

Zusammenhang zwischen Aufmerksamkeitsdefiziten und Lese-Rechtschