. *Journal of Psychoeducational Assessment*, 2, 9-22.
- Klauer, K.J.** (1992). In Mathematik mehr leistungsschwache Mädchen, im Rechnen und Rechtschreiben mehr leistungsschwache Jungen? Zur Diagnostik von Teilleistungsschwächen. *Zeitschrift für Entwicklungspsychologie und Pädagogische Psychologie*, 24, 48-65.
- Klicpera, C.** (1984). Der neuropsychologische Beitrag zur Legasthenieforschung. Eine Übersicht über wichtige Erklärungsmodelle und Befunde. *Fortschritte der Neurologie und Psychiatrie*, 52, 93-103.
- Klicpera, C., & Gasteiger-Klicpera, B.** (1993). *Lesen und Schreiben - Entwicklung und Schwierigkeiten. Die Wiener Längsschnittuntersuchungen über die Entwicklung, den Verlauf und die Ursachen von Lese- und Schreibschwierigkeiten in der Pflichtschulzeit*. Bern: Hans Huber.
- Klicpera, C., Wolff, P.H., & Drake, C.** (1981). Bimanual coordination in adolescent boys with reading retardation. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 23, 617-625.

- Klicpera, C. & Savakis, M.** (1983). Das Behalten kurzer Geschichten bei leistungsunauffälligen und leseschwachen Schülern. *Psychologie in Erziehung und Unterricht*, 30, 24-30.
- Körner, K. & Hasselhorn, M.** (2001). *Empirische Analysen zu konstruierten und erfundenen Kunstwörtern*. Unveröffentlichtes Material, Universität Göttingen.
- Koperafrye, K., Dehaene, S. & Streissguth, A.P.** (1996). Impairments of number processing induced by prenatal alcohol exposure. *Neuropsychologia*, 34, 1187-1196.
- Korhonen, T.T.** (1991). Neuropsychological stability and prognosis of subgroups of children with learning disabilities. *Journal of Learning Disabilities*, 24(1), 48-57.
- Korhonen, T.T.** (1995). The persistence of rapid naming problems in children with reading disabilities: A nine-year follow up. *Journal of Learning Disabilities*, 28, 232-239.
- Korkman, M., Kirk, U., & Kemp, S.** (1998). *A Developmental Neuropsychological Assessment*. USA: The Psychological Corporation.
- Korkman, M. & Peltomaa, A.K.** (1993). Preventive treatment of dyslexia by a preschool training program for children with language impairments. *Journal of Clinical Child Psychology*, 22(2), 277-287.
- Korkman, M. & Pesonen, A.-E.** (1994). A comparison of neuropsychological test profiles of children with attention deficit-hyperactivity disorder and/or learning disorder. *Journal of Learning Disabilities*, 27(6), 383-392.
- Kosc, L.** (1974). Developmental dyscalculia. *Journal of Learning Disabilities*, 7, 46-59.
- Kosc, L.** (1981). Neuropsychological implications of diagnosis and treatment of mathematical learning disabilities. *Topics in Learning & Learning Disabilities*, 1(3), 19-30.
- Kossow, H.-J.** (1975). *Zur Therapie der Lese-, Rechtschreibschwäche*. Berlin: VEB Deutscher Verlag der Wissenschaften.
- Kronbichler, M., Hutzler, F., & Wimmer, H.** (2002). Dyslexia: Verbal impairments in the absence of magnocellular impairments. *Neuroreport*, 13(5), 617-620.
- Kushch, A., Gross-Glenn, K., Jallad, B., Lubs, H., Rabin, M., Feldman, E., & Duara, R.** (1993). Temporal lobe surface area measurements on MRI in normal and dyslexic readers. *Neuropsychologia*, 31, 811-821.
- Landerl, K.** (2001). Word recognition deficits in German: More evidence from a representative sample. *Dyslexia*, 7, 183-196.
- Landerl, K., Wimmer, H., & Frith, U.** (1997). The impact of orthographic consistency on dyslexia: A German-English comparison. *Cognition*, 63, 315-334.
- Landerl, K. & Wimmer, H.** (2000). Deficits in phoneme segmentation are not the core problem of dyslexia: Evidence from German and English children. *Applied Psycholinguistics*, 21, 243-263.
- Larsen, J.P., Hoien, T., Lundberg, I. & Odegaard, H.** (1990). MRI evaluation of the size and symmetry of the planum temporale in adolescents with developmental dyslexia. *Brain and Language*, 39, 289-301.
- Leonard, C.M., Voeller, K.K.S., Lombardino, L.J., Morris, M.K., Hynd, G.W., Alexander, A.W., Andersen, H.G., Garofalakis, M., Honeyman, J.C., Mao, J., Agee, O.F., & Staab, E.F.** (1993). Anomalous cerebral structure in

dyslexia revealed with magnetic resonance imaging. *Archives de Neurologie*, 50, 461-9.

Lewis, C., Hitch, G.J., & Walker, P. (1994). The prevalence of specific arithmetic difficulties and specific reading difficulties in 9 to 10 year-old boys and girls. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 35, 282-292.

Lezak, M.D. (1983). *Neuropsychological Assessment* (2nd ed.). New York: Oxford University Press.

Liberman, I.Y., & Shankweiler, D. (1979). Speech, the alphabet and teaching to read. In L. Resnick & P. Weaver (Eds.), *Theory and Practice of Early Reading* (Vol. 2). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

Light J.G. & De Fries, J.C. (1995). Comorbidity of reading and mathematics disabilities: Genetic and environmental etiologies. *Journal of Learning Disabilities*, 28, 96-106.

Linder, M. & Grisseemann, H. (1981, 2003⁶). *Zürcher Lesetest ZLT. Förderdiagnostik bei gestörtem Schriftspracherwerb*. Göttingen: Hans Huber.

Lindsay, R.L., Tomazic, T., Levine, M.D., & Accardo, P.J. (2001). Attentional function as measured by a continuous performance task in children with dyscalculia. *Developmental and Behavioral Pediatrics*, 22(5), 287-292.

Livingstone, M.S., Rosen, G.D., Drislane, F.W., & Galaburda, A.M. (1991). Physiological and anatomical evidence for magnocellular defect in developmental dyslexia. *Proceedings of the National Academic of Sciences USA*, 88, 7943-7.

Lösslein, H. & Deike-Beth, C. (2000). *Hirnfunktionsstörungen bei Kindern und Jugendlichen. Neuropsychologische Untersuchungen für die Praxis*. Köln: Deutscher Ärzte Verlag.

Lovegrove, W.J., Gazia, R.P., & Nicholson, S.B. (1990). Experimental evidence for a transient system deficit in specific reading disability. *Journal of American Optometrists Association*, 61, 137-146.

Lovegrove, W.J., Heddle, M., & Slaghuys, W. (1980). Reading disability: Spatial frequency specific deficits in visual information store. *Neuropsychologia*, 18, 111-115.

Lundberg, I. (2002). The child's route into reading and what can go wrong. *Dyslexia*, 8, 1-13.

Lundberg, I., Frost, J., & Petersen, O. (1988). Effects of an extensive program for stimulating phonological awareness in pre-school children. *Reading Research Quarterly*, 23, 263-84.

Luria, A.R. (1970). *Die höheren kortikalen Funktionen des Menschen und ihre Störungen bei örtlichen Hirnschädigungen*. Berlin: VEB Deutscher Verlag der Wissenschaften.

Luria, A.R. (1973). *The working brain: An introduction to neuropsychology* (B. Haigh, Trans.). London: Penguin.

Luria, A.R. (1980). *Higher cortical functions in man* (2nd ed.) (B. Haigh, Trans.). New York: Basic Books. (Original work published 1962).

Luria, A.R. (1986). *Die historische Bedingtheit individueller Erkenntnisprozesse*. Berlin und Weinheim: VCH.

Lytton, W.W. & Burst, J.C.M. (1989). Direct Dyslexia. Preserved oral reading of real words in Wernicke's aphasia. *Brain*, 112, 583-594.

Manis, F.R., Seidenberg, M.S., Doi, L.M., McBride-Chang, C., & Petersen, A. (1996). On the bases of two subtypes of developmental dyslexia. *Cognition*, 58, 157-95.

Mannhaupt, G. (1992). *Strategisches Lernen*. Heidelberg: Asanger.

- Manor, O., Shalev, R., Joseph, A., & Gross-Tsur, V.**, (2000). Arithmetic skills in kindergarten children with developmental language disorders. *European Journal of Paediatric Neurology*, 5, 71-77.
- Markus, A., Fritz, A., & Schmidt, M.** (1991). Entwicklungsbezogene Diagnostik bei zwei Kindern mit der seltenen „kombinierten Störung schulischer Fertigkeiten“ gemäß ICD-10, F81.3. *Zeitschrift für Kinder und Jugendpsychiatrie*, 19, 313-332.
- Marsh, G., Friedman, M., Welch, V., & Desberg, P.** (1981). A cognitive-developmental theory of reading acquisition. In G.E. MacKinnon & T.G. Waller (Eds.), *Reading research: Advances in theory and practice* (Vol. 3)(pp.199-221). New York: Academic Press.
- Marx, P., & Schneider, W.** (2000). Entwicklung eines Tests zur phonologischen Bewusstheit im Grundschulalter. In M. Hasselhorn, W. Schneider, & H. Marx (Hrsg.), *Diagnostik von Lese-Rechtschreibschwierigkeiten. Jahrbuch der pädagogisch-psychologischen Diagnostik* (Bd. 1) (S. 91-117). Göttingen: Hogrefe.
- Mattson, A.J., Sheer, D.E., & Fletcher, J.M.** (1992). Electrophysiological evidence of lateralized disturbances in children with learning disabilities. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 14, 707-716.
- Mauer, D.M., & Kamhi, A.G.** (1996). Factors that influence phoneme-grapheme correspondence learning. *Journal of Learning Disabilities*, 29, 259-270.
- Maughan, B.** (1995). Annotation: Long-term outcomes of developmental reading problems. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 36, 357-371.
- McAnally, K.I., & Stein, J.F.** (1996). Auditory temporal coding in dyslexia. *Proceedings of the Royal Society London B*, 263, 961-5.
- McArthur, G.M. & Bishop, D.V.M.** (2001). Auditory perceptual processing in people with reading and oral language impairments: Current issues and recommendations. *Dyslexia*, 7, 150-170.
- McCloskey, M.** (1992). Cognitive mechanisms in numerical processing: Evidence from acquired dyscalculia. *Cognition*, 44, 107-157.
- McCloskey, M., Caramazza, A., & Basili, A.G.** (1985). Cognitive mechanisms in number processing and calculation: Evidence from dyscalculia. *Brain and Cognition*, 4, 171-196.
- McCroskey, R.L. & Kidder, H.C.** (1980). Auditory fusion among learning disabled, reading disabled, and normal children. *Journal of Learning Disabilities*, 13, 69-76.
- McLean, J.F. & Hitch, G.J.** (1999). Working memory impairments in children with specific arithmetic learning difficulties. *Journal of Experimental Child Psychology*, 74, 240-260.
- McNeil, J.E. & Warrington, E.K.** (1994). A dissociation between addition and subtraction with written calculation. *Neuropsychologia*, 32(6), 717-728.
- Melchers, P. & Lehmkuhl, G.** (2000). Neuropsychologie des Kindes- und Jugendalters. In W. Sturm, M. Herrmann, & C.W. Wallesch (Hrsg.), *Lehrbuch der Klinischen Neuropsychologie* (S. 613-647). Lisse, NL: Swets & Zeitlinger.
- Melchers, P. & Preuß, U.** (1991). *K-ABC. Kaufman-Assessment Battery for Children. Deutschsprachige Fassung*. Frankfurt: Swets & Zeitlinger.
- Merzenich, M.M., Jenkins, W.M., Johnston, P., Schreiner, C., Miller, S.L., & Tallal, P.** (1996). Temporal processing deficits of language-learning impaired children ameliorated by training. *Science*, 271, 77-81.

- Miles, E.** (2000). Dyslexia may show a different face in different languages. *Dyslexia*, 6, 193-201.
- Miles, T.R.** (1983). *Dyslexia: The pattern of difficulties*. London: Granada.
- Miles, T.R.** (2002). Some theoretical considerations. In T.R. Miles & E. Miles (Eds.), *Dyslexia and mathematics* (pp. 1-22). London: Routledge.
- Miles, T.R. & Ellis, N.C.** (1981). „A lexical encoding deficiency II“. In G.Th. Pavlidis & T.R. Miles (Eds.), *Dyslexia research and its applications to education* (pp. 217-243). Chichester: Wiley.
- Miller, S.P. & Mercer, C.D.** (1997). Educational aspects of mathematics disabilities. *Journal of Learning Disabilities*, 30, 47-56.
- Mody, M., Studdert-Kennedy, M., & Brady, S.** (1997). Speech perception deficits in poor readers: Auditory processing or phonological coding? *Journal of Experimental Child Psychology*, 58, 112-23.
- Moore, L.H., Brown, W.S., Markee, T.E., Theberge, D.C., & Zvi, J.C.** (1995). Bimanual coordination in dyslexic adults. *Neuropsychologia*, 33(6), 781-793.
- Morton, J. & Frith, U.** (1995). Structural approaches to developmental psychopathology. In D. Cicchetti and D.J. Cohen (Eds.), *Developmental psychopathology* (Vol. 1) (pp. 357-390). New York, Wiley.
- Morris, R.D., Stuebing, K.K., Fletcher, J.M., Shaywitz, S.E., Lyon, G.R., Shankweiler, D.P., Katz, L., Francis, D.J., & Shaywitz, B.A.** (1998). Subtypes of reading disability: Variability around a phonological core. *Journal of Educational Psychology*, 90, 347-373.
- Mottier, G.** (1951). Der Mottier-Test. Über Untersuchungen zur Sprache lesegestörter Kinder. *Folia Phoniatica*, 3, 170-177.
- Nagarajan, S., Mahncke, H., Salz, T., Tallal, P., Roberts, T., & Merzenich, M.M.** (1999). Cortical auditory signal processing in poor readers. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*, 96, 6483-6488.
- National Joint Committee on Learning Disabilities** (1991). *Learning disabilities: Issues on definition*. *Asha*, 33, (Suppl. 5), 18-20.
- Nelson, H.E., & Warrington, E.K.** (1980). An investigation of memory functions in dyslexic children. *British Journal of Psychology*, 71, 487-503.
- Neumärker, K.J.** (2000). Mathematics and the brain: Uncharted territory? *European Child & Adolescent Psychiatry*, 9, II/2-II/10.
- Neumärker, K.J. & Bzafka, M.W.** (1986). Konzeption der klinischen Neuropsychologie bei Hirnfunktionsstörungen und deren Diagnostik im Kindesalter am Beispiel des Berliner Luria-Neuropsychologischen Verfahrens für Kinder (BLN-K). *Zeitschrift für ärztliche Fortbildung*, 80, 1021-1024.
- Neumärker, K.J. & Bzafka, M.W.** (1988). *Berliner-Luria-Neuropsychologisches Verfahren für Kinder (BLN-K)*. Berlin: Psychodiagnostisches Zentrum der HUB.
- Nicolson, R.I., & Fawcett, A.J.** (1990). Automaticity: A new framework for dyslexia research. *Cognition*, 35, 159-82.
- Nicolson, R.I., & Fawcett, A.J.** (1995). Dyslexia is more than a phonological disability. *Dyslexia*, 1, 19-36.
- Nicolson, R.I., & Fawcett, A.J.** (1999). Developmental dyslexia: The role of the cerebellum. *Dyslexia*, 5, 155-177.
- Nicolson, R.I., Fawcett, A.J., Berry, E.L., Jenkins, I.H., Dean, P., & Brooks, D.J.** (1999). Motor learning difficulties and abnormal cerebellar activation in dyslexic adults. *The Lancet*, 353, 43-47.

- Nicolson, R.I., Fawcett, A.J., & Dean, P.** (2001). Developmental dyslexia: The cerebellar deficit hypothesis. *Trends in Neurosciences*, 24 (9), 508-511.
- Noël, M.P. & Seron, X.** (1993). Arabic number reading deficit: A single case study or when 236 is read (2306) and judged superior to 1258. *Cognitive Neuropsychology*, 10 , 317-339.
- O'Hare, A.E., Brown, J.K., & Aitken, K.** (1991). Dyscalculia in children. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 33, 356-361.
- Olson, R.K., Wise, B., Conners, F., Rack, J., & Fulker, D.** (1989). Specific deficits in component reading and language skills: genetic and environmental influences. *Journal of Learning Disabilities*, 22, 339-48.
- Paulesu, E., Démonet, J.-F., Fazio, F., McCrory, E., Chanoine, V., Brunswick, N., Cappa, S.F., Cossu, G., Habib, M., Frith, C.D., & Frith, U.** (2001). Dyslexia: Cultural diversity and biological unity. *Science*, 291(5511), 2165.
- Paulesu, E., Frith, U., Snowling, M., Gallagher, A., Morton, J., Frackowiak, R., & Frith, Ch.** (1996). Is developmental dyslexia a disconnection syndrome? Evidence from PET scanning. *Brain*, 119, 143-157.
- Pelletier, P.M., Ahmad, S.A., & Rourke, B.P.** (2001). Classification rules for basic phonological processing disabilities and nonverbal learning disabilities: Formulation and external validity. *Child Neuropsychology*, 7(2), 84-98.
- Pennington, B.F., Groisser, D., & Welsh, M.C.** (1993). Contrasting cognitive deficits in attention deficit hyperactivity disorder versus reading disability. *Developmental Psychology*, 29(3), 511-523.
- Perfetti, C.A.** (1985). *Reading ability*. New York: Oxford University Press.
- Perfetti, C.A.** (1992). The representation problem in reading acquisition. In P.B. Gough, L.C. Ehri, & R. Trieman (Eds.), *Reading acquisition* (pp. 145-174). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Piaget, J.** (1952). *The child's conception of number*. London: Routledge and Kegan Paul.
- Piaget, J.** (1970). *Genetic Epistemology*. New York: Columbia University.
- Piaget, J. & Szeminska, A.** (1965). *Die Entwicklung des Zahlbegriffs beim Kinde*. Stuttgart: Kohlhammer.
- Preilowski, B., Wannke, M., & Blender, A.** (2003). *Cerebral laterality and interhemispheric interaction in children with developmental dyslexia and dysgraphia*. Program No. 647.9. 2003 Abstract Viewer/Itinerary Planner. Washington, DC: Society for Neuroscience.
- Prior, M.** (1996). *Understanding specific learning difficulties*. Sussex, England: Psychology Press.
- Prior, M., Smart, D., Sanson, A., & Oberklaid, F.** (1999). Relationships between learning difficulties and psychological problems in preadolescent children from a longitudinal sample. *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, 38, 429-437.
- Pugh, K.R., Mencl, W.E., Jenner, A.R., Katz, L., Frost, S.J., Lee, J.R., Shaywitz, S.E., & Shaywitz, B.A.** (2001). Neurobiological studies of reading and reading disability. *Journal of Communication Disorders*, 34, 479-492.
- Pugh, K.R., Mencl, W.E., Shaywitz, B.A., Shaywitz, S.E., Fulbright, R.K., Constable, R.T., Skudlarski, P., Marchione, K.E., Jenner, A.R., Fletcher, J.M., Liberman, A.M., Shankweiler, D.P., Katz, L., Lacadie, C., & Gore, J.C.** (2000). The angular gyrus in developmental dyslexia: Task-specific differences in functional connectivity within posterior cortex. *Psychological Science*, 11(1), 51-56.

- Raberger, T. & Wimmer, H.** (1999). Ist Leseschwäche durch ein Automatisierungsdefizit verursacht? *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie*, 13(1/2), 74-83.
- Radigk, W.** (1986). *Kognitive Entwicklung und zerebrale Dysfunktion*. Dortmund: Verlag Modernes Lernen.
- Räsänen, P. & Ahonen, T.** (1995). Arithmetic disabilities with and without reading difficulties: A comparison of arithmetic errors. *Developmental Neuropsychology*, 11(3), 275-295.
- Ramaa, S. & Gowramma, I.P.** (2002). A systematic procedure for identifying and classifying children with dyscalculia among primary school children in India. *Dyslexia*, 8, 67-85.
- Ramus, F., Rosen, S., Dakin, S.C., Day, B.L., Castellote, J.M., White, S., & Frith, U.** (2003). Theories of developmental dyslexia: insights from a multiple case study of dyslexic adults. *Brain*, 126(Pt 4), 841-65.
- Raymond, J.E. & Sorensen, R.E.** (1998). Visual motion perception in children with dyslexia: Normal detection but abnormal integration. *Visual Cognition*, 5, 389-404.
- Regard, M., Strauss, E., & Knapp, P.** (1982). Children's production on verbal and non-verbal fluency tasks. *Perceptual and Motor Skills*, 55, 839-844.
- Reitan, R.M.** (1969). *Manual for Administration of Neuropsychological Test Batteries for Adults and Children*. Indianapolis: Privately published by the author.
- Reitan, R.M. & Davison, L.A.** (1974). *Clinical neuropsychology: Current status and applications*. Washington, DC: V.H. Winston & Sons.
- Reitan, R. & Wolfson, D.** (1985). *The Halstead-Reitan neuropsychological test battery: Theory and clinical interpretation*. Tucson: Neuropsychology Press.
- Remschmidt, H. & Schmidt, M.** (1981) (Hrsg.). *Neuropsychologie des Kindesalters*. Stuttgart: Enke.
- Remschmidt, H., Schmidt, M., & Poustka, F.** (2001). *Multiaxiales Klassifikationsschema für psychische Störungen des Kindes- und Jugendalters nach IDC-10 der WHO* (4. Aufl.). Bern: Hans Huber.
- Remschmidt, H. & Walter, R.** (1989). *Evaluation kinder- und jugendpsychiatrischer Versorgung. Analysen und Erhebungen in drei hessischen Landkreisen*. Stuttgart: Enke.
- Romani, A., Conte, S., Callieco, R., Bergamaschi, R., Versino, M., Lanzi, G., Zambrino, C.A., & Cosi, V.,** (2001). Visual evoked potential abnormalities in dyslexic children. *Functional Neurology*, 16, 219-229.
- Rosenberger, P.B.** (1989). Perceptual-motor and attentional correlates of developmental dyscalculia. *Annals of Neurology*, 26(2), 216-220.
- Roth, E. & Schneider, W.** (2002). Langzeiteffekte einer Förderung der phonologischen Bewusstheit und der Buchstabenkenntnis auf den Schriftspracherwerb. *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie*, 16(2), 99-107.
- Rourke, B.P.** (1985). *Neuropsychology of learning disabilities: Essentials of subtype analysis*. New York: Guilford Press.
- Rourke, B.P.** (1987). Syndrome of nonverbal learning disabilities: The final common pathway of white-matter disease/ dysfunction? *The Clinical Neuro-psychologist*, 1, 209-234.
- Rourke, B.P.** (1988). The syndrome of nonverbal learning disabilities: Developmental manifestations in neurological disease, disorder, and dysfunction. *The Clinical Neuropsychologist*, 2, 293-330.

- Rourke, B.P.** (1989). *Nonverbal learning disabilities. The syndrome and the model*. New York: Guilford Press.
- Rourke, B.P.** (1991) (Ed.). *Neuropsychological validation of learning disability subtypes*. New York: Guilford Press.
- Rourke, B.P.** (1993). Arithmetic disabilities, specific and otherwise: A neuropsychological perspective. *Journal of Learning Disabilities*, 26(4), 214-226.
- Rourke, B.** (1994). Neuropsychological assessment of children with learning disabilities: Measurement issues. In R. Lyon (Ed.), *Frames of reference for the assessment of learning disabilities: New views of measurement issues* (pp. 475-514). Baltimore: P.H. Brookes.
- Rourke, B.P.** (1995). Introduction: The NLD syndrome and the white matter model. In B.P. Rourke (Ed.), *Syndrome of nonverbal learning disabilities: Neurodevelopmental manifestations* (pp. 1-26). New York: Guilford Press.
- Rourke, B.P., Bakker, D.J., Fisk, J.L., & Strang, J.D.** (1983). *Child neuropsychology: An introduction to theory research and clinical practice*. New York: Guilford Press.
- Rourke, B.P. & Conway, J.A.** (1997). Disabilities of arithmetic and mathematical reasoning: Perspectives from neurology and neuropsychology. *Journal of Learning Disabilities*, 30, 34-46.
- Rourke, B.P. & Finlayson, M.A.J.** (1978). Neuropsychological significance of variations in patterns of academic performance: Verbal and visuo-spatial abilities. *Journal of Abnormal Child Psychology*, 6(1), 121-133.
- Rourke, B.P. & Fuerst, D.R.** (1991). *Learning disabilities and psychosocial functioning*. New York: Guilford Press.
- Rourke, B.P. & Strang, J.D.** (1983). Subtypes of reading and arithmetical disabilities: A neuropsychological analysis. In M. Rutter (Ed.), *Developmental neuropsychiatry* (pp. 473-488). New York: Guilford Press.
- Ruddock, K.H.** (1991). Visual search in dyslexia. In: J. Stein (Ed.), *Vision and Visual Dyslexia*, London: MacMillan, 58-83.
- Rumsey, J.M., Andreason, P., Zametkin, A.J., Aquino, R., King, A.D., Hamburger, S.D., Pikus, A., Rapoport, J.L., & Cohen, R.M.** (1992). Failure to activate the left temporoparietal cortex in dyslexia: An oxygen 15 positron emission tomographic study. *Archives of Neurology*, 49, 527-534.
- Rumsey, J.M., Andreason, P., Zametkin, A.J., King, A.C., Hamburger, S.D., Aquino, T., Hanahan, A.P., Pikus, A., & Cohen, R.M.** (1994). Right Frontotemporal Activation by Tonal Memory in Dyslexia: An O 15 PET Study. *Biological Psychiatry*, 36, 153-170.
- Rumsey, J.M., Horwitz, B., Donohue, B.C., Nace, K.L., Maisog, J.M., & Andreason, P.** (1999). A Functional Lesion in Developmental Dyslexia: Left Angular Gyrus Blood Flow Predicts Severity. *Brain and Language*, 70, 187-204.
- Rumsey, J.M., Nace, K., Donohue, B., Wise, D., Maisog, J.M., & Andreason, P.** (1997). A Positron Emission Tomographic Study of Impaired Word Recognition and Phonological Processing in Dyslexic Men. *Archives of Neurology*, 54, 562-573.
- Rutter, M., Tizard, J., Yule, W., Graham, P., & Whitmore, K.** (1976). Research report: Isle of Wight studies 1964-1974. *Psychological Medicine*, 6, 313-332.
- Sarimski, K.** (1990). Zum Wert neuropsychologischer Testbatterien in der Diagnostik von lern- oder geistbehinderten Kindern. *Zeitschrift für Heilpädagogik*, 41, 88-94.

- Satz, P., Morris, R., & Fletcher, J.M.** (1986). Hypotheses, subtypes, and individual differences in dyslexia: Some reflections. In D.R. Gray & J.F. Kavanagh (Eds.), *Behavioral measures of dyslexia* (pp. 25-40). Parkton, MD: York Press.
- Scarborough, H.S.** (1990). Very early language deficits in dyslexic children. *Child Development*, 61, 1728-43.
- Schneider, W., Ennemoser, M., Roth, E. & Küspert, P.** (1999a). Kindergarten prevention of dyslexia: Does training in phonological awareness work for everybody? *Journal of Learning Disabilities*, 32, 429-436.
- Schneider, W., Roth, E., & Küspert, P.** (1999b). Frühe Prävention von Lese-Rechtschreibproblemen: Das Würzburger Trainingsprogramm zur Förderung sprachlicher Bewusstheit bei Kindergartenkindern. *Kindheit und Entwicklung*, 8(3), 147-152.
- Schulte-Körne, G., Deimel, W., Bartling, J., & Remschmidt, H.** (1998a). Role of auditory temporal processing for reading and spelling disability. *Perceptual and Motor Skills*, 86, 1043-1047.
- Schulte-Körne, G., Deimel, W., Bartling, J., & Remschmidt, H.** (1998b). Auditory processing and dyslexia. Evidence for a specific speech processing deficit. *NeuroReport*, 9, 337-340.
- Schulte-Körne, G., Deimel, W., Müller, K., Gutenbrunner, C., & Remschmidt, H.** (1996). Familial aggregation of spelling disorder. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 37, 817-822.
- Schulte-Körne, G., Deimel, W., & Remschmidt, H.** (2001). Zur Diagnostik der Lese-Rechtschreibstörung. *Zeitschrift für Kinder- und Jugendpsychiatrie und Psychotherapie*, 29(2), 113-116.
- Schulte-Körne, G., Grimm, T., Nöthen, M.M., Müller-Myhsok, B., Cichon, S., Vogt, I.R., Propping, P., & Remschmidt, H.** (1998c). Evidence for linkage of spelling disability to chromosome 15. *American Journal of Human Genetics*, 63, 279-282.
- Schulte-Körne, G., Nöthen, M.M., Cichon, S., Grimm, T., Müller-Myhsok, B., & Propping, P.** (1998d). A linkage study of spelling disorder in chromosomes 1, 6 and 15. 6th World Congress on Psychiatric Genetics. *American Journal of Medical Genetics*, 81, 459.
- Schulte-Körne, G., Nöthen, M.M., & Remschmidt, H.** (1998e). Genetik der Lese-Rechtschreibstörung (Legasthenie). *Medizinische Genetik*, 10, 402-405.
- Seidenberg, M.S. & McClelland, J.L.** (1989). A distributed, developmental model of word recognition and naming. *Psychological Review*, 96, 523-568.
- Semrud-Clikeman, M., Biederman, J., Sprich-Buckminster, S., Krifcher Lehman, B., Faraone, S.V., & Norman, D.** (1992). The incidence of ADHD and concurrent learning disabilities. *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, 31, 439-448.
- Semrud-Clikeman, M. & Hynd, G.W.** (1990). Right hemispheric dysfunction in nonverbal learning disabilities. Social, academic, and adaptive functioning in adults and children. *Psychological Bulletin*, 107(2), 196-209.
- Seymour, P.H.K., Duncan, L.G., & Bolik, F.M.** (1999). Rhymes and phonemes in the common unit task: Replications and implications for beginning reading. *Journal of Research in Reading*, 22, 113-130.
- Seymour, P.H.K., & Elder, L.** (1986). Beginning reading without phonology. *Cognitive Neuropsychology*, 3, 1-37.

- Shafir, U. & Siegel, L.S.** (1994). Subtypes of learning disabilities in adolescents and adults. *Journal of Learning Disabilities*, 27, 123-134.
- Shalev, R.S., & Gross-Tsur, V.** (1993). Developmental dyscalculia and medical assessment. *Journal of Learning Disabilities*, 26, 134-137.
- Shalev, R.S., Manor, O., Amir, N., Wertman-Elad, R., & Gross-Tsur, V.** (1995). Developmental dyscalculia and brain laterality. *Cortex*, 31, 357-365.
- Shalev, R.S., Manor, O., Auerbach, J., & Gross-Tsur, V.** (1998). Persistence of developmental dyscalculia: What counts? Results from a three year prospective follow-up study. *Journal of Pediatrics*, 133, 358-362.
- Shalev, R.S., Manor, O., Kerem, B., Ayali, M., Badichi, N., Friedlander, Y., & Gross-Tsur, V.** (2001). Developmental dyscalculia is a familial learning disability. *Journal of Learning Disabilities*, 34(1), 59-65.
- Shallice, T.** (1982). Specific impairments of planning. *Philosophical Transactions. The Royal Society of London B*, 298, 199-209.
- Share, D.L., Moffit, T.E., & Silva, P.A.** (1988). Factors associated with arithmetic and reading disability and specific arithmetic disability. *Journal of Learning Disabilities*, 21, 313-320.
- Sharon, T. & Wynn, K.** (1998). Individuation of actions from continuous motion. *Psychological Science*, 9, 357-362.
- Shaywitz, S.E., Escobar, M.D., Shaywitz, B.A., Fletcher, J.M., & Mackuck, R.** (1992). Evidence that dyslexia may represent the lower tail of a normal distribution of reading ability. *New England Journal of Medicine*, 324, 145-150.
- Shaywitz, S.E., Fletcher, J.M., Holahan, J.M., Shneider, A.E., Marchione, K.E., Stuebing, K.K., Francis, D.J., Pugh, K.R., & Shaywitz, B.A.** (1999). Persistence of dyslexia: The Connecticut longitudinal study of adolescence. *Pediatrics*, 104, 1351-1359.
- Shaywitz, B.A., Fletcher, J.M., & Shaywitz, S.E.** (1995). Defining and classifying learning disabilities and attention-deficit/hyperactivity disorder. *Journal of Child Neurology*, 10, 50-57.
- Shaywitz, S.E., Fletcher, J.M., & Shaywitz, B.A.** (1996a). A conceptual model and definition of dyslexia: findings emerging from the Connecticut Longitudinal Study. In J.M. Beitchman (Ed.), *Language, learning, and behavior disorders: developmental, biological and clinical perspectives* (pp. 199-223). Cambridge: Cambridge University Press.
- Shaywitz, S.E., Shaywitz, B.A., Fletcher, J.M., Escobar, J.M.** (1990). Prevalence of reading disability in boys and girls. *Journal of the American Medical Association*, 264, 998-1002.
- Shaywitz, S.E., Shaywitz, B.A., Pugh, K.R., Fulbright, R.K., Constable, R.T., Mencl, W.E., Shankweiler, D.P., Liberman, A. M., Skudlarski, P., & Fletcher, J.M.** (1998). Functional disruption in the organisation of the brain for reading in dyslexia. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*, 95, 2636-3641.
- Shaywitz, S.E., Shaywitz, B.A., Pugh, K.R., Skudlarski, P., Fulbright, R.K., Constable, T., Bronen, R.A., Fletcher, J.M., Liberman, A.M., Shankweiler, D.P., Katz, L., Lacadie, C., Marchione, K.E., & Gore, J.C.** (1996b). The Neurobiology of Developmental Dyslexia as viewed through the Lens of Functional Magnetic Resonance Imaging Technology. In G.R. Lyon & J.M. Rumsey (Eds.), *Neuroimaging: A Window to the Neurological Foundations of Learning and Behavior of Children* (pp. 79-94). Baltimore: Paul H. Brookes Publishing Co..

- Siegel, L.S. & Linder, B.A.** (1984). Shortterm memory processes in children with reading and arithmetic learning disabilities. *Developmental Psychology*, 20, 200-207.
- Siegel, L.S. & Ryan, E.B.** (1989). The development of working memory in normally achieving and subtypes of learning disabled children. *Child Development*, 60, 973-980.
- Simon, T.J., Hespos, S.J. & Rochat, P.** (1995). Do infants understand simple arithmetic? A replication of Wynn (1992). *Cognitive Development*, 10, 253-269.
- Sivan, A.B., & Spreen, O.** (1996). *Der Benton-Test* (7th ed.). Bern: Hans Huber.
- Skottun, B.C.** (2000). The magnocellular deficit theory of dyslexia: the evidence from contrast sensitivity. *Vision Research*, 40, 111-127.
- Slaghuys, W.L. & Ryan, J.F.** (1999). Spatio-temporal contrast sensitivity, coherent motion, and visible persistence in developmental dyslexia. *Vision Research*, 39, 651-68.
- Snowling, M.J.** (1980). The development of grapheme-phoneme correspondence in normal and dyslexic readers. *Journal of Experimental Child Psychology*, 29, 294-305.
- Snowling, M.J.** (2001a). *Dyslexia* (2.ed). Oxford: Blackwell.
- Snowling, M.J.** (2001b). From language to reading and dyslexia. *Dyslexia*, 7, 37-46.
- Snowling, M.J., Goulandris, N., & Defty, N.** (1998). Developmental and variation in developmental dyslexia. In C. Hulme & R.M. Joshi (Eds.), *Reading and Spelling: Development and Disorders* (pp. 201-17). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Spear-Swerling, L., & Sternberg, R.** (1994). The road not taken: An integrative theoretical model of reading disability. *Journal of Learning Disabilities*, 27, 91-104.
- Spinelli, D., Angelelli, P., De Luca, M., Di Pace, E., Judica, A., & Zoccolotti, P.** (1997). Developmental surface dyslexia is not associated with deficits in the transient visual system. *Neuroreport*, 8, 1807-12.
- Spreen, O.** (1981). The relationship between learning disability, neurological impairment, and delinquency. Results of a follow-up study. *Journal of Nervous and Mental Diseases*, 169, 791-799.
- Spreen, O., & Benton, A.L.** (1969, 1977). *Neurosensory Center Comprehensive Examination for Aphasia*. Victoria, BC: University of Victoria, Neuropsychology Laboratory.
- Stanescu-Cosson, R., Pinel, P., van de Moortele, P.-F., Le Bihan, D., Cohen, L., & Dehaene, S.** (2000). Understanding dissociations in dyscalculia. A brain imaging study of the impact of number size on the cerebral networks for exact and approximate calculation. *Brain*, 123, 2240-2255.
- Stanovich, K.E.** (1981). Relationships between word decoding speed, general name-retrieval ability, and reading progress in first-grade children. *Journal of Educational Psychology*, 73, 809-815.
- Stanovich, K.E.** (1986). Matthew effects in reading: Some consequences of individual differences in the acquisition of literacy. *Reading Research Quarterly*, 21, 360-407.
- Stanovich, K.E.** (1987). Toward an interactive-compensatory model of individual differences in the development of reading fluency. *Reading Research Quarterly*, 16, 32-71.

- Stanovich, K.E.** (1988). Explaining the differences between the dyslexic and the garden-variety poor reader: The phonological-core variable-difference model. *Journal of Learning Disabilities*, 21, 590-604.
- Stanovich, K.E.** (1991). Discrepancy definitions of reading disabilities: Has intelligence led us astray? *Reading Research Quarterly*, 26 (1), 7-29.
- Stanovich, K.E., Siegel, L., Gottardo, A., Chiappe, P., & Sidhu, R.** (1997). Subtypes of Developmental Dyslexia: Differences in Phonological and Orthographic Coding. In B. Blachman (Ed.), *Foundations of reading acquisition and dyslexia: Implications for early intervention* (pp. 115-141). New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Starkey, P.** (1992). The early development of numerical reasoning. *Cognition*, 43, 93-126.
- Starkey, P., Spelke, E.S., & Gelman, R.** (1990). Numerical abstraction by human infants. *Cognition*, 36, 97-127.
- Steeves, K.J.** (1983). Memory as a factor in the computational efficiency of dyslexic children with high abstract reasoning ability. *Annals of Dyslexia*, 33, 141-152.
- Stein, J.** (2001). The magnocellular theory of developmental dyslexia. *Dyslexia*, 7, 12-36.
- Stein, J. & Talcott, J.** (1999). Impaired neuronal timing in developmental dyslexia - The Magnocellular Hypothesis. *Dyslexia*, 5, 59-77.
- Stein, J., Richardson, A.J., & Fowler, M.S.** (2000). Monocular occlusion can improve binocular control and reading in dyslexics. *Brain*, 123, 164-170.
- Stein, J., & Walsh, V.** (1997). To see, but not to read; the magnocellular theory of dyslexia. *Trends in neurosciences*, 20, 147-152.
- Strang, J.D. & Rourke, B.P.** (1983). Concept-formation/non-verbal reasoning abilities of children who exhibit specific academic problems with arithmetic. *Journal of Clinical Child Psychology*, 12, 33-39.
- Strauss, A.A. & Werner, H.** (1938). Deficiency in the finger schema in relation to arithmetic disability (finger agnosia and acalculia). *American Journal of Orthopsychiatry*, 8, 719-725.
- Strauss, M.S. & Curtis, L.E.** (1984). Development of numerical concepts in infancy. In C. Sophian (Ed.), *Origins of Cognitive Skills: The Eighteenth Carnegie Symposium on cognition* (pp. 131-155). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Strehlow, U., Kluge, R., Möller, H., & Haffner, J.** (1992). Der langfristige Verlauf der Legasthenie über die Schulzeit hinaus: Katamnesen aus einer Kinderpsychiatrischen Ambulanz. *Zeitschrift für Kinder- und Jugendpsychiatrie*, 20, 254-265.
- Stuart, M. & Coltheart, M.** (1988). Does reading develop in a sequence of stages? *Cognition*, 30, 139-181.
- Studdert-Kennedy, M. & Mody, M.** (1995). Auditory temporal perception deficits in the reading-impaired: A critical review of the evidence. *Psychonomic Bulletin and Review*, 2, 508-14.
- Süß-Burghart, H.** (2001). Gibt es bei Kindern mit Dyskalkulie typische Fähigkeitsstärken und -schwächen? *Frühförderung interdisziplinär*, 20. Jg., 62-70.
- Swanson, H.L.** (1986). Multiple coding processes in learning disabled and skilled readers. In S.J. Ceci (Ed.), *Handbook of cognitive, social, and neurological aspects of learning disabilities* (Vol. 1) (pp. 203-228). Hillsdale, NJ: Erlbaum.

- Swanson, H.L.** (1993). Working memory in learning disability subgroups. *Journal of Experimental Child Psychology*, 56(1), 87-114.
- Swanson, H.L. & Sachse-Lee, C.** (2001). Mathematical problem solving and working memory in children with learning disabilities: Both executive and phonological processes are important. *Journal of Experimental Child Psychology*, 79, 294-321.
- Tallal, P.** (1980). Auditory-temporal perception, phonics and reading disabilities in children. *Brain and Language*, 9, 182-98.
- Tallal, P., & Fitch, R.H.** (1993). Neurobiological basis of speech: A case for the preeminence of temporal processing. In P. Tallal, A.M. Galaburda, R.R. Llinás, & C. von Euler (Eds.), *Temporal information processing in the nervous system: Special reference to dyslexia and dysphasia* (pp. 27-47). New York: The New York Academy of Sciences.
- Tallal, P., Miller, S., & Fitch, R.H.** (1993). Neurobiological basis of speech: A case for the preeminence of temporal processing. *Annals New York Academy of Sciences USA*, 682, 27-47.
- Tallal, P., Miller, S.L., Jenkins, W.M., & Merzenich, M.M.** (1997). The role of temporal processing in developmental language-based learning disorders: Research and clinical implications. In B. Blachman (Ed.), *Foundations of reading acquisition and dyslexia: Implications for early intervention* (pp. 49-66). New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Tallal, P., & Piercy, M.** (1973). Defects of non-verbal auditory perception in children with developmental aphasia. *Nature*, 241, 468-469.
- Teeter, P. & Semrud-Clikeman, M.** (1997). *Child clinical neuropsychology: Assessment and interventions for neuropsychiatric and neurodevelopmental disorders of childhood*. Boston: Allyn & Bacon.
- Temple, C.** (1998). *Developmental Cognitive Neuropsychology*. Sussex, UK: Psychology Press.
- Temple, C.M. & Marshall, J.C.** (1983). A case study of developmental phonological dyslexia. *British Journal of Psychology*, 74, 517-533.
- Temple, E. & Posner, M.** (1998). Brain mechanisms of quantity are similar in 5-year-olds and adults. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*, 95(13), 7836-7841.
- Torgesen, J., Morgan, S., & Davis, C.** (1992). Effects of two types of phonological awareness training on word learning in kindergarten children. *Journal of Educational Psychology*, 84, 364-370.
- Torgesen, J.K., Wagner, R.K., & Rashotte, C.A.** (1994). Longitudinal studies of phonological processing and reading. *Journal of Learning Disabilities*, 27, 276-86.
- Torgesen, J.K., Wagner, R.K., Simmons, K., & Laughon, P.** (1990). Identifying phonological coding problems in disabled readers: Naming, counting, or span measures. *Learning Disability Quarterly*, 13, 236-243.
- Trenerry, M.R., Crosson, B., DeBoe, J., & Leber, W.R.** (1990). *Visual Search and Attention Test*. Odessa, FL.: Psychological Assessment Resources.
- Valtin, R.** (2000). Von der klassischen Legasthenie zur LRS - notwendige Klarstellungen. In I.M. Naegele & R. Valtin (Hrsg.), *LRS in den Klassen 1-10. Bd. 2: Schulische Förderung und außerschulische Therapien* (S. 16-35). Weinheim: Beltz.

- Velay, J.-L., Daffaure, V., Giraud, K., & Habib, M.** (2002). Interhemispheric sensorimotor integration in pointing movements: A study on dyslexic adults. *Neuropsychologia*, 40, 827-834.
- Vellutino, F.R. & Scanlon, D.M.** (1989). Phonological coding, phonological awareness and reading ability: Evidence from a longitudinal and experimental study. *Merrill-Palmer Quarterly*, 33, 321-363.
- Vellutino, F.R. & Scanlon, D.M.** (1991). The effects on instructional bias on word identification. In L. Rieben and C. Perfetti (Eds.), *Learning to read* (pp. 189-205). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Vellutino, F.R., Scanlon, D.M., & Spearing, D.** (1995). Semantic and phonological coding in poor and normal readers. *Journal of Experimental Child Psychology*, 59, 76-123.
- Venger, L.A., & Holmomskaia, V.V.** (Eds.) (1978). *Diagnostika umst vernogo nazvitija doskolnekov. [Diagnosing the cognitive development of preschool children]*. Moscow: Pedagogika.
- Vik, P. & Ruff, R.R.** (1988). Children's figural fluency performance: Development of strategy use. *Developmental Neuropsychology*, 4, 63-74.
- von Aster, M.G.** (1994). Developmental dyscalculia in children: Review of the literature and clinical validation. *Acta Paedopsychiatrica*, 56, 169-178.
- von Aster, M.G.** (1996a). *Die Störungen des Rechnens und der Zahlenverarbeitung in der kindlichen Entwicklung*. Habilitationsschrift, Medizinische Fakultät der Universität Zürich.
- von Aster, M.G.** (1996b). Psychopathologische Risiken bei Kindern mit umschriebenen schulischen Entwicklungsstörungen. *Kindheit und Entwicklung*, 5, 53-59.
- von Aster, M.G.** (2000). Developmental cognitive neuropsychology of number processing and calculation: Varieties of developmental dyscalculia. *European Child & Adolescent Psychiatry*, 9, 1141-1157.
- von Aster, M.G.** (2003). Neurowissenschaftliche Ergebnisse und Erklärungsansätze zu Rechenstörungen. In A. Fritz, G. Ricken, G., & S. Schmidt (Hrsg.), *Rechenschwäche. Lernwege, Schwierigkeiten und Hilfen bei Dyskalkulie* (S. 163-178). Beltz: Weinheim.
- von Aster, M.G., Deloche, G., Gaillard, F., & Tièche, C.** (1995). Die Neuropsychologische Testbatterie für Zahlenverarbeitung und Rechnen bei Kindern (ZAREKI). *Zeitschrift für Kinder- und Jugendpsychiatrie* (Suppl. 1), 23, 203.
- von Aster, M. & Göbel, D.** (1990). Kinder mit umschriebener Rechenschwäche in einer Inanspruchnahmepopulation. *Zeitschrift für Kinder- und Jugendpsychiatrie*, 18, 23-28.
- Waber, D.P., Weiler, M.D., Wolff, P.H., Bellinger, D., Marcus, D.J., Ariel, R., Forbes, P., & Wypij, D.** (2001). Processing of rapid auditory stimuli in school-age children referred for evaluation of learning disorders. *Child Development*, 72, 37-49.
- Wagner, R.K., Torgesen, J.K., & Rashotte, C.** (1993, April). *The efficacy of phonological awareness training for early reading achievement: A meta-analysis*. Paper presented at the annual meeting of the American Educational Research Association, Atlanta, GA.
- Walker, P., Hitch, G.J., Doyle, A., & Porter, T.** (1994). The development of short-term visual memory in young children. *International Journal of Behavioral Development*, 17(1), 73-89.

- Walton, P.D. , Walton, L.M., & Felton, K.** (2001). Teaching rime analogy or letter recoding reading strategies to prereaders: Effects on prereading skills and word reading. *Journal of Educational Psychology*, 93, 160-180.
- Wannke, M.** (2003). *Acoustical modifications do not improve speech sound discrimination of dyslexics*. Poster presentation at the Joint Meeting of the International Neuropsychological Society and the German Neuropsychological Society, Berlin.
- Warnke, A.** (1999). Sozialrechtliche Hilfen für Schüler mit Lese- Rechtschreibstörung. *Kindheit und Entwicklung*, 8, 167-170.
- Warnke, A. & Roth, E.** (2000). Umschriebene Lese-Rechtschreibstörung. In F. Petermann (Hrsg.), *Psychotherapie des Kindes- und Jugendalters* (S. 453-476). Stuttgart: Thieme.
- Warnke, A., Wewetzer, C., Henninghausen, K., Schulte-Körne, G., & Remschmidt, H.** (1999). Neurobiologie der Legasthenie. *Kindheit und Entwicklung*, 8, 135-140.
- Warrington, E.K.** (1982). The fractionation of arithmetical skills: A single case study. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 34 (A), 31-51.
- Warrington, E. K.** (1984). *Recognition Memory Test Manual*. Windsor, England: NFER-Nelson.
- Whalen, J., Gallistel, C.R., & Gelman, R.** (1999). Nonverbal counting in humans: The psychophysics of number representation. *Psychological Science*, 10(2), 130-137.
- White, J.L. , Moffitt, T.E., & Silva, P.A.** (1992). Neuropsychological and socio-emotional correlates of specific-arithmetic disability. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 7(1), 1-16.
- Willcutt, E.G. & Pennington, B.F.** (2000a). Psychiatric comorbidity in children and adolescents with reading disability. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 41 (8), 1039-1048.
- Willcutt, E.G. & Pennington, B.F.** (2000b). Comorbidity of reading disability and attention-deficit/ hyperactivity disorder: Differences by gender and subtype. *Journal of Learning Disabilities*, 33, 179-191.
- Willcutt, E.G., Pennington, B.F., & De Fries, J.C.** (2000). Twin study of the etiology of comorbidity between reading disability and attention-deficit/ hyperactivity disorder. *American Journal of Medical Genetics (Neuropsychiatric Genetics)*, 96, 293-301.
- Williams, M.C., Brannan, J.R., & Lartigue, E.K.** (1987). Visual search in good and poor readers. *Clinical Vision Sciences*, 1, 367-371.
- Wimmer, H.** (1993). Characteristics of developmental dyslexia in a regular writing system. *Applied Psycholinguistics*, 14, 1-33.
- Wimmer, H. & Goswami, U.** (1994). The influence of orthographic consistency on reading development: Word recognition in English and German children. *Cognition*, 51, 91-103.
- Wimmer, H. & Hartl, M.** (1991). Erprobung einer phonologischen, multisensorischen Förderung bei jungen Schülern mit Lese-Rechtschreibschwierigkeiten. *Heilpädagogische Forschung*, 17, 74-79.
- Wimmer, H. & Hummer, P.** (1990). How German-speaking first graders read and spell: Doubts on the importance of the logographic stage. *Applied Psycholinguistics*, 11, 349-368.
- Wimmer, H., Landerl, K., Linortner, R., & Hummer, P.** (1991). The relationship of phonemic awareness to reading acquisition: More consequence than precondition but still important. *Cognition*, 40, 219-249.

- Wimmer, H., Mayringer, H., & Landerl, K.** (1998). Poor reading: A deficit in skill-automatization or a phonological deficit? *Scientific Studies of Reading*, 2, 321-40.
- Wimmer, H., Mayringer, H., & Raberger, T.** (1999). Reading and dual-task balancing: Evidence against the automatization deficit explanation of developmental dyslexia. *Journal of Learning Disabilities*, 32, 473-8.
- Windfuhr, K.L. & Snowling, M.J.** (2001). The relationship between paired associate learning and phonological skills in normally developing readers. *Journal of Experimental Child Psychology*, 80, 160-173.
- Wolf, M.** (1979). *The relationship of word-finding and reading disorders in children and aphasics*. Unpublished Ed.D. dissertation, Harvard University.
- Wolf, M.** (1991). Naming speed and reading: The contribution of the cognitive neurosciences. *Reading Research Quarterly*, 26, 123-141.
- Wolf, M. & Bowers, P.** (1999). The double deficit hypothesis for the developmental dyslexias. *Journal of Educational Psychology*, 91, 415-438.
- Wolff, P.H. & Melngailis, I.** (1994). Family patterns of developmental dyslexia: Clinical findings. *American Journal of Medical Genetics*, 54(2), 122-131.
- Wolff, P.H., Michel, G.F., Ovrut, M., & Drake, C.** (1990). Rate and timing precision of motor coordination in developmental dyslexia. *Developmental Psychology*, 26, 349-59.
- Wynn, K.** (1992). Addition and subtraction by human infants. *Nature*, 358, 749-750.
- Xu, F. & Spelke, E.S.** (2000). Large number discrimination in 6-month-old infants. *Cognition*, 74, B1-B11.
- Yule, W., Rutter, M., Berger, M., & Thompson, J.** (1974). Over and under achievement in reading: Distribution in the general population. *British Journal of Educational Psychology*, 44, 1-12.
- Zimmermann, P. & Fimm, B.** (1994). *Testbatterie zur Aufmerksamkeitsprüfung (TAP)*. Herzogenrath: Psytest.

ANHANG

A. 1. AUFGABENBESCHREIBUNG, INSTRUKTION, TESTABLAUF UND AUSWERTUNG DES EINGESetzten NEUROPSYCHOLOGISCHEN UNTERSUCHUNGSVERFAHRENS IN ENGER ANLEHNUNG AN DIE KONZEPTION DER NEPSY

Die Beschreibung der Testverfahren erfolgt in chronologischer Abfolge der Durchführung.

FORMEN ABZEICHNEN - DESIGN COPYING

- Beschreibung: Abzeichnen von zweidimensionalen geometrischen Figuren
Material: Test-Heft, Bleistift, kein Radiergummi
Startpunkt: Item 4
Umkehrregel: Löst ein Kind Item 4 nicht korrekt, werden Item 1-3 vorgegeben, dann in Folge fortgefahren, bis Abbruchregel wirksam
Abbruchregel: Abbruch nach 4 Items in Folge mit Score 0
Auswertung: Gerade Ausrichtung der Linie, Linien-Orientierung (horizontale/ vertikale Abweichungen), Winkel, Übersteuerungen, Lücken zwischen zwei Linien/ Ecken
Instruktion: Auf Item 4 zeigen: „Zeichne dieses nach.“ Auf die Fläche unter das Muster zeigen. Die folgenden Items auf diese Art vorgeben. Kinder dazu auffordern, möglichst viele Figuren abzuzeichnen. Es ist nicht erlaubt zu radieren, oder das Blatt zu drehen.

TEST ZUR PHONOLOGISCHEN BEWUSSTHEIT - PHONOLOGICAL PROCESSING

Instruktion, Protokollbogen und Auswertung nach Vorgabe des Tests zur phonologischen Bewusstheit nach Marx, P. & Schneider, W. (2000). Entwicklung eines Tests zur phonologischen Bewusstheit im Grundschulalter. In: M. Hasselhorn, W. Schneider & H. Marx (Hrsg.), Diagnostik von Lese-Rechtschreibschwierigkeiten. Jahrbuch der pädagogisch-psychologischen Diagnostik. Hogrefe, Göttingen.

GEDÄCHTNIS FÜR GESICHTER - MEMORY FOR FACES

Beschreibung: Wiedererkennen von Gesichtern nach unmittelbarer und verzögerter Darbietung

Unmittelbares Gedächtnis für Gesichter

- Material: Stimulus-Heft, Stoppuhr
Startpunkt: Item 1 der Lernitems
Zeitführung: Jedes Lernitem 5 Sek. präsentieren
Abbruchregel: Jedes Item vorgeben
Instruktion: „Ich werde dir jetzt Bilder zeigen mit Gesichtern von Kindern und deine Aufgabe ist es, dir die Gesichter zu merken.“ Lernitem 1: „Schau dir dieses Bild gut an, und sage mir ob es ein Junge oder ein Mädchen ist. Schau bitte so lange auf das Bild wie ich es dir zeige.“ Diese Anleitung wird falls notwendig für die folgenden Items wiederholt. Sollte das Kind Probleme mit der Bestimmung des Geschlechts haben, kann dieses genannt werden.

Im unmittelbaren Anschluss an die Darbietung der Lernitems erfolgt die Darbietung der Testitems 1-16.

Instruktion: „Jetzt werde ich dir Bilder zeigen, auf denen du drei Kinder siehst. Eines davon kennst du schon. Zeige auf das Kind, das du schon gesehen hast.“

Verzögertes Gedächtnis für Gesichter

Startpunkt: Item 1

Abbruchregel: Jedes Item vorgeben

Durchführung: ca. 30 Minuten nach Ende des Subtests „Unmittelbares Gedächtnis für Gesichter“

Instruktion: „Schau dir diese Bilder an. Eines der Kinder hast du vorher schon gesehen. Zeige auf das Kind, das du schon gesehen hast.“

TURM - TOWER

Beschreibung: Nonverbale Planung, Problemlösefähigkeit

Material: Stimulus-Heft, Turm-Modell (Stäbe, Kugeln), Stoppuhr

Startpunkt: Einführungsbeispiel, Item 3

Umkehrregel: wenn Item 3 und 4 nicht korrekt gelöst, Item 1 und 2 vorgeben, bevor Aufgabe fortgesetzt wird

Zeitführung: Item 1-4: 30 Sek. pro Item, Item 5-20: 45 Sek. pro Item

Abbruchregel: 4 Scores mit 0 in Folge

Die Kugeln müssen vor Darbietung jedes Items in die Ausgangsposition gebracht werden. Das Kind soll die Zielposition erreichen, indem es die Kugeln eine nach der anderen bewegt.

Einführungsbeispiel

Instruktion: Das Turm-Modell wird vor das Kind gestellt. „Wir werden jetzt ein Spiel mit diesen drei Kugeln spielen. Zeige mir Mal die rote Kugel...die blaue Kugel...und die gelbe Kugel.“ (Pause). „Du kannst die Kugeln von einem Stab zu einem anderen bewegen wie ich es hier mache.“ Demonstration: die rote Kugel auf die blaue Kugel setzen. „Jetzt erkläre ich dir die Regeln für das Spiel: Du darfst immer nur eine Kugel umstecken und nie mehrere auf einmal. Du sollst die Kugeln auf den Stäben lassen, wenn du sie nicht umsteckst. Lass sie dort drauf, bis du sie wieder umsteckst. Ein Zug ist beendet, wenn du deine Hand von der Kugel nimmst.“ Die Kugeln werden jetzt in die Ausgangsposition gesteckt. „Schau auf die rote“. (Auf das Modell zeigen) „Stecke sie dorthin, wo sie hin soll“. (Unterstützung geben, wenn notwendig). „Schau, deine Kugeln sind jetzt so gesteckt wie diese auf dem Bild“. (Auf das Bild zeigen und mit Item 3 fortsetzen).

Item 1-20

Instruktion: „Jetzt machen wir noch weitere Durchgänge. Bei jedem Durchgang werde ich dir sagen, wieviel Züge du machen sollst.“ Bevor die jeweiligen Items gezeigt werden, werden die Kugeln in die Standard-Ausgangsposition gebracht. Die Instruktion wird für jedes Item laut vorgelesen, wobei das Kind an die Regeln erinnert werden kann, wenn es erforderlich ist. Die Zeit wird unmittelbar nachdem die Instruktion für ein Item gegeben wurde erfasst. Die Zeit wird gestoppt, nachdem ein Item beendet ist, oder die vorgegebene Zeit verstrichen ist. Item 1: „Bringe jetzt deine Kugeln in genau die gleiche Position wie du es hier siehst – und das mit 1 Zug. Arbeite so schnell wie möglich“. Item 2: ...mit 1 Zug...Item 3-4:...mit 2 Zügen...Item 5-7:...mit 3 Zügen...Item 8-10:...mit 4 Zügen...Item 11-13:...mit 5 Zügen...Item 14-15...mit 6 Zügen...Item 16-17:...mit 6 Zügen. Du kannst es auch

mit weniger Zügen schaffen, aber mache es genau in 6 Zügen...Item 18-20:...mit 7 Zügen...

Bewertung: Selbstkorrekturen (Positionsveränderung einer Kugel) sind dann erlaubt, wenn die Hand des Kindes immer noch auf der Kugel ist. Bei einem Regelverstoß (eine Kugel pro Zug bewegen/ Kugel darf immer nur auf Stäben abgelegt werden/ Zug darf nicht mehr verändert werden, sobald Hand von der Kugel genommen) wird die Zeit weiter erhoben und die Kugel(n) zurück auf die Stäbe gebracht, auf denen sie vor dem Regelverstoß gelegen haben. Das Kind soll dann an die Regel erinnert werden. Dies wird jedoch nicht als falsches Item gewertet. Korrekte Bewertung erfordert keine Zeitüberschreitung, korrekte Anzahl der Züge, korrekte Endposition.

AUDITIVE AUFMERKSAMKEIT UND ANTWORTVERHALTEN - AUDITORY ATTENTION AND RESPONSE SET

Beschreibung: Daueraufmerksamkeit, Vigilanz, selektive auditive Aufmerksamkeit, Ausrichten der Aufmerksamkeit auf neue, komplexere Aufgabenanforderung, die kontrastierende und übereinstimmende Antworten zur vorangehenden Aufgabe beinhaltet

Material: Karton, bunte Schaumstoffquadrate, Kassette spielt Items in 1-Sek. Rhythmus

Startpunkt: Einführungsbeispiel für Teil A

Abbruchregel: Beide Teile vorgeben; kein Abbruch

Teil A. Auditive Aufmerksamkeit

Es soll ein rotes Plättchen in den Schachteldeckel gelegt werden, sobald das Zielwort „rot“ gesprochen wird. Es ist nicht erlaubt, die roten Plättchen in dem Stapel von den andersfarbigen Plättchen zu trennen.

Einführungsbeispiel:

Instruktion: Karton entleeren und die Plättchen vor dem Kind auf einem Stapel ausbreiten. Deckel soll aus Sicht des Kindes hinter den Plättchen liegen. „Du wirst jetzt einige Wörter hören. Wenn du das Wort „rot“ hörst, dann sollst du ein rotes Plättchen greifen und es in den Deckel legen. Hörst du andere Wörter, dann sollst du nichts machen. Du wirst viele Wörter hören, deshalb sollst du bis zum Ende gut zuhören. Berühre die Plättchen nur, wenn du sie in den Deckel legen möchtest.“ (Demonstration). „Wenn du einen Fehler machst, korrigiere ihn nicht. Hör einfach weiter zu. Lass es uns versuchen.“ Einführungsbeispiele können bis zu dreimal durchgeführt werden; mit Fehlerkorrektur.

Bewertung: 2 Pkte: korrekte Antwort beim Zielwort (innerhalb 1 Sek.); 1 Pkt: korrekte Antwort bei folgenden Items (1-2 Sek. nach Zielwort), Fehler: Verwechslungsfehler: korrekte Antwort nach 3-Sekunden-Fenster, multiple Antwort im 3-Sekunden-Fenster, inkorrekte Antworten im 3-Sekunden-Fenster. Zusätzliche Bewertung: Auslassungsfehler (keine Antwort)

Teil B. Auditives Antwortverhalten

Aufgabe unmittelbar im Anschluss an Teil A durchführen. Das Kind soll bei dem Wort „rot“ ein gelbes Plättchen, bei dem Wort „gelb“ ein rotes Quadrat und bei dem Wort „blau“ ein blaues Plättchen in den Deckel legen. Es ist nicht erlaubt, die Zielplättchen von den andersfarbigen Plättchen vor Erscheinen des Items zu trennen, eine Hand über die Plättchen zu halten oder diese schon vor Erscheinen des Zielwortes zu berühren.

Einführungsbeispiel:

Instruktion: Karton entleeren und die Plättchen vor dem Kind auf einem Stapel ausbreiten. Deckel soll aus Sicht des Kindes hinter den Plättchen liegen. „Diese Aufgabe ist ein wenig anders. Du wirst jetzt noch weitere Wörter hören. Dieses Mal sollst du, wenn du das Wort „rot“ hörst, ein gelbes Plättchen in den Schachteldeckel legen“. (Demonstration). „Wenn du das Wort „gelb“ hörst, lege ein rotes Plättchen in den Deckel“. (Demonstration). „Wenn du das Wort „blau“ hörst, lege ein blaues Quadrat in den Deckel“. (Demonstration). „Hörst du andere Wörter, dann sollst du nichts tun. Du wirst viele Wörter hören, deshalb sollst du bis zum Ende gut zuhören. Berühre die Plättchen nur, wenn du sie in den Deckel legen möchtest.“ (Demonstration). „Wenn du einen Fehler machst, korrigiere ihn nicht. Hör einfach weiter zu. Lass es uns versuchen.“

Bewertung: 2 Pkte: korrekte Antwort beim Zielwort (innerhalb 1 Sek.); 1 Pkt: korrekte Antwort bei folgenden Items (1-2 Sek. nach Zielwort), Fehler: Verwechslungsfehler: korrekte Antwort nach 3-Sekunden-Fenster, multiple Antwort im 3-Sekunden-Fenster, inkorrekte Antworten im 3-Sekunden-Fenster. Zusätzliche Bewertung: Auslassungsfehler (keine Antwort)

Gesamtbewertung: Summe der korrekten Items abzüglich der Verwechslungsfehler aus Teil A und Teil B

Anhang

Auditive Aufmerksamkeit

Teil A: Einführungsbeispiel

Item	response	Item	response
jetzt		blau	
Stift		nimm	
dies		ROT	
ROT		Ding	
dort		jetzt	
gelb			

Teil A: Auditive Aufmerksamkeit

Item	R	S	Item	R	S	Item	R	S	Item	R	S	Item	R	S	Item	R	S
schwarz		e	Baum		1 e	Buch		1 e	blau		e	jetzt		e	so		1 e
Ding		e	ROT		2 1 e	weiß		1 e	dort		e	fein		e	hier		e
bald		e	nimm		1 e	stell		e	dies		e	schwarz		e	ROT		2 e
so		e	ROT		2 1 e	blau		e	nimm		e	Baum		e	Baum		1 e
horch		e	gelb		1 e	stell		e	ROT		2 e	Ding		e	jetzt		1 e
ROT		2 e	dort		1 e	ROT		2 e	gelb		1 e	nur		e	gelb		e
Baum		1 e	leer		e	jetzt		1 e	Baum		1 e	gelb		e	nach		e
jetzt		1 e	stell		e	ROT		2 1 e	dort		e	blau		e	dort		e
gelb		e	schwarz		e	Ding		1 e	ganz		e	stell		e	ROT		2 e
nach		e	nicht		e	bald		1 e	jetzt		e	jetzt		e	nimm		1 e
blau		e	jetzt		e	so		e	ROT		2 e	leer		e	dies		1 e
ROT		2 e	blau		e	hier		e	blau		1 e	schwarz		e	schwarz		e
dort		1 e	Baum		e	ROT		2 e	nimm		1 e	jetzt		e	Ding		e
nimm		1 e	schwarz		e	jetzt		1 e	dort		e	gelb		e	bald		e
gelb		e	jetzt		e	gelb		1 e	dies		e	geh		e	so		e
Baum		e	fein		e	nach		e	weiß		e	jetzt			horch		e
dort		e	schwarz		e	dort		e	jetzt		e	ROT		2 e	ROT		2 e
ganz		e	Baum		e	dies		e	stell		e	Baum		1 e	Baum		1 e
jetzt		e	Ding		e	nimm		e	ROT		2 e	schwarz		1 e	jetzt		1 e
schwarz		e	nur		e	ROT		2 e	Baum		1 e	ROT		2 e	gelb		e
ROT		2 e	gelb		e	schwarz		1 e	nimm		1 e	Ding		1 e	nach		e
blau		1 e	blau		e	Ding		1 e	gelb		e	Buch		1 e	blau		e
ROT		2 1 e	stell		e	bald		e	dort		e	weiß		e	ROT		2 e
nimm		1 e	jetzt		e	so		e	ROT		2 e	stell		e	dies		1 e
dort		1 e	ROT		2 e	horch		e	stell		1 e	ROT		2 e	nimm		1 e
dies		e	leer		1 e	ROT		2 e	ROT		2 1 e	stell		1 e	gelb		e
weiß		e	ROT		2 1 e	Baum		1 e	nicht		1 e	ROT		2 1 e	Baum		e
jetzt		e	gelb		1 e	jetzt		1 e	jetzt		1 e	jetzt		1 e	dort		e
stell		e	geh		1 e	gelb		e	blau		e	ROT		2 1 e	ganz		e
ROT		2 e	ROT		2 e	nach		e	Baum		e	schwarz		1 e	ROT		2 e

Anmerkung: R: Antwort; S: Bewertung; e: Verwechslungsfehler

Anhang

Auditives Antwortverhalten

Part B: Einführungsbeispiel

Item	response	Item	response
dies		Stift	
dort		so	
ROT		jetzt	
Ding		BLAU	
nimm		bald	
GELB		jetzt	

Part B: Auditives Antwortverhalten

Item	R	S	Item	R	S	Item	R	S	Item	R	S	Item	R	S	Item	R	S
dort		e	ROT		2 e	stell		e	stell		e	BLAU		2 e	weiß		1 e
jetzt		e	so		1 e	schwarz		e	BLAU		2 e	auf		1 e	schwarz		1 e
fein		e	hier		1 e	jetzt		e	leer		1 e	jetzt		1 e	GELB		2 e
schwarz		e	GELB		2 e	BLAU			schwarz		1 e	stell		e	stell		1 e
Baum		e	Baum		1 e	nicht		1 e	jetzt		e	schwarz		e	auf		1 e
Ding		e	jetzt		1 e	GELB			GELB		2 e	Baum		e	jetzt		e
nur		e	BLAU		2 e	Baum		1 e	geh		1 e	horch		e	nimm		e
GELB		2 e	nach		1 e	leer		1 e	ROT		2 1 e	stell		e	auch		e
stell		1 e	dort		1 e	fein		e	Baum		1 e	weiß		e	nicht		e
jetzt		1 e	dies		e	weiß		e	schwarz		1 e	nicht		e	BLAU		2 e
BLAU		2 e	nimm		e	schwarz		e	Ding		e	jetzt		e	nach		1 e
leer		1 e	schwarz		e	Baum		e	Buch		e	nach		e	nimm		1 e
schwarz			Baum		e	ROT		2 e	weiß		e	bald		e	dies		e
jetzt		e	ganz		e	schwarz		1 e	stell		e	BLAU		2 e	ROT		2 e
GELB		2 e	dort		e	Ding		1 e	BLAU		2 e	stell		1 e	Baum		1 e
geh		1 e	jetzt		e	Buch		e	stell		1 e	schwarz		1 e	stell		1 e
		2 1 e	BLAU			BLAU		2 e	hier		1 e	Ding		e	GELB		2 e
Baum			nimm		1 e	stell		1 e	jetzt		e	GELB		2 e	leer		1 e
schwarz		1 e	dies		1 e	so		1 e	schwarz		e	so		1 e	Ding		1 e
Ding		e	weiß		e	jetzt		e	BLAU		2 e	ein		1 e	Krach		e
Buch		e	auch		e	ROT		2 e	bald		1 e	weiß		e	Buch		e
ROT		2 e	stell		e	dort		1 e	so		1 e			2 e	ganz		e
stell		1 e	Baum		e	jetzt		1 e	hier		e	gut		1 e	nimm		e
nicht		1 e	BLAU		2 e	fein		e	ROT		2 e	jetzt		1 e	BLAU		2 e
stell		e	nur		1 e	schwarz		e	Baum		1 e	geh		e	weiß		1 e
GELB		2 e	nimm		1 e	Baum		e	jetzt		1 e	BLAU			auch		1 e
jetzt		1 e	ROT		2 e	Ding		e	so		e	nicht		1 e	ROT		2 e
schwarz		1 e	dort		1 e	GELB		2 e	nach		e	hier		1 e	dies		1 e
Ding		e	nicht		1 e	nur		1 e	nimm		e	such		e	ist		1 e
sag		e	jetzt		e	bleib		1 e	dies		e	ROT		2 e	wie		e

Anmerkung: R: Antwort; S: Bewertung; e: Verwechslungsfehler

SCHNELLES BENENNEN - SPEEDED NAMING

Beschreibung:	Automatisierte, schnelle Benennungsfähigkeit, schneller Zugriff/ Produktion von Begriffen (Farbe, Größe, Form)
Material:	Stimulus-Heft, Stoppuhr
Startpunkt:	Einführungsbeispiele
Abbruchregel:	300 Sekunden
Bewertung:	1 Pkt pro korrekte Kategorie (max. 3 Punkte je Item)

Das Objekt wird vorgegeben und es soll seine Größe, Farbe und Form benannt werden (nur Farbe und Form bei den ersten Einführungsbeispielen). Umgekehrte Folge von Größe, Farbe oder Form wird nicht als Fehler gewertet (z.B. rotes großes Quadrat).

Einführungsbeispiel

Instruktion: 1. Reihe: „Du sollst jetzt die Farbe und die Form von allen Figuren benennen. Mach dies so schnell wie möglich, ohne Fehler zu machen.“ Auf die erste Form zeigen und fragen: „Welche Farbe und Form hat diese?“. Fortfahren über die ganze Reihe, indem von links nach rechts gegangen wird, mit der Frage: „Und dieses?“ für jede einzelne Form. Das Kind soll die Begriffe „Kreis“ und „Quadrat“ verwenden. Bei Fehlern wird es unterbrochen und korrigiert. Anschließend soll die korrekte Antwort wiederholt und die Aufgabe fortgesetzt werden.

2. Reihe: Auf das erste Quadrat in der 2. Reihe zeigen. „Dieses ist ein großes Quadrat.“ Auf die zweite Form zeigen: „Dieses ist ein kleiner Kreis.“ Zurückgehen zur ersten Form in der 2. Reihe: „Jetzt versuche du es. Benenne die Größe und die Form von jeder Figur“. Bei Fehlern wird es unterbrochen und korrigiert. Anschließend soll die korrekte Antwort wiederholt und die Aufgabe fortgesetzt werden.

3. Reihe: Auf die erste Form in der 3. Reihe zeigen: „Welche Größe, Farbe und Form hat diese Figur?“ Die Reihe von links nach rechts fortsetzen und bei jeder Form fragen: „Und diese?“. Bei Fehlern wird es unterbrochen und korrigiert. Anschließend soll die korrekte Antwort wiederholt und die Aufgabe fortgesetzt werden. Nachdem die unterste Reihe beendet wurde: „Benenne jetzt nochmals Größe, Form und Farbe von diesen“ (auf die unterste Reihe zeigen). „Mach dies so schnell wie möglich, ohne Fehler zu machen.“ Wenn das Kind richtig antwortet, mit der nächsten Seite fortfahren. Wenn das Kind die Einführungsbeispiele nicht korrekt benennt, wird die Prozedur ein zweites Mal wiederholt.

Item 1-20

Instruktion: „Jetzt werde ich die Zeit stoppen, um zu sehen, wie schnell du die Aufgabe bearbeiten kannst, ohne Fehler zu machen. Benenne Größe, Farbe und Form von jeder Figur so schnell wie möglich. Beginne hier und mache so weiter.“ (Auf die erste Form in der ersten Reihe zeigen und den Finger von links nach rechts über die Reihe bewegen. Dasselbe mit der 2. Reihen machen.) „Fertig? Los!“. Zeit erheben. Bei Fehlern das Kind unterbrechen und korrigieren. Es soll die korrekte Antwort wiederholen und anschließend Aufgabe fortsetzen. Zeit weiterhin erheben. Wenn das Kind von sich aus vor dem folgenden Items spontan korrigiert, soll dies aner kennend herausgestellt werden. Zeit stoppen, nachdem das letzte Item benannt wurde.

PFEILE - ARROWS

Beschreibung:	Einschätzen der Linienausrichtung, jede Stimulusseite bildet acht Pfeile und eine Zielscheibe ab. Es soll auf die beiden Pfeile hingedeutet werden, die direkt in die Mitte der Zielscheibe treffen
Material:	Stimulusbuch
Startpunkt:	Einführungsbeispiel
Abbruchregel:	4 Scores mit 0 in Folge
Bewertung:	1Pkt je korrekter Pfeil (max. 2 Punkte je Item)

Das Stimulus-Heft wird so vor das Kind gelegt, dass der Mittelpunkt der Zielscheibe auf die Mittellinie des Kindes ausgerichtet ist. Das Kind kann das Stimulus-Heft nach Bedarf näher ziehen oder weiter weg schieben. Jedoch darf es nicht seinen Finger benutzen, um die Bahn der Pfeile nachzuziehen. Macht ein Kind diesen Versuch, soll gesagt werden: „Zeige mir nicht, wie die Pfeile auf die Zielscheibe kommen. Zeige nur auf die Pfeile, die mitten in die Zielscheibe treffen“. Das Kind darf nicht mehr als zwei Pfeile auswählen.

Einführungsbeispiel

Instruktion: „Hier sind einige Pfeile“. (Auf die Pfeile zeigen). „Und hier ist eine Zielscheibe“ (Geste). „Zwei Pfeile treffen direkt in den Mittelpunkt der Zielscheibe“. (Die gestrichelte Linie mit dem Ende eines Stiftes nachfahren.)

Item 1-15

Instruktion: Item 1: Hier ist eine weitere Zielscheibe“. (Auf Item 1 zeigen). „Welche beiden Pfeile treffen genau in den Mittelpunkt der Zielscheibe?“ (Pause, um Antwort abzuwarten). Antwortet das Kind falsch oder gibt keine Antwort, soll mit dem Ende eines Stiftes die korrekte Bahn des Pfeils auf die Zielscheibe nachgefahren werden: „Dieser Pfeil trifft genau in den Mittelpunkt der Zielscheibe. Finde jetzt einen anderen Pfeil, der genau in den Mittelpunkt der Zielscheibe trifft. Zeige nur auf diesen Pfeil.“ Die Instruktion so lange wiederholen, bis das Kind die Aufgabe versteht. Bei den ersten beiden Items kann noch vorgesagt werden. Wenn das Kind nur auf einen Pfeil zeigt: „Finde jetzt einen anderen Pfeil, der genau in den Mittelpunkt der Zielscheibe trifft.“ Item 2: Instruktion wie Item 1. Item 3: Auf die Zielscheibe zeigen. „Welche beiden Pfeile treffen direkt in den Mittelpunkt der Zielscheibe?“ (Pause, um Antwort abzuwarten). Wenn das Kind nur auf einen Pfeil zeigt: „Finde jetzt einen anderen Pfeil, der genau auf den Mittelpunkt der Zielscheibe zeigt.“ Ab Item 4 Instruktion wie 3. Item.

GEDÄCHTNIS FÜR NAMEN - MEMORY FOR NAMES

Beschreibung: Erwerb der Namen von acht schematisch gezeichneten Kindergesichtern über drei Lerndurchgänge sowie verzögerter Abruf der Namen

Unmittelbares Gedächtnis für Namen

Material:	8 Bildkarten (Namen: <i>Jakob, Anna, Marc, Judith, Lisa, Peter, Maria, Nico</i>), Stoppuhr
Startpunkt:	Lernitems
Zeitführung:	Jedes Bild mit Lernitems 10 Sek. präsentiert
Abbruchregel:	Jedes Items vorgeben

Lerndurchgänge

Instruktion: „Ich werde dir jetzt Bilder von einigen Kindern zeigen und dir ihre Namen nennen. Versuche dir diese zu merken. Wiederhole jeden Namen, nachdem ich ihn genannt habe.“ Das erste Bild mit dem Gesicht nach oben auf den Tisch vor das Kind legen. „Das ist.....(Namen des jeweiligen Kindes nennen)“. Das Kind den Namen wiederholen lassen. Die folgenden Bilder einzeln mit Gesicht nach oben auf den Stapel legen, wobei die vorigen Bilder abgedeckt werden. Bei jedem Bild den dazugehörigen Namen nennen und eine Pause einlegen, damit das Kind den Namen wiederholen kann. Das Kind ermutigen, die Bilder jeweils 10 Sek. anzuschauen, bevor das nächste präsentiert wird.

1.-3. *Lerndurchgang*: Die Bilder mischen. Einzeln präsentieren: „Wer ist das?“ Antwortet das Kind falsch oder nicht, wird der Name genannt und das Kind soll den Namen wiederholen. Antworten protokollieren.

Zeitpunkt am Ende des Subtests protokollieren. Aufgabenteil mit verzögertem Abruf der Namen ca. 30 Minuten nach Beendigung des ersten Teils vorgeben.

Verzögertes Gedächtnis für Namen

Instruktion: Bilder mischen. „Vor einer Weile habe ich dir einige Bilder mit den Gesichtern von Kindern gezeigt und dir ihre Namen genannt.“ Dann werden die Bilder vor dem Kind auf einen Stapel gelegt und einzeln gefragt: „Wer ist das?“. Fehler werden nicht korrigiert. Das Kind darf bereits gezeigte Bilder nicht nochmals anschauen.

FINGER-TAPPING - FINGERTIP TAPPING

Beschreibung: Repetitives Tapping und sequentielles Tapping der Finger, schnelle Koordination der Finger, motorische Geschwindigkeit der Hände. Sowohl bevorzugte als auch nicht-bevorzugte Hand werden getestet

Material: Stoppuhr

Startpunkt: Einführungsbeispiele für Items 1-2

Zeitvorgabe: Items 1-2: 60 Sek.

Items 3-4: 90 Sek.

Abbruchregel: Jedes Item wird vorgegeben

Bewertung: Repetitives Tapping: Fehler: Tapping mit Fingerseiten/ ausgestreckten Fingern, Fingerspitzen nicht weit genug geöffnet
Sequentielles Tapping: Fehler: Tapping mit Fingerseiten/ ausgestreckten Fingern, Falsche Fingerabfolge, Finger ausgelassen

Repetitives Finger-Tapping

Instruktion: Einführungsbeispiel für Item 1,2: „Schau auf meine Finger“. (Gezeigt wird ein geformter Kreis aus Daumenspitze und Zeigefinger. Dieser Kreis wird dann ca. 2,5 cm geöffnet und anschließend 2-3 Mal geschlossen). Auf die bevorzugte Hand des Kindes zeigen: „Versuch das gleiche jetzt mit dieser Hand und mache so schnell wie es geht. Lass deine andere Hand auf dem Tisch. Fertig? Los!“

Das Kind soll 2-3 Sekunden lang schnell die Tapping-Bewegungen ausführen. Bei Fehlern das Kind unterbrechen und den Fehler korrigieren: „Schau auf meine Finger, mache es genau so“ und das Einführungsbeispiel wiederholen.

Dann auf die nicht-bevorzugte Hand des Kindes zeigen: „Versuche es nun mit dieser Hand, so schnell du kannst. Lass die andere Hand auf dem Tisch. Fertig? Los!“ Das Kind soll 2-3 Sekunden lang schnell die Tapping-Bewegungen ausführen. Bei Fehlern das Kind unterbrechen und den Fehler korrigieren: „Schau auf meine Finger, mache es genau so“ und das Einführungsbeispiel wiederholen.

Item 1: Auf die bevorzugte Hand des Kindes zeigen: „Jetzt zeige mir wie schnell du diese Bewegung mit deinen Finger machen kannst. Höre auf, wenn ich „Stopp“ sage. Es ist wichtig, die Finger so zu öffnen und zu schließen (Demonstration). Lass die andere Hand einfach auf dem Tisch liegen. Mach so schnell wie du kannst. Fertig? Los!“ Zeit starten und die Tapping-Durchläufe leise mitzählen. Zeit für 32 korrekte Tapping-Durchläufe erfassen bzw. Aufgabe nach 60 Sek. beenden und Anzahl der durchgeführten Durchläufe erheben. Bei Fehlern das Kind unterbrechen, den Fehler durch Demonstration korrigieren („Mach es so“), während die Zeit weiter erfasst wird. Hört das Kind mit den Tapping-Bewegungen auf, bevor es 32 korrekte Durchläufe produziert hat: „Mach so lange weiter, bis ich „Stopp“ sage.“ Item 2: Wiederholung des 1. Items mit der nicht-bevorzugten Hand.

Sequentielles Finger-Tapping

Instruktion: Einführungsbeispiel für Item 3,4: „Schau auf meine Finger“. (Gezeigt wird das Antippen des Zeigefingers, Mittelfingers, Ringfingers, dann des kleinen Fingers mit der Spitze des Daumens, wobei mit jedem Finger ein Kreis gebildet wird). „Lass die andere Hand auf dem Tisch. Und versuche nun diese Bewegung so schnell wie möglich zu machen. Fertig? Los!“ Das Kind kann anschließend mit der bevorzugten Hand üben, wenn notwendig. Bei Fehlern das Kind unterbrechen und den Fehler korrigieren: „Schau auf meine Finger, mache es genau so“ und das Einführungsbeispiel wiederholen.

Dann auf die nicht-bevorzugte Hand des Kindes zeigen: „Versuche es nun mit dieser Hand, so schnell du kannst. Lass die andere Hand auf dem Tisch. Fertig? Los!“

Item 3: Auf die bevorzugte Hand des Kindes zeigen: „Beginne jetzt mit dieser Hand an. Zeige mir wie schnell du die Finger so bewegen kannst (Demonstration). Es ist wichtig, dass du den Daumen vom Zeigefinger bis zum kleinen Finger bewegst. Lass die andere Hand auf dem Tisch liegen. Wenn ich sage los, dann mache diese Bewegungen so schnell wie du kannst. Solange bis ich „Stopp“ sage. Fertig? Los!“ Zeit starten und die Tapping-Durchläufe leise mitzählen. Zeit für 8 korrekte Tapping-Durchläufe erfassen bzw. Aufgabe nach 90 Sek. beenden und Anzahl der durchgeführten Durchläufe erheben. Bei Fehlern das Kind unterbrechen, den Fehler durch Demonstration korrigieren („Mach es so“), während die Zeit weiter erfasst wird. Hört das Kind mit den Tapping-Bewegungen auf, bevor es 32 korrekte Durchläufe produziert hat: „Mach so lange weiter, bis ich „Stopp“ sage.“ Item 4: Wiederholung des 3. Items mit der nicht-bevorzugten Hand.

VISUELLE AUFMERKSAMKEIT - VISUAL ATTENTION

Beschreibung: Geschwindigkeit und Genauigkeit, mit der die Aufmerksamkeit auf visuelle Ziele selektiv fokussiert und aufrechterhalten wird

Anhang

Material:	Test-Heft, Stoppuhr, farbiger Stift
Startpunkt:	Katzen
Zeitvorgabe:	pro Item 180 Sek.
Bewertung:	Summe der korrekt identifizierten Items abzüglich der Verwechslungsfehler, kombiniert mit Bearbeitungszeit
Vorgabe:	Die entsprechenden Seiten des Test-Heftes werden in horizontaler Position vor das Kind gelegt. Aus der Sicht des Kindes sollen die Zielbilder (Katzen, Gesichter) im oberen Zentrum der Seiten erscheinen. Das Heft darf nicht bewegt werden. Das Kind bekommt einen farbigen Stift in die Hand.

Katzen

Instruktion:	Auf die Katze am Kopf der Seite zeigen. „Hier ist eine Katze. Unten (auf die Menge unterhalb hindeuten) sind noch mehr Katzen. Versuche so viele Katzen wie möglich zu finden. Wenn du eine Katze findest, dann markiere sie so. (Eine Diagonale durch die Zielkatze oben auf der Seite ziehen). Den farbigen Stift vor das Kind legen: „Mache durch alle Katzen, die du findest, einen Strich. Mache so schnell wie du kannst. Gib mir Bescheid, wann du fertig bist. Fertig? Los!“ Zeit erfassen und nach 180 Sekunden stoppen bzw. wenn das Kind den Stift beiseite legt, oder sonst irgendwie signalisiert, dass es die Aufgabe beendet hat.
--------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Gesichter

Instruktion:	Auf die Zielgesichter am Kopf der Seite zeigen: „Hier siehst du zwei Gesichter. Unten (auf die Reihen unterhalb hindeuten) sind noch mehr Gesichter. Versuche nun alle Gesichter herauszufinden, die genau wie die Gesichter hier oben auf der Seite aussehen und mache einen Strich durch jedes Gesicht, das du hier unten findest (eine Diagonale durch das Zielgesicht ziehen). Diese beiden Gesichter (zeigen) müssen unten nicht nebeneinander stehen (zeigen)“. Den farbigen Stift vor das Kind legen: „Versuche nun alle Gesichter so schnell wie möglich herauszufinden. Gehe in dieser Richtung vor (Geste von links nach rechts aus der Sicht des Kindes) und lasse kein Gesicht aus. Wenn du am Ende dieser Reihe bist, dann gehe in die nächste Reihe. Sag mir, wann du fertig bist. Fertig? Los!“ Zeit erfassen und nach 180 Sekunden stoppen bzw. wenn das Kind den Stift beiseite legt, oder sonst irgendwie signalisiert, dass es die Aufgabe beendet hat.
--------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

INSTRUKTIONSVERSTÄNDNIS - COMPREHENSION OF INSTRUCTIONS

Beschreibung:	Verbales Instruktionsverständnis bei ansteigender Komplexität der Aufgaben
Material:	Stimulus-Heft
Startpunkt:	2 Einführungs-Items für Items 14-28
Umkehrregel:	Wenn ein Kind an beiden Einführungs-Item scheitert, mit Item 1 beginnen und in Folge fortsetzen. Sollten Items 14 und 15 nicht korrekt gelöst werden, wird in umgekehrter Reihenfolge weitergemacht bis 2 Items in Folge korrekt gelöst werden. Anschließend Aufgaben folgerichtig fortsetzen
Abbruchregel:	4 Scores mit 0 in Folge
Bewertung:	0 Punkte: falsches Item, falsche Sequenz
Vorgabe:	Die Sätze werden in einem normalen Sprechtempo vorgesprochen. Es ist zu vermeiden, dem Kind ein Stichwort zu geben, indem besondere Wörter betont werden. Der Wunsch nach In-

struktionswiederholung soll auf dem Protokollbogen vermerkt werden, es dürfen aber keine Items wiederholt werden. Die Antworten werden protokolliert, indem in sequentieller Folge die Formen beziffert werden, auf die das Kind zeigt. Für Items 14-28 gilt: Wörter, die eine Position angeben, beziehen sich auf die nächste Form in dieser Richtung. Z.B. „der Kreis unter dem weißen Kreuz“ bedeutet „der Kreis direkt unter dem weißen Kreuz“. Für Items 22-27 gilt: Überprüfen, ob Kind Reihe nicht als Spalte versteht.

Item 1-13

Instruktion: Auf die Hasen im Stimulus-Heft zeigen: „Ich möchte, dass Du mir bestimmte Bilder zeigst. Zeige sie mir, sobald ich aufgehört habe, zu sprechen. Höre genau zu, weil ich immer alles nur einmal sage.“ Wenn notwendig, wird das Kind daran erinnert, die vollständige Instruktion abzuwarten, bevor es auf ein Bild zeigt. Item 1: Zeige mir (Pause) ein großes Häschen. Items 2-13: („Zeige mir“ nur wiederholen, wenn das Kind die Instruktion nicht versteht) „...ein kleines Häschen...ein blaues Häschen...ein glückliches Häschen...ein trauriges Häschen...ein gelbes Häschen...ein Häschen, das groß und blau ist...ein Häschen, das groß und gelb ist...ein kleinen traurigen Häschen...ein kleines glückliches Häschen...ein Häschen, das klein und blau ist...ein Häschen, das groß und blau und glücklich ist...ein Häschen, das klein und gelb und traurig ist“

Item 14-18

Instruktion: Einführungsitems: Seite mit Kreisen und Kreuzen aufschlagen. „Hör genau zu. Siehst du diese Kreise und Kreuze? Zeige auf die, die ich benenne. Zeige auf einen Kreis. (Pause) Zeige auf ein Kreuz. (Pause)“. Jeder Fehler wird verbessert. Zeigt ein Kind auf beide Figuren richtig, so wird mit Items 14-28 fortgefahren. Werden beide Einführungsitems nicht korrekt beantwortet, werden Items 1-13 vorgegeben, bevor die Aufgabe fortgesetzt wird.

Items 14-28: Item 14: „Höre genau zu, weil ich immer alles nur einmal sagen kann. Warte mit dem Zeigen, bis ich fertig bin.“ Wenn notwendig, wird das Kind daran erinnert, die vollständige Instruktion abzuwarten, bevor es auf ein Bild zeigt. „Zeige mir (Pause) das blaue Kreuz und das gelbe Kreuz“. Items 15-28: („Zeige mir“ nur wiederholen, wenn das Kind Instruktion nicht versteht) „...die weiße Form und einen Kreis...eine Form, die kein Kreuz ist und nicht blau oder gelb...eine Form, die kein Kreis ist, aber gelb oder schwarz...einen blauen Kreis als zweites und ein schwarzes Kreuz als erstes...alle Kreuze und dann einen roten Kreis...zwei rote Formen, aber zuerst ein gelbes Kreuz...ein weißes Kreuz, nachdem du auf eine rote Form unter einer blauen Form gezeigt hast...den schwarzen Kreis und die dritte Form in der zweiten Reihe...den Kreis unter dem weißen Kreuz und die Form über dem schwarzen Kreis...eine Form, die über einem Kreuz und neben einem anderen Kreuz ist...eine Form, die zwischen zwei Kreuzen und über einem Kreis ist...ein Kreuz, das links von einem Kreis und unter einem Kreuz ist...das zweite Kreuz in der ersten Reihe, aber zuerst einen blauen Kreis...ein Kreuz, den schwarzen Kreis und das rote Kreuz.“

IMITATION VON HANDPOSITIONEN - IMITATING HAND POSITIONS

Beschreibung: Imitation von Hand-/ Fingerpositionen

Anhang

Material:	Stimulus-Buch, Stoppuhr
Startpunkt:	Item 3: bevorzugte Hand, Item 15: nicht-bevorzugte Hand
Umkehrregel:	Sind Item 3 und 4 nicht korrekt, werden Items 1 und 2 vorgegeben, bevor mit den Items für die bevorzugte Hand fortgefahren wird. Entsprechend werden bei Nichtlösen der Items 15 und 16 die Items 13 und 14 vorgegeben, bevor mit den Items für die nicht-bevorzugte Hand fortgefahren wird.
Zeitvorgabe:	20 Sekunden für jede Handposition
Abbruchregel:	3 Scores mit 0 in Folge bei Items 1-12 (bevorzugte Hand) 3 Scores mit 0 in Folge bei Items 13-24 (nicht-bevorzugte Hand)
Bewertung:	1 Punkt: korrekte Finger und Position innerhalb 20 Sek.
Vorgabe:	Items für die bevorzugte Hand werden vollständig vorgegeben, bevor zu den Items für die nicht-bevorzugte Hand übergegangen wird. Items 1-12 werden mit der Hand vorgegeben, die der bevorzugten Hand des Kindes entspricht. Items 13-24 werden mit der Hand vorgegeben, die der nicht-bevorzugten Hand des Kindes entspricht. Sollte ein Kind die andere Hand benutzen, um beim Positionieren unterstützend einzugreifen, muss es davon abgehalten werden; entsprechend notieren, auf die erlaubte Hand zeigen: „Mach es nur mit dieser Hand“. Sollte ein Kind die Hand des Testleiters spiegeln (Hand derselben Seite benutzen), eingreifen, notieren, auf die entsprechende Hand zeigen: „Mach es nur mit dieser Hand“.
Instruktion:	„Pass gut auf.“ Die Hand des Testleiters wird unter dem Tisch in Position gebracht. Zeit erfassen, sobald die Hand in das Blickfeld des Kindes kommt. Die Hand bleibt solange im Blickfeld, bis das Kind das Item korrekt gelöst hat oder 20 Sekunden verstrichen sind. Wird das Item vom Kind richtig beantwortet, wird zum nächsten Item übergegangen. Macht das Kind einen Fehler, wird nicht darauf hingewiesen, sondern die Handposition bis zum Verstreichen der 20 Sekunden im Blickfeld gehalten bzw. bis das Kind den Fehler selbst korrigiert. Items 1-12 (bevorzugte Hand): „Mach das“ (Faust mit erhobenem Daumen, dieser wird zum Kind gebeugt. Daumen wird zweimal auf und ab bewegt). „Mach ein V wie hier“ (Zeigefinger und Mittelfinger als V, Handfläche zum Kind). „Mach ein O wie hier“ (Daumen und Zeigefinger als Kreis). „Mach einen Hasen wie hier“ (Kreis aus Daumen, Mittelfinger und Ringfinger - Handfläche zum Kind; Zeigefinger und kleiner Finger aufrecht). „Jetzt mach ein O wie hier“ (kleiner Finger und Daumen als Kreis). „Mach ein Telefon wie hier“ (Zeigefinger, Mittelfinger und Ringfinger in eine Faust beugen und Daumen und kleiner Finger nach außen strecken. Daumen an das Ohr, kleiner Finger an den Mund halten). „Versuche das“ (Daumen über Zeigefinger und Mittelfinger legen, um ein O zu formen; Ringfinger und kleiner Finger ausgestreckt; Handfläche zeigt zum Kind). „Mache jetzt das“ (Daumen zwischen Mittelfinger und Ringfinger legen; Finger zu einer Faust schließen. Hand horizontal präsentieren). „Jetzt mach ein anderes O wie hier“ (Ringfinger und Daumen als Kreis). „Jetzt mach das“ (Spitzen des Daumens, Mittelfingers und kleinen Fingers zusammenbringen; Zeigefinger und Ringfinger ausgestreckt; Handfläche zum Kind). „Kannst du das?“ (Mittelfinger über den Ringfinger legen; andere Finger ausgestreckt; Handfläche zum Kind). „Jetzt mach das“ (Mittelfinger über Zeigefinger und Ringfinger über kleinen Finger legen; Lücke lassen zwischen den Spitzen von Zeigefinger und kleinem Finger; Handfläche zum Kind).

Items 13-24 (nicht-bevorzugte Hand): alle Instruktionen für Items 3-12 wiederholen.

VISUOMOTORISCHE PRÄZISION - VISUOMOTOR PRECISION

- Beschreibung:** Feinmotorische Geschwindigkeit und Genauigkeit der Auge-Hand-Koordination
- Material:** Test-Heft, Bleistift, kein Radiergummi, Stoppuhr
- Startpunkt:** Auto
- Zeitvorgabe:** 180 Sekunden je Item
- Bewertung:** Summe der Fehler über beide Items (1 Fehler: Segment wird über die Spur hinaus verlassen, Segmentauslassungen nach Zeitüberschreitung), kombiniert mit Bearbeitungszeit
- Vorgabe:** Es werden die entsprechenden Seiten des Testheftes vor das Kind auf die Höhe seiner Mittellinie gelegt. Das Kind bekommt einen Bleistift.
- Instruktion:** *Item Auto* vorlegen: „Siehst du diese Spur? Zeichne eine Linie entlang der Spur ohne die Ränder zu berühren und ohne das Papier zu drehen. Schau auf meine Finger. Zeichne eine Linie entlang dieser Spur (Demonstration). Jetzt versuche selbst, die Spur so schnell wie möglich mit dem Stift nachzufahren ohne die Seiten zu berühren. Fertig? Los!“. Die Zeit diskret erfassen, um zu vermeiden, dass der Eindruck entsteht, dass Zeit wichtiger als Genauigkeit sei. Zeit dann erfassen, sobald das Kind zu zeichnen beginnt, und Zeit stoppen, wenn Kind das Ende der Spur erreicht oder das Zeitlimit überschritten wurde. Die Zeit zur Erfüllung der Aufgabe in Sekunden protokollieren. Anschließend wird das *Item Motorrad* präsentiert: „Jetzt mach das selbe hier. Dank daran, nicht die Ränder zu berühren oder das Papier zu drehen.“ Sollte das Kind das Heft während des Zeichnens drehen, wird das Heft in die Ausgangsposition zurückgedreht und gesagt: „Denk dran, das Blatt nicht zu drehen“.

TEXTGEDÄCHTNIS - NARRATIVE MEMORY

- Beschreibung:** Reproduktion einer kurzen Geschichte unter free and cued recall-Bedingung
- Material:** Protokoll-Heft
- Instruktion:** „Ich werde dir jetzt eine Geschichte erzählen. Hör genau zu, damit du die Geschichte nacherzählen kannst, wenn ich fertig bin.“ Nachdem die Geschichte (s.u. im Kasten) laut vorgelesen wurde, soll das Kind die Geschichte frei nacherzählen. „Jetzt erzähl du mir die Geschichte.“ Erlaubte Hilfen: „Wie hat die Geschichte angefangen?“/ „Erzähle mir mehr“/ „Was passierte dann?“.

Berichtete Details unter Free Recall werden in der dazugehörigen Spalte protokolliert. Unmittelbar nachdem das Kind die Geschichte frei erzählt hat, wird auf die Details, die das Kind nicht erwähnt hatte, zurückgegangen und dazu die entsprechenden Fragen in der Cued Recall-Bedingung gestellt. Die Formulierungen müssen nicht wörtlich mit denen aus der Geschichte übereinstimmen, sie müssen aber die wesentlichen Informationen der aufgelisteten Details beinhalten. Wenn das Kind während der Cued Recall Bedingung neue, korrekte Details der Geschichte spontan produziert, werden diese in der Cued Recall Spalte vermerkt. Es werden nur diese Details in der Cued Re-

Anhang

call-Bedingung präsentiert, die nicht in der Free Recall Bedingung genannt wurden.

„Es gab einen Jungen mit Namen Tim, dessen bester Freund Benno hieß. Benno war ein großer schwarzer Hund. Tim ging gern im Wald spazieren und kletterte auch gern auf Bäume. In der Nähe des Hauses, in dem Tim wohnte, stand eine sehr hohe Eiche mit Ästen, so weit oben, dass er sie nicht mehr erreichen konnte. Tim wollte schon immer auf diesen Baum klettern. Eines Tages holte er von zu Hause eine Leiter und trug diese zu der Eiche. Er stieg hinauf, setzte sich auf einen Ast, und schaute sich die Umgebung an. Gerade als er wieder hinuntersteigen wollte, rutschte sein Fuß ab, sein Schuh fiel hinunter, und die Leiter fiel auf den Boden. Tim hielt sich an einem Ast fest, so dass er nicht herunter fiel, aber er konnte nicht mehr hinunter. Benno saß unter dem Baum und bellte. Plötzlich nahm Benno Tims Schuh in sein Maul und rannte davon. Tim war traurig. Wollte sein Freund denn nicht bei ihm bleiben, wenn er in Schwierigkeiten war? Benno brachte den Schuh zu Anna, Tims Schwester. Er bellte und bellte. Endlich verstand Anna, dass Tim in Schwierigkeiten war. Sie folgte Benno zu dem Baum, in dem Tim festsaß. Anna stellte die Leiter auf und rettete Tim. War Benno nicht ein kluger Hund?“

free recall	S free recall	cued recall questions	S cued recall	Score
Tim	2 0	Wie hieß der Junge?	1 0	0 1 2
Benno	2 0	Wie hieß der Hund?	1 0	0 1 2
groß	2 0	Wie groß war der Hund?	1 0	0 1 2
schwarz	2 0	Welche Farbe hatte der Hund?	1 0	0 1 2
ging gern im Wald spazieren oder kletterte gern auf Bäume	2 0	Was machte Tim ganz gerne?	1 0	0 1 2
Baum/ Eiche mit Ästen, so weit oben, dass er sie nicht mehr erreichen konnte	2 0	Was war in der Nähe von Tims Haus?	1 0	0 1 2
stieg auf den Baum/Eiche	2 0	Was machte Tim eines Tages?	1 0	0 1 2
holte eine Leiter oder trug eine Leiter zum Baum/ Eiche	2 0	Wie kam Tim auf dem Baum/ Eiche?	1 0	0 1 2
schaute sich die Umgebung an oder schaute herum	2 0	Was machte Tim oben auf dem Baum/ Eiche?	1 0	0 1 2
rutschte ab oder Schuh fiel herunter oder Leiter fiel auf den Boden oder saß fest oder konnte nicht mehr hinunter	2 0	Was geschah, als Tim gerade hinuntersteigen wollte?	1 0	0 1 2
Benno rannte und holte Hilfe oder ging, um Hilfe zu holen oder rannte weg	2 0	Was machte Benno als Tim festsaß?	1 0	0 1 2
Tim war traurig oder dachte, dass Benno nicht bleiben wollte	2 0	Wie fühlte sich Tim als Benno wegrannte?	1 0	0 1 2
Anna	2 0	Wie hieß das Mädchen?	1 0	0 1 2
Tims Schwester	2 0	Wer war Anna?	1 0	0 1 2
brachte ihr Tims Schuh	2 0	Wie machte Benno Anna verständlich, dass Tim in Schwierigkeiten war?	1 0	0 1 2
bellte und bellte	2 0	Was machte er noch? (wurde 15. nicht gefragt): Was machte Benno, nachdem er den Schuh zu Anna gebracht hatte?	1 0	0 1 2
Anna stellte die Leiter wieder auf oder rettete Tim oder half Tim	2 0	Was machte Anna, nachdem sie verstanden hatte, dass Tim in Schwierigkeiten war?	1 0	0 1 2

Anmerkung: S free: Bewertung in freier Reproduktion; S cued: Bewertung in unterstützter Reproduktion; Score: Gesamtbewertung pro Item

KLÖTZE - BLOCK CONSTRUCTION

- Beschreibung:** Nachbildung von dreidimensionalen Konstruktionen
- Material:** Stimulus-Heft, 12 rote Klötze, Stoppuhr
- Startpunkt:** Item 6
- Umkehrregel:** Wenn Items 6 und 7 nicht korrekt, werden die Items in umgekehrter Reihenfolge bearbeitet, bis 2 Items hintereinander gelöst wurden. Dann folgt die Fortsetzung in Folge bis Abbruchkriterium erfüllt
- Zeitvorgabe:** Items 1-7: 30 Sekunden pro Item
Items 8-13: 60 Sekunden pro Item
- Abbruchregel:** 5 Scores mit 0 in Folge
- Bewertung:** Fehler: Anzahl der verwendeten Klötze nicht korrekt, inkorrekte Platzierung (Klotz mehr als 45 Grad gedreht), Konstruktion steht weniger als 3 Sek., gesamte Konstruktion mehr als 45 Grad gedreht, Bearbeitungszeit überschritten.
Zusätzlichen zeitkritischen Bonuspunkt je Item (bei Item 8-13), falls Aufgabe innerhalb von 15 Sek. gelöst.
- Vorgabe:** Item 1-5: Modellkonstruktionen zur Ansicht dreidimensional mit Klötzen aufgebaut. Anschließend Klötze und Modell aus Stimulus-Heft vor das Kind legen mit der Aufforderung, die gleiche Konstruktion nachzubauen.
Items 6-13: Modell wird aus Stimulus-Heft gezeigt, das vor Kind gelegt wird, zusammen mit der entsprechenden Anzahl von Klötzen.
- Instruktion:** *Item 1-5:* „Ich werde jetzt einen (Turm, Tisch, Turm, Zug, Treppen) bauen.“ Modell wird vor dem Kind nach Vorgabe aus dem Stimulus-Heft gebaut. Anschließend wird die erforderliche Anzahl der Klötze zwischen das Modell und das Kind gelegt. „Jetzt bist du dran. Baue meinen (...) nach.“ Zeit erfassen. Zeit stoppen, sobald Kind anzeigt, dass es fertig ist. Die komplette Zeit pro Item wird in Sekunden protokolliert.
Items 6-13: Stimulus-Heft und Anzahl der Klötze wird vor Mittellinie des Kindes legen: „Baue nun die Klötze so nach, wie du sie hier siehst.“ Zeit erfassen. Zeit stoppen wenn Kind anzeigt, dass es fertig ist. Es darf nach Ablauf der Zeit die Konstruktion nicht mehr bewertet werden.

REPRODUKTION VON SÄTZEN - SENTENCE REPETITION

- Beschreibung:** Reproduktion von Sätzen mit ansteigender Komplexität und Länge
- Material:** Protokoll-Heft
- Startpunkt:** Item 5
- Umkehrregel:** Wenn Items 5 und 6 nicht wörtlich wiederholt (2-Punkte-Antwort), werden die Items 1-4 bearbeitet, bevor die Items wieder in aufsteigender Reihenfolge fortgesetzt werden – bis zum Eintritt der Abbruchregel
- Abbruchregel:** 4 Scores mit 0 in Folge
- Bewertung:** 2 Punkte: wörtliche Wiederholung; 1 Punkt: 1-2 Fehler (Auslassungen, Veränderungen, Hinzufügungen von Wörtern/Wortfolgen); 0 Punkte: mehr als 2 Fehler
- Instruktion:** „Ich werde dir jetzt einige Sätze vorsprechen. Ich möchte, dass du genau das wiederholst, was ich gesagt habe. Warte, bis ich fertig bin (auf sich selbst zeigen); dann bist du dran (auf das Kind zeigen). Hör genau zu. Lass uns anfangen.“ Jeder Satz wird nur einmal vorgege-

Anhang

ben. Es wird ein Strich durch jedes ausgelassene Wort gezogen und jeder Fall vermerkt, bei dem das Kind Wörter auslässt, verändert oder hinzufügt oder die Wortstellung verändert.

Item	Score
Schlaf gut.	0 1 2
Schau Frank an.	0 1 2
Der Hund rannte heim.	0 1 2
Die Katze fraß ihr Futter.	0 1 2
Bernd rannte den ganzen Weg heim.	0 1 2
Die Kinder stellten sich zum Essen an.	0 1 2
Manche Kinder haben ein Schwimmbad an der Schule.	0 1 2
Als es dunkel wurde, stellten wir das Zelt auf.	0 1 2
Nachdem sie ihr Brot gegessen hatte, trank Karin ihre Milch.	0 1 2
Weil ihre rechte Hand in Gips war, hatte sie Mühe beim Schreiben.	0 1 2
Morgens singen Vögel in den Bäumen vor meinem Fenster.	0 1 2
Die Frau neben dem Mann in der grünen Jacke, ist meine Tante.	0 1 2
Lange Schlangen von Leuten warteten am Eingang zum Freibad.	0 1 2
Die Kinder aus dem Dorf sammeln Geld, um beim Bau eines Gemeindezentrums zu helfen.	0 1 2
Weil ein Sturm aufzukommen drohte, packten wir das Picknickessen in den großen Korb ein.	0 1 2
Das Gemüse wurde geschnitten und in der Schüssel angerichtet, um einen Salat zu machen.	0 1 2
Nächsten Mittwoch, um 2 Uhr nachmittags, wird unsere Fußballmannschaft in einem Turnier im Stadion spielen.	0 1 2

STATUE

Beschreibung: Motorische Ausdauer und Inhibition

Material: Bleistift, Stoppuhr

Startpunkt/ Abbruchregel: Alle Items vollständig bearbeiten

Zeitvorgabe: 75 Sekunden

Vorgabe: Das Kind soll eine Körperhaltung mit geschlossenen Augen für 75 Sekunden bewahren und den Impuls, auf Lärmdistraktoren zu reagieren, unterdrücken. Das Kind steht mit leicht geöffneten, parallelen Füßen, linkem Arm seitlich und rechtem Arm im Ellbogen gebeugt, so dass er rechtwinklig zum Körper ist. Die linke Hand macht eine Faust, als ob sie eine Fahne hält.

Bewertung: Der Protokollbogen unterteilt den 75-Sekunden-Abschnitt in 15 5-Sekunden-Segmente. „Y“ (JA) in den entsprechenden Spalten für jedes Segment einkreisen, in denen sich das Kind bewegt, die Augen öffnet oder spricht. Kommt irgendeiner dieser Fehler vor, wird das Kind vorsichtig und kurz an die Regeln erinnert: „Augen geschlossen oder ruhig stehen!“ wobei die Zeit weiter erfasst wird. „N“ für jedes Segment einkreisen, in dem das Kind keinen Fehler macht. Der Gesamtwert je Item ergibt sich wie folgt: 2 Punkte bei keiner Bewegung, 1 Punkt bei 1 Bewegung und 0 Punkten bei 2 oder mehr Bewegungen. Unbeabsichtigtes Husten, stummes Lächeln und kleine Fingerbewegungen werden nicht als Fehler gewertet. Folgende Verhaltensweisen und vergleichbare Bewegungen sind Fehler: rechte Hand oder Arm mehr als 45 Grad fallen lassen, Kopf

drehen, einen Fuß hochheben oder einen Fuß auf dem Boden hin- und herrutschen, Sprechen, Lachen.

Wenn das Kind die Aufgabe nicht bis zum Ende der Aufgabendauer durchführt, nicht weiter versucht, wird die Zeit notiert und für alle verbleibenden 5-Sekunden-Intervalle eine 0 gewertet.

Instruktion: „Versuche, ob du genauso ruhig stehen bleiben kannst wie eine Statue, die eine Flagge hält.“ Die Position kann vom Testleiter modelliert und das Kind in Stellung gebracht werden, wenn notwendig. „Wenn ich dir sage, dass du anfangen sollst, dann musst du mit geschlossenen Augen völlig ruhig stehen wie eine Statue, die eine Flagge in der Hand hält. Bewege nicht einmal deine Finger. Bewege dich überhaupt nicht, öffne nicht deine Augen, und spreche nicht – egal was passiert – bis ich sage: „Die Zeit ist vorbei!“. Fertig? Schließe jetzt deine Augen. Halte sie geschlossen. Wir beginnen nun.“
Zeit erfassen. Folgende Instruktionen müssen zeitgenau umgesetzt werden: Nach 10 Sek. den Bleistift auf dem Tisch fallen lassen, nach 20 Sek. einmal laut husten, nach 30 Sek. zweimal auf den Tisch klopfen, nach 50 Sek.: „Ho Hum“, nach 75 Sek.: „Die Zeit ist vorbei!“

LERNEN VON WORTLISTEN - LIST LEARNING

Protokollbogen: Verbaler Lern- und Merkfähigkeitstest (VLMT, Form A). Von C. Helmstaedter, M. Lendt und S. Lux. (2001). Beltz, Göttingen.

Beschreibung: Serielles Listenlernen mit nachfolgender Distraction, Abruf nach Distraction und halbstündiger Verzögerung. Test erfasst mehrere Aspekte des verbalen Lernens und Gedächtnisses. Berücksichtigt werden unmittelbare und verzögerte Wiedergabe, Lernrate und Interferenzeffekte aus vorherigem und neuem Lernen. Es wird auch die Merkfähigkeit von Wörtern nach einem Interferenz-Trial erfasst.

Material: Wort-Liste und Interferenz-Liste mit je 15 semantisch unabhängigen Wörtern

Startpunkt: Durchgang (Trial) 1

Zeitvorgabe: Die Listen werden mit einer Rate von 1 Sekunde pro Wort gelesen

Abbruchregel: Jeder Durchgang wird vorgegeben. Ein Durchgang wird abgebrochen, wenn das Kind keine neuen Wörter mehr produziert

Bewertung: Gesamtwert bildet Summe des unmittelbaren Behaltens (Durchgänge 1-5), Wiedergewinnensleistung unmittelbar (Durchgang 7) und verzögert (Durchgang 8)

Wort-Liste

Instruktion: Lerndurchgang 1: „Ich werde dir jetzt helfen, eine Liste mit Wörtern zu lernen. Ich werde die Liste vorlesen. Dann sage mir alle Wörter, an die du dich erinnerst. Sage die Wörter in der Reihenfolge, wie du es möchtest.“ Die Wortliste wird jetzt mit einer Rate von 1 Sekunde pro Wort vorgelesen. Absichern, dass das Kind die Liste nicht lesen kann. In den Spalten für die Durchgänge 1-7 auf dem Protokollbogen soll die Nummer neben jedes Wort eingetragen werden, die die Antwortsequenz der erinnerten Wörter wiedergibt. Jedesmal wenn das Kind in einem Durchgang ein Wort mehrmals nennt, soll dieses markiert werden. Auch sollen alle Wörter, die nicht auf der Liste stehen protokolliert werden.

Lerndurchgang 2-5: Es werden die Wortlisten für die Durchgänge 2-5 vorgelesen. Jedesmal wird gesagt: „Jetzt werde ich die Liste noch einmal vorlesen. Sobald ich fertig bin, sollst du mir alle Wörter sagen, an die du dich erinnerst. Auch diese, die du vorher genannt hast.“ Antworten wie unter Durchgang 1 protokollieren.

Interferenz-Liste

Instruktion: Durchgang 6: „Jetzt werde ich dir eine neue Wortliste vorlesen. Sobald ich fertig bin, sollst du mir alle Wörter sagen, an die du dich aus der neuen Liste erinnerst. Sage die Wörter in der Reihenfolge, wie du es möchtest.“ Die Interferenz-Liste wird mit einer Rate von 1 Sekunde pro Wort gelesen. Antworten wie unter Trial 1 protokollieren.

Unmittelbarer Abruf

Instruktion: Durchgang 7: „Jetzt sage mir alle Wörter, an die du dich aus der ersten Liste, die du gelernt hast, erinnerst.“ Antworten wie unter Durchgang 1 protokollieren. Liste nicht vorlesen! Die Zeit für das Ende des Listen-Lernens protokollieren, da „verzögertes Gedächtnis für Listen“ ca. 30 Minuten nach Beendigung dieses Teils des Subtests durchgeführt werden soll.

Verzögerter Abruf

Instruktion: „Vor einer Weile habe ich dir eine Liste mit Wörtern vorgelesen. Das erste Wort dieser Liste war „Trommel“. Sage mir nun die anderen Wörter der Liste.“ Es soll wieder eine Nummer neben jedes Wort geschrieben werden, um die Reihenfolge des Erinnerns zu protokollieren. Jedesmal, wenn ein Wort wiederholt genannt wird, soll dies markiert werden.

MUSTER PRODUZIEREN - DESIGN FLUENCY

Beschreibung: Fähigkeit, möglichst viele einzigartige Muster zu kreieren, indem bis zu fünf Punkte miteinander verbunden werden sollen. Zwei Schwierigkeitsgrade in Form einer strukturierten und zufälligen Punktemenge

Material: Test-Heft, Bleistift, kein Radiergummi, Stoppuhr

Startpunkt: Einführungsbeispiel mit strukturierter Menge (1. Item)

Zeitvorgabe: 60 Sek. pro Item

Abbruchregel: Beide Items werden vorgegeben

Bewertung: 0 Punkte für ein Muster bei Wiederholung eines Musters, ungerader Linie (Universelle Scoring-Schablone B), Lücke von mindestens 2 mm zwischen einem Punkt und der Linie, die ihn berühren sollte (Universelle Scoring-Schablone A)

Vorgabe: Macht ein Kind irgendeinen Fehler zu irgendeinem Zeitpunkt während des Bearbeitens, werden entsprechende Hinweise gegeben: „Denk daran, alle unterschiedlich zu machen.“/ „Denk daran, die Linien gerade zu machen.“/ „Denk daran, die Punkte zu verbinden.“/ „Du brauchst nicht alle Punkte zu verwenden.“/ „Du kannst mehr als zwei Punkte verwenden, wenn du möchtest.“

Strukturierte Punktemenge

Instruktion: *Einführungsbeispiel:* Das Einführungsbeispiel mit strukturierter Punktemenge wird im Antwortheft horizontal vor das Kind gelegt: „Hier sind einige Quadrate mit Punkten. Du sollst zwei oder mehr Punkte miteinander verbinden, indem du gerade Linie zeichnest, um in jedes

Quadrat ein Muster zu machen. Es ist wichtig, dass sich jedes Muster von den anderen unterscheidet. Lass es uns einmal zusammen üben.“ Es werden zwei Beispiele gegeben: 1.: Eine Linie, die zwei Punkte miteinander verbindet. 2.: Drei Linien, die 4 Punkte miteinander verbinden. „Jetzt mach du mal solche Muster.“ Das Kind soll unterschiedliche Muster in den zwei verbleibenden Quadraten herstellen. Jeder Fehler soll erklärt werden.

Item 1: Seite umdrehen (horizontale Position zum Kind): „In jedem Quadrat sollst du zwei oder mehr Punkte mit geraden Linien miteinander verbinden. Arbeite so schnell wie du kannst und mache jedes Muster anders. Beginne hier (auf das obere linke Quadrat relativ zum Kind zeigen) und gehe dann weiter so vor (von links nach rechts). Wenn du diese Reihe beendet hast, gehst du zur nächsten (auf die nächste Reihe zeigen). Fertig? Dann fange an“. Es kann auf jedes Quadrat als neuer Aufgabenteil gezeigt werden, um die jüngeren Kinder über die Seite zu führen. Zeit erfassen. Das Kind nach 60 Sekunden unterbrechen.

Zufällige Punktemenge

Instruktion: *Einführungsbeispiel:* Das Einführungsbeispiel mit zufälliger Punktemenge im Antwortheft horizontal vor das Kind legen: „Hier sind noch mehr Quadrate mit Punkten. Wir machen jetzt möglichst viele verschiedene Muster, indem wir zwei oder mehr Punkte miteinander verbinden. Schau mir mal zu.“ Es wird eine Linie in das erste Quadrat gezeichnet, die zwei Punkte miteinander verbindet. „Jetzt machst du weiter, und denke daran, dass jedes Muster anders sein soll.“ Das Kind soll verschiedene Muster in den drei verbleibenden Quadraten produzieren. Jeder Fehler soll erklärt werden. Hat das Kind das Einführungsbeispiel korrekt beendet, geht man zum 2. Item über (horizontal vor dem Kind positioniert, wobei die Muster vom Kind weg zeigen).

Item 2: „In jedem Quadrat sollst du zwei oder mehr Punkte mit geraden Linien miteinander verbinden. Arbeite so schnell wie du kannst, und mache jedes Muster anders. Beginne hier. Fertig? Dann fange an“. Zeit erfassen, das Kind nach 60 Sekunden unterbrechen.

NACHSPRECHEN VON PSEUDOWÖRTERN - REPETITION OF NONSENSE WORDS

Kunstwörter

Instruktion, Protokollbogen und Auswertung nach Vorgabe des „Kunstwörter-Nachsprech-Test“ (Körner & Hasselhorn, 2001. Empirische Analysen zu konstruierten und erfundenen Kunstwörtern. Unveröffentlichtes Material. Universität Göttingen).

Beschreibung: Phonologisches Enkodieren und Dekodieren durch das Wiederholen von sinnlosen Wörtern; phonematische Speicherung der sprechmotorischen Koordination und Artikulation
Material: Kassettenrekorder, Kassette
Startpunkt: Item 1
Bewertung: 1 Punkt für jedes korrekt reproduzierte Wort (ständige Artikulationsfehler, falsche Betonungen werden nicht berücksichtigt).

Instruktion: „Du wirst jetzt vom Kassettenrekorder einzelne Wörter hören. Deine Aufgabe ist es, jedes dieser Wörter, sobald du es gehört hast, so

Anhang

deutlich wie möglich nachzusprechen. Du wirst dich sicherlich über diese Wörter wundern, weil du sie noch nie gehört hast. Du kannst sie auch noch nicht gehört haben, denn sie sind frei erfunden. Deine Aufgabe besteht darin, so gut wie möglich nachzusprechen, was du gehört hast. Lass uns zunächst einmal das Nachsprechen üben. Dazu spiele ich dir drei Beispiele vor. Ich schalte jetzt den Rekorder an. Wenn du das erste Wort gehört hast, sprich es bitte sofort nach. Danach hörst du das zweite Wort und wenn du das nachgesprochen hast kommt das dritte Übungswort. Hast du noch Fragen? Es geht los!“ (Beispielwörter abspielen) „So wie diese Beispiele waren, geht es gleich weiter. Hör dir aufmerksam jedes Wort an und sprich es dann nach. Es geht los!“ (48 Testitems abspielen). Antworten werden wörtlich protokolliert. Bewertet werden nur der erste Versuch oder spontane Selbstkorrekturen, die vor dem nächsten Item gegeben werden.

Item	Reproduktion	
1. gerlaffen		0 1
2. frunzellangrosper		0 1
3. faschelmuzierung		0 1
4. dinfin		0 1
5. wobenschlado		0 1
6. laudenvorbaltung		0 1
7. gerutten		0 1
8. vergrantieren		0 1
9. praulaskon		0 1
10. verdallter		0 1
11. luchen		0 1
12. brojasporken		0 1
13. bendulakt		0 1
14. nostur		0 1
15. gliebunade		0 1
16. halkoringtandal		0 1
17. scharfelt		0 1
18. vergaldapter		0 1
19. pruntang		0 1
20. sakroster		0 1
21. grappenfegalitsch		0 1
22. verkrabaten		0 1
23. horgustrabieren		0 1
24. bonhold		0 1
25. scherbazionierung		0 1
26. leigenzerklipfen		0 1
27. laukolz		0 1
28. pluchtenwassel		0 1
29. verklabieren		0 1
30. iltarmunzel		0 1
31. entrasch		0 1

Anhang

32. hassel		0 1
33. noppendingung		0 1
34. argentulich		0 1
35. hortumben		0 1
36. algarmustieren		0 1
37. dullern		0 1
38. vorluch		0 1
39. wignultarraspen		0 1
40. gittensafling		0 1
41. geschraten		0 1
42. glupoppel		0 1
43. mugelfast		0 1
44. schluffen		0 1
45. darfenkolparmin		0 1
46. begantelkorasch		0 1
47. verkraffern		0 1
48. verzeulung		0 1

Mottier

Instruktion, Protokollbogen und Auswertung nach Vorgabe des „Mottier-Test-Zusatzverfahren zum ZLT“ (entnommen aus: Zürcher Lesetest ZLT. Förderdiagnostik bei gestörtem Schriftspracherwerb. Von M. Linder und H. Grissemann. Hans Huber, Göttingen, 1981, 2003⁶).

WEGFINDUNG - ROUTE FINDING

Beschreibung: Erfassen von visuell-räumlichen Relationen und Richtungen, Nutzen dieses Wissens, um eine Route aus einer einfachen schematischen Karte in eine komplexere zu übertragen. Dem Kind wird eine schematische Karte mit einem Zielhaus gezeigt und es soll dieses Haus in einer größeren Karte mit anderen Häusern und Straßen wiederfinden.

Material: Stimulus-Heft

Startpunkt: Einführungsbeispiel

Abbruchregel: 5 Scores mit 0 in Folge

Einführungsbeispiel

Instruktion: Stimulus-Heft flach hinlegen und vertikal drehen. Einführungsbeispiel präsentieren: „So kommt man zu diesem Haus.“ Den Weg zum Haus im unteren Teil der Seite mit dem Finger nachfahren. „Benutze jetzt deinen Finger, um den Weg zum Haus zu finden.“ Nachdem das Kind geantwortet hat, auf die Karte im oberen Teil der Seite zeigen. „Jetzt zeige zu diesem Haus auf dieser Karte. Zeige mir dieses Haus.“ Bei richtiger Antwort: „Ja, das ist richtig.“ Antwortet das Kind falsch, soll es den Weg zum Haus im unteren Beispiel nochmals nachfahren; dann soll es den Weg im oberen Beispiel nachfahren. Das Kind anleiten und Einführungsbeispiel nochmals wiederholen, wenn notwendig.

Item 1-10

Instruktion: Item 1 präsentieren und auf das einzelne Haus unten auf der Seite zeigen. „Fahre den Weg zu diesem Haus nach.“ Nachdem das Kind

den Weg zum Haus unten auf der Seite nachgefahren hat, auf die Karte oben zeigen. „Jetzt machen wir noch weitere Aufgaben. Fahre den Weg hier unten nach (auf den unteren Teil der Seite zeigen), aber zeige nur auf das Haus hier oben. Jetzt zeige auf dieses Haus in dieser Karte.“ Versucht das Kind den Weg in der oberen Zeichnung nachzufahren, das Kind unterbrechen: „Nur auf das Haus zeigen.“ Es ist bei keinem Item nach dem Einführungsbeispiel erlaubt, den Weg auf dem oberen Teil der Seite nachzufahren. Ist das Kind mit der Aufgabe vertraut, ist es nicht mehr notwendig das Kind den Weg im unteren Teil nachfahren zu lassen. Es wird die Antwort des Kindes auf dem Protokollbogen protokolliert, indem das gezeigte Haus umkreist wird.

WORTFLÜSSIGKEIT - VERBAL FLUENCY

Beschreibung:	Generieren von Wörtern innerhalb spezifischer semantischen und phonemischen Kategorien
Material:	Items auf Protokollbogen, Stoppuhr
Startpunkt:	Items 1
Zeitvorgabe:	60 Sek. je Item
Vorgabe:	Das Kind hat 60 Sekunden Zeit, möglichst viele Wörter in jeder Kategorie zu produzieren. Die produzierten Wörter werden wörtlich aufgeschrieben, indem sie in die 15-Sekunden-Intervall Blöcke eingetragen werden. Es werden Wiederholungen, Fehler als auch Nonsense-Wörter protokolliert. Bei jedem Item wird die Zeit unmittelbar erfasst, nachdem „Los!“ gesagt wurde, bis dann nach 60 Sekunden „Stopp!“ gesagt wird.

Semantische Wortflüssigkeit

Instruktion: *Item 1:* „Versuche jetzt möglichst viele verschiedene Tiere wie Katze oder Hund zu benennen. Sage dies so schnell wie möglich. Fertig? Los!“ Zeit erfassen. Produziert das Kind keine Wörter innerhalb der ersten 15-Sekunden-Periode: „Nenne mir (mehr) Tiere.“ Nach 60 Sekunden: „Stopp!“
Item 2: „Versuche jetzt Dinge zu benennen, die du essen oder trinken kannst. Nenne möglichst viele verschiedene Dinge wie Pizza oder Milch. Mach es so schnell wie möglich. Fertig? Los.“ Zeit erfassen. Produziert das Kind keine Wörter innerhalb der ersten 15-Sekunden-Periode: „Nenne mir (mehr) Dinge, die du essen oder trinken kannst.“ Nach 60 Sekunden: „Stopp!“

Formallexikalische Wortflüssigkeit

Instruktion: *Item 3:* „Sage jetzt möglichst viele verschiedene Wörter, die dir einfallen, die mit dem Buchstaben „S“ beginnen. So wie Sonne und Sand. Nenne aber keine Namen von Leuten oder Orte so wie Susanne and Stuttgart. Sage die Wörter so schnell wie möglich. Fertig? Los!“ Zeit erfassen. Produziert das Kind keine Wörter innerhalb der ersten 15-Sekunden-Periode: „Nenne mir (mehr) Wörter, die mit dem Buchstaben „S“ anfangen.“ Nach 60 Sekunden: „Stopp!“
Item 4: „Der nächste Buchstabe ist F. Sage jetzt möglichst viele verschiedene Wörter, die dir einfallen, die mit dem Buchstaben „F“ beginnen. So wie Freude und Farm. Nenne aber keine Namen von Leuten oder Orte so wie Florian and Frankfurt. Sage die Wörter so schnell wie möglich. Fertig? Los!“ Zeit erfassen. Produziert das Kind keine Wörter innerhalb der ersten 15-Sekunden-Periode: „Nenne mir

(mehr) Wörter, die mit dem Buchstaben „F“ anfangen.“ Nach 60 Sekunden: „Stopp!“

HANDBEWEGUNGEN - MANUAL MOTOR SEQUENCES

Beschreibung:	Imitation von rhythmischen Bewegungsabfolgen (uni- oder bimanuell)
Material:	Items aufgeführt in Protokollbogen und Manual, Stoppuhr
Startpunkt:	Item 3
Umkehrregel:	Löst ein Kind alle 5 Folgen von Item 3 nicht korrekt, werden Items 1+ 2 vorgegeben, bevor zu Item 4 übergegangen wird
Zeitvorgabe:	Es soll ein Darbietungsrhythmus eingehalten werden, der leicht schneller als eine Bewegung pro Sekunde sein soll. Items 9, 11, 12: Zuerst eine Bewegung pro Sekunde, dann 2 Bewegungen pro Sekunde
Abbruchregel:	4 Scores mit 0 in Folge
Bewertung:	Fehler: inkorrekte Folge von Bewegungen, Unterbrechung länger als die Zeit für eine Abfolge. Inkonsistenter Rhythmus und Verlangsamung des Rhythmus werden nicht als Fehler gewertet

Einführungsbeispiel:

Instruktion: „Ich mache jetzt etwas mit meinen Händen. Schau mir gut zu. Dann sollst du das machen, was ich vorgemacht habe. Mach so lange weiter, bis ich Stopp sage.“ Während das Kind die Aufgabe ausführt, wird leise mitgezählt. Jede Bewegungsabfolge wird 3x demonstriert, das Kind darf 1x üben: Bewegung 1: Faust (Knöchel unten), Handfläche; Bewegung 2: Faust, Handfläche.

Die Demonstration erfolgt mit der Hand, die der bevorzugten Hand (wenn nicht die nicht-bevorzugte Hand explizit angegeben ist) des Kindes direkt gegenüber liegt. Es muss darauf geachtet werden, dass das Kind die richtige Hand benutzt. Wenn notwendig, soll auf die entsprechende Hand gezeigt werden. Bei allen Items soll leicht auf den Tisch geklopft werden. Es kann, wenn notwendig, der Rhythmus angezeigt werden, indem eine Hand mitbewegt werden kann, während das Kind die Abfolge produziert. Die Stoppuhr soll als Taktgeber für den Darbietungsrhythmus dienen.

In die Spalte „Sequence Number“ des Protokollbogens werden korrekte Sequenzen eingekreist und ein „X“ bei derjenigen Abfolge markiert, in der ein Fehler vorkommt. Bei einem Unterbrechungsfehler wird ein „X“ bei der nächsten Abfolge markiert. Das Kind unterbrechen, nachdem es die Bewegungsabfolge 5x durchgeführt hat. Macht ein Kind ein Fehler in der ersten oder zweiten Abfolge, wird eine nochmalige Demonstration gegeben und das Item neu gestartet.

Item 1-12

Instruktion: *Item 1:* Rechte und linke Faust auf den Tisch legen. Mit beiden Fäusten simultan auf den Tisch klopfen (mit Knöcheln klopfen). 3x demonstrieren: „Jetzt mache mir das nach und mache so lange weiter, bis ich Stopp sage.“ Nach 5 Abfolgen: „Stopp!“
Item 2: Die der bevorzugten Hand des Kindes gegenüberliegende Hand benutzen: Faust, dann Handfläche auf den Tisch klopfen. 3x demonstrieren. „Jetzt mache mir das nach und mache so lange weiter, bis ich Stopp sage. Lass deine andere Hand auf dem Tisch.“ Nach 5 Abfolgen: „Stopp!“

Item 3: Die der nicht-bevorzugten Hand des Kindes gegenüberliegende Hand benutzen: Faust, dann Handfläche auf den Tisch klopfen. 3x demonstrieren. „Jetzt mache mir das nach und mache so lange weiter, bis ich Stopp sage. Lass deine andere Hand auf dem Tisch.“ Nach 5 Abfolgen: „Stopp!“

Item 4: In die Hände klatschen, dann beide Handflächen auf den Tisch klopfen. 3x demonstrieren. „Jetzt mache mir das nach und mache so lange weiter, bis ich Stopp sage.“ Nach 5 Abfolgen: „Stopp!“

Item 5: In die Hände klatschen, dann rechte Faust und linke Handfläche. 3x demonstrieren. „Jetzt mache mir das nach und mache so lange weiter, bis ich Stopp sage.“ Nach 5 Abfolgen: „Stopp!“

Item 6: In die Hände klatschen, dann rechte Handfläche und linke Faust. 3x demonstrieren. „Jetzt mache mir das nach und mache so lange weiter, bis ich Stopp sage.“ Nach 5 Abfolgen: „Stopp!“

Item 7: Die der bevorzugten Hand des Kindes gegenüberliegende Hand benutzen: Faust, Handfläche, Handkante. 3x demonstrieren. „Jetzt mache mir das nach und mache so lange weiter, bis ich Stopp sage. Lass deine andere Hand auf dem Tisch.“ Nach 5 Abfolgen: „Stopp!“

Item 8: Die der nicht-bevorzugten Hand des Kindes gegenüberliegende Hand benutzen: Faust, Handfläche, Handkante. 3x demonstrieren. „Jetzt mache mir das nach und mache so lange weiter, bis ich Stopp sage. Lass deine andere Hand auf dem Tisch.“ Nach 5 Abfolgen: „Stopp!“

Item 9: Rechte Faust, linke Faust, rechte Handfläche, linke Handfläche. 3x demonstrieren (1x 1 Bewegung pro Sekunde, diese das Kind nachmachen lassen, dann 2x 2 Bewegungen pro Sekunde). „Jetzt mache mir das schnell nach und mache so lange weiter, bis ich Stopp sage.“ Nach 5 Abfolgen: „Stopp!“

Item 10: Simultan rechte Faust und linke Handfläche, simultan rechte Handfläche und linke Faust. 3x demonstrieren. „Jetzt mache mir das nach und mache so lange weiter, bis ich Stopp sage.“ Nach 5 Abfolgen: „Stopp!“

Item 11: Händeklatschen, rechte Faust, rechte Handfläche, linke Faust. 3x demonstrieren (1x 1 Bewegung pro Sekunde, diese das Kind nachmachen lassen, dann 2x 2 Bewegungen pro Sekunde). „Jetzt mache mir das schnell nach und mache so lange weiter, bis ich Stopp sage.“ Nach 5 Abfolgen: „Stopp!“

Item 12: Linke Faust, rechte Handkante, linke Handfläche, rechte Faust. 3x demonstrieren (1x 1 Bewegung pro Sekunde, diese das Kind nachmachen lassen, dann 2x 2 Bewegungen pro Sekunde). „Jetzt mache mir das schnell nach und mache so lange weiter, bis ich Stopp sage.“ Nach 5 Abfolgen: „Stopp!“

NACHSPRECHEN VON WÖRTERN - OROMOTOR SEQUENCES

Instruktion, Protokollbogen und Auswertung nach Vorgabe des Aachener Aphasie Test (AAT) - Nachsprechen (Untertests 1-4: Laute, Einsilbige Wörter, Lehn- und Fremdwörter, Zusammengesetzte Wörter). Von W. Huber, K. Poeck, D. Weniger und K. Willmes (1983). Göttingen: Dr. C.J. Hogrefe, Verlag für Psychologie.

FINGERDISKRIMINATION - FINGER DISCRIMINATION

Beschreibung: Fingeridentifikation unter Gebrauch taktiler Information
Material: Items aufgeführt in Protokollbogen, Sichtschutzblende
Startpunkt: Einführungsbeispiele

Anhang

Abbruchregel: Jedes Item wird vorgegeben
Vorgabe: Bei jedem Item berührt der Testleiter mit seinem Zeigefinger den Finger des Kindes einmal zwischen dem 1. und 2. Gelenk. Nicht den Finger über den Finger des Kindes streifen. Zuerst werden alle Items mit der bevorzugten, dann mit der nicht-bevorzugten Hand durchgeführt

Einführungsbeispiele

Instruktion: Das Kind soll seine bevorzugte Hand durch das Loch in dem Schirm stecken, Handfläche nach unten, die Finger auseinandergespreizt. „Ich werde jetzt einen oder zwei von deinen Fingern berühren. Dann werde ich den Schirm hochhalten und du zeigst auf den Finger, den ich berührt habe. Lass es uns mal versuchen.“ Zeigefinger berühren, Schirm nach oben: „Zeige auf den Finger, den ich berührt habe.“ Es ist nicht erlaubt, dass das Kind antwortet, indem es den Finger nach oben streckt. Wenn das Kind richtig gezeigt hat: „Ja, das ist richtig.“ Wenn das Kind nicht richtig gezeigt hat: „Ich habe diesen berührt“ und den Finger berühren. Das Kind soll nun die Hand wieder durch das Loch in dem Schirm stecken: „Ich kann auch zwei Finger gleichzeitig berühren, wie jetzt.“ (Zeigefinger und Daumen berühren simultan Zeigefinger und Daumen des Kindes). Schirm nach oben: „Welche Finger habe ich berührt?“ Wenn notwendig korrigieren und mit den Items fortfahren. Falls Einführungsitems nicht richtig beantwortet, werden diese nochmals wiederholt.

Item 1-28

Instruktion: Nicht im Voraus andeuten, wenn zwei Finger berührt werden sollen. Wenn das Kind nur auf einen Finger zeigt, obwohl zwei Finger berührt wurden, wird nur 1 Punkt vergeben.
Items 1-14: bevorzugte Hand
Items 15-28: nicht-bevorzugte Hand

1. (15.) Daumen/ 2. (16.) Mittelfinger/ 3. (17.) kleiner Finger/ 4. (18.) Daumen und Mittelfinger/ 5. (19.) Zeigefinger/ 6. (20.) Ringfinger/ 7. (21.) kleiner Finger und Zeigefinger/ 8. (22.) Daumen/ 9. (23.) Mittelfinger/ 10. (24.) Ringfinger und Daumen/ 11. (25.) kleiner Finger/ 12. (26.) Zeigefinger/ 13. (27.) Ringfinger/ 14. (28.) Ringfinger und Zeigefinger

HANDREAKTION - KNOCK AND TAP

Beschreibung: Selbstregulation, Aufrechterhalten eines spezifischen Antwortverhaltens, Inhibition von motorischen Handlungen, Produktion von konfligierenden motorischen Antworten
Material: Items aufgeführt in Protokollbogen und Manual
Startpunkt: Einführungsbeispiele
Zeitvorgabe: Jedes Item wird mit einer Rate von 2 Sek. pro Bewegung dargeboten werden.
Abbruchregel: 4 Scores mit 0 in Folge
Vorgabe: Das Kind soll mit seiner bevorzugten Hand auf den Tisch klatschen, wenn der Testleiter klopft, und klopfen, wenn der Testleiter klatscht. Die nicht-bevorzugte Hand soll auf dem Tisch liegen bleiben. Dabei benutzt der Testleiter die nicht-bevorzugte Hand. Klopfen erfolgt mit den Knöcheln der Faust, klatschen mit der flachen Handfläche.

Die motorischen Cues werden immer mit der nicht-bevorzugten Hand präsentiert (unabhängig von der bevorzugten Hand des Kindes), damit die Antworten protokolliert werden können und es gewährleistet ist, dass die Items konsistent präsentiert werden. Die „knocks“ und „taps“ sollten in einem kontinuierlichen Fluss mit einer Rate von einer Bewegung pro 2 Sekunden präsentiert werden (Stoppuhr), wobei die Rate so angepasst werden soll, dass das Kind antworten kann, bevor die folgende Bewegung präsentiert wird. Es soll jedoch nicht länger als 5 Sekunden auf eine Antwort gewartet werden. Wenn notwendig, soll das Kind daran erinnert werden, auf die Hand des Testleiters zu schauen.

Einführungsbeispiele für Items 1-15

Instruktion: „Wenn ich das mache“ (leicht mit den Knöcheln auf den Tisch klopfen), dann machst du das (leicht mit der Handfläche auf den Tisch klatschen). Aber wenn ich das mache (leicht mit der Handfläche auf den Tisch klatschen), machst du das (leicht mit den Knöcheln auf den Tisch klopfen). Lass die andere Hand auf dem Tisch liegen. Lass es uns versuchen.“

Die motorische Bewegung („knock“ oder „tap“) demonstrieren und auf die korrekte Antwort warten. Wenn das Kind falsch antwortet, mit der bevorzugten Hand die Hand des Kindes in die richtige Position bringen.

Folgende Einführungsbeispiele sollen präsentiert werden: Knock, Tap, Knock, Tap. Einführungsbeispiele können bis zu 3x wiederholt werden. Alle Fehler werden korrigiert, anschließend Item 1 präsentiert.

Item 1-15

Instruktion: „Schau mir zu.“ Aufmerksamkeit des Kindes auf die Hand lenken. „Du sollst immer diese Hand benutzen (bevorzugte Hand des Kindes berühren). Die andere Hand soll auf dem Tisch liegen bleiben.“

Motorische Bewegungen mit einer Rate von einer Bewegung pro 2 Sekunden präsentieren. Mit der bevorzugten Hand sollen auf dem Protokollbogen Kreise um die entsprechenden Buchstaben für die Antwort gemacht werden („k“ für „knock“, „t“ für „tap“- „o“ für andere). Die richtige Antwort ist fett gedruckt.

Einführungsbeispiele für Items 16-30

Instruktion: „Jetzt machen wir Aufgaben, die ein bisschen schwieriger sind. Wenn ich das mache (knock), dann machst du das (seitliche Faust). Und wenn ich das mache (seitliche Faust), machst du das (knock). Aber wenn ich das mache (tapping), machst du nichts. Lass die andere Hand auf dem Tisch liegen. Lass es uns versuchen.“

Folgende Einführungsbeispiele sollen präsentiert werden: Knock, Tap, Side Fist, Tap, Side Fist, Knock. Einführungsbeispiele können bis zu 3x wiederholt werden. Alle Fehler werden korrigiert, anschließend Item 1 präsentiert.

Item 16-30

Instruktion: „Schau mir zu.“ Aufmerksamkeit des Kindes auf die Hand lenken. „Du sollst immer diese Hand benutzen (bevorzugte Hand des Kindes berühren). Die andere Hand soll auf dem Tisch liegen bleiben.“

Motorische Bewegungen mit einer Rate von einer Bewegung pro 2 Sekunden präsentieren. Mit der bevorzugten Hand sollen auf dem Protokollbogen Kreise um die entsprechenden Buchstaben für die

Anhang

Antwort gemacht werden („k“ für „knock“, „t“ für „tap“, „s“ für „side fist“, „n“ für keine Antwort, „o“ für andere). Die richtige Antwort ist fett gedruckt.

Anhang

A. 2. TABELLE 1. INTERKORRELATIONSMATRIX DER UNTERTESTS DES NEUROPSYCHOLOGISCHEN UNTERSUCHUNGSVERFAHRENS (KG, N=29)

	TW	AA	VA	DF	ST	KT	PB	SN	CI	MO	KW	VFG	VFS	OS
Attention/ Executive														
Tower TW														
Auditory Attention AA	.43*													
Visual Attention VA	.03	-.04												
Design Fluency DF	-.33	.01	-.08											
Statue ST*	-.22	-.04	-.12	.03										
Knock and Tap KT*	.29	.18	.06	-.17	.07									
Language														
Phonol. Bewusstheit PB	.0	.13	.03	-.18	.10	-.22								
Speeded Naming SN	.08	.23	.49*	.26	-.03	.32	.21							
Comprehension Instr. CI	.24	.15	.15	-.15	.04	.23	.27	.17						
Mottier MO	-.24	-.09	.23	.07	.19	.11	.07	.33	.29					
Kunstwörter KW	-.08	.20	.30	.33	.10	.08	.07	.43*	.16	.54**				
Verbal Fluency ges. VFG	.14	.09	.42*	.28	-.35	.11	-.02	.45*	.33	.33	.34			
Verbal Fluency sem. VFS	.02	-.09	.38*	-.02	-.27	.24	-.13	.14	.27	.08	.12	.58**		
Verbal Fluency phon. VFP	.16	.14	.39*	.19	-.14	.05	.16	.51**	.38*	.38*	.44*	.85**	.24	
Oromotor Sequences OS*	-.12	.27	.0	.16	.22	-.03	.13	.22	.41*	.58**	.36	.29	.12	.30
Sensorimotor														
Fingertip Tapping FT	-.11	-.14	-.03	-.20	.12	-.25	-.41*	-.14	.09	.28	-.19	-.09	.03	.17
Imitating Hand Pos. HP	.03	.21	.20	.03	.03	-.13	.15	.14	-.01	-.06	.12	-.08	-.22	.0
Visuomotor Precision VP	.19	-.05	.28	.01	.14	.29	.14	.45*	.12	.31	.38*	.21	.08	.15
Manual Motor Sequ. MM*	.43*	.15	.42*	-.18	-.00	.14	.46*	.26	.37	.04	.10	.14	.27	-.02
Finger Discrim. P FDP*	-.20	-.13	-.02	.32	-.23	-.10	.27	-.06	.05	.0	.20	.04	.42*	-.14
Finger Discrim NP FDN*	-.10	.01	-.04	.02	-.05	-.12	.13	-.28	-.29	-.42*	.01	-.41*	.13	-.40*
Visuospatial														
Design Copying DC	.16	-.03	.18	-.18	.36	.40*	.41*	.33	.19	.35	.31	-.12	.04	.23
Arrows AW	-.12	.05	-.16	.12	.16	.04	.02	.10	-.11	-.19	.06	.16	.24	-.02
Block Construction BC	.08	.14	-.04	.11	-.10	-.02	.34	.33	-.03	.18	-.15	.18	.04	.14
Route Finding RF*	.19	.01	.12	.30	-.04	.45*	.24	.41*	.15	.07	.01	.31	.17	-.16
Memory / Learning														
Memory for Faces MF	-.20	-.28	.26	.06	-.08	-.26	.02	-.14	-.14	.12	.13	-.11	.06	-.26
Memory for Names MN	-.27	-.06	.32	.46*	.20	-.05	-.0	.50**	.17	.19	.25	.34	-.03	.20
Narrative Memory NM	.08	.20	.41*	-.15	.18	.14	.05	.13	.17	.10	-.04	.06	-.02	.01
Sentence Repetition SR	-.25	.17	.19	.10	.19	.07	.29	.33	.34	.62**	.58**	.35	.25	.70**
List Learning LL	.09	.01	.28	-.03	.07	-.13	.09	.05	.10	-.16	-.02	-.15	.22	-.06
													.38*	.04

Anhang

	FT	HP	VP	MM	FDP	FDN	DC	AW	BC	RF	MF	MN	NM	SR
Sensorimotor														
Fingertip Tapping FT														
Imitating Hand Pos. HP	-0.33													
Visuomotor Precision VP	-0.28	.01												
Manual Motor Sequ. MM*	-0.38*	.23	.39*											
Finger Discrim. P FDP*	-0.44*	.25	.25	.18										
Finger Discrim NP FDN*	-0.36	.24	-.01	.13	.31									
Visuospatial														
Design Copying DC	-0.26	.17	.60**	.58**	.15	.15								
Arrows AW	-0.09	-.01	.11	-.28	-.16	-.11	-.27							
Block Construction BC	-0.13	-.02	.37	.04	-.05	-.03	.25	.15						
Route Finding RF*	-.54*	-.11	.33	.30	.42*	.18	.33	-.14	.26					
Memory / Learning														
Memory for Faces MF	-0.29	.39*	.18	.31	.31	.28	.14	-.12	.02	.0				
Memory for Names MN	-0.08	-.20	.33	.14	-.17	-.09	.03	.16	.28	.13	-.02			
Narrative Memory NM	-0.10	.28	.16	.21	-.14	.44	.19	-.25	.18	.15	.02	.34		
Sentence Repetition SR	-0.04	.08	.24	.08	.14	-.25	.30	.08	.09	-.08	-.04	.12	.03	
List Learning LL	-0.04	.17	.22	.32	.09	.35	.18	-.44*	-.10	.11	.31	.05	.19	-.02

Anmerkung: r*: Pearson-Korrelation ist signifikant auf einem 0.05 Level (zweiseitig); r**: Pearson-Korrelation ist signifikant auf einem 0.01 Level (zweiseitig). Die mit * gekennzeichneten Untertests erfüllen nicht die Normalverteilungsvoraussetzung. Hier wurden Spearman-Korrelationen berechnet.

Anhang

A. 3. TABELLE 2.1. KORRELATIONEN ZWISCHEN NEUROPSYCHOLOGISCHEN LEISTUNGEN UND SCHULISCHEN LEISTUNGEN (KG, N=29)

	SLT (T)	SRT (T)	SLRT (T)	ZAREKI (Tges)	Mean	SD
Attention/ Executive						
Tower	-.119	-.381	-.315	.257	13.31	1.91
Auditory Attention	-.124	.045	.006	.020	85.83	11.52
Visual Attention	.071	.339	.281	.205	18.41	3.48
Design Fluency	.100	.100	.083	-.190	25.17	6.42
Statue *	-.309	-.034	-.281	.215	29.10	1.65
Knock and Tap *	-.083	.219	.074	-.096	29.17	0.97
Language						
Phonolog. Bewusstheit	-.020	.058	.124	.310	52.90	6.32
Speeded Naming	.051	.298	.223	.341	29.97	
Comprehension Instr.	-.171	-.068	-.162	-.188	24.48	2.89
Mottier	.104	.515**	.355	-.082	22.55	4.18
Kunstwörter (Körner)	-.099	.341	.112	.081	36.34	4.30
Verbal Fluency gesamt	.303	.319	.365	-.046	47.03	11.22
Verbal Fluency sem.	.343	.331	.378	-.324	31.86	8.77
Verbal Fluency phon.	.071	.124	.131	.261	14.10	6.29
Oromotor Sequences*	-.018	.419*	.199	-.060	118.03	2.74
Sensorimotor						
Fingertip Tapping	.212	.180	.190	-.291	53.52	
Imitating Hand Pos.	-.294	.050	-.142	.097	19.07	3.34
Visuomotor Precision	-.026	.145	.056	.177	27.03	
Manual Motor Seq. *	-.208	.059	-.022	.215	43.93	6.83
Finger Disc. Pref *	-.178	.062	-.040	-.040	15.62	1.61
Finger Disc. Nonpref. *	-.360	-.249	-.265	.231	15.62	1.45
Visuospatial						
Design Copying	-.263	.127	-.050	.232	61.69	4.13
Arrows	.266	.102	.207	.149	24.28	2.64
Block Construction	.175	.098	.219	.122	15.00	1.91
Route Finding *	-.078	.155	.174	.213	8.41	2.28
Memory and Learning						
Memory for Faces	.129	.007	.092	-.059	24.62	4.78
Memory for Names	-.060	.055	.001	.086	19.62	5.70
Narrative Memory	-.257	-.074	-.137	.175	28.14	
Sentence Repetition	.134	.268	.254	-.092	23.45	3.87
List Learning	-.033	-.192	-.095	.082	55.21	10.08
Mean-IQ						
CFT-20	-.063	-.010	.040	-.085	106.81	
HAWIK-III-WS	-.030	-.160	-.047	-.137	107.41	10.60
	-.081	.179	.127	.014	106.21	8.42
SLT (T)	1.000	.307	.816**	-.152	52.96	4.89
SRT (T)		1.000	.801**	-.140	53.87	4.91
SLRT (T)			1.000	-.131	53.42	4.05
ZAREKI (Tges)				1.000	56.87	5.78

Anmerkung: Die mit * gekennzeichneten UTs erfüllen nicht die Normalverteilungsvoraussetzung (Spearman-Korrelation). r* Pearson-Korrelation ist signifikant auf einem 0.05 Level (zweiseitig), r** Pearson-Korrelation ist signifikant auf einem 0.01 Level (zweiseitig).

Anhang

A. 4. TABELLE 2.2. KORRELATIONEN ZWISCHEN NEUROPSYCHOLOGISCHEN LEISTUNGEN UND SCHULISCHEN LEISTUNGEN (LRS, N=29)

	SLT (T)	SRT (T)	SLRT (T)	ZAREKI (Tges)	Mean	SD
Attention/ Executive						
Tower	-.023	-.289	-.161	.234	14,38	2,01
Auditory Attention	.317	.553**	.564**	.121	73,59	
Visual Attention	-.108	.113	-.038	-.042	14,76	3,52
Design Fluency	-.009	.282	.130	-.147	20,48	5,58
Statue *	.357	.078	.241	.113	26,97	5,44
Knock and Tap *	.339	.079	.365	.077	28,31	2,04
Language						
Phonolog. Bewusstheit	.291	.326	.412*	.183	40,66	7,16
Speeded Naming	.445*	.034	.403*	.155	22,97	8,03
Comprehension Instr.	.415*	-.052	.335	.142	22,55	3,83
Mottier	.209	.308	.332	.275	20,69	4,40
Kunstwörter (Körner)	.263	.488**	.467*	.228	31,86	5,05
Verbal Fluency gesamt	-.044	.154	.037	.205	36,72	8,67
Verbal Fluency sem.	-.057	-.004	-.051	.028	26,59	6,68
Verbal Fluency phon.	.001	.242	.119	.284	10,14	5,59
Oromotor Sequences*	-.059	.480**	.189	.320	116,76	4,06
Sensorimotor						
Fingertip Tapping	.096	.157	.160	.298	55,34	13,03
Imitating Hand Pos.	-.357	.063	-.280	-.083	19,41	2,35
Visuomotor Precision	-.060	-.038	-.071	.161	25,72	8,23
Manual Motor Seq. *	-.186	-.072	-.289	.077	43,34	4,86
Finger Disc. Pref *	-.309	.020	-.154	-.055	15,76	1,83
Finger Disc. Nonpref. *	-.317	-.117	-.210	-.124	15,14	1,73
Visuospatial						
Design Copying	.001	-.224	-.109	.032	60,97	4,00
Arrows	-.242	-.109	-.263	.174	20,97	4,15
Block Construction	.169	.138	.214	-.010	14,76	2,67
Route Finding *	.247	.191	.309	.109	8,45	1,35
Memory and Learning						
Memory for Faces	.146	-.227	.016	.012	23,41	5,33
Memory for Names	.096	.146	.154	-.017	14,72	5,29
Narrative Memory	.215	.128	.249	.317	25,14	5,15
Sentence Repetition	.321	.291	.421*	.395*	22,03	
List Learning	.045	-.086	-.003	.251	52,38	10,04
Mean-IQ						
CFT-20	-.208	.105	-.130	.284	105,50	6,69
HAWIK-III-WS	-.381*	-.005	-.333	.013	103,07	9,48
	.081	.144	.141	.363	107,93	10,14
SLT (T)	1.000	.008	.872**	.160	37,64	9,83
SRT (T)		1.000	.496**	.349	33,62	5,54
SLRT (T)			1.000	.310	35,63	5,66
ZAREKI (Tges)				1.000	51,20	5,31

Anmerkung: Die mit * gekennzeichneten UTs erfüllen nicht die Normalverteilungsvoraussetzung (Spearman-Korrelation). r* Pearson-Korrelation ist signifikant auf einem 0.05 Level (zweiseitig), r** Pearson-Korrelation ist signifikant auf einem 0.01 Level (zweiseitig).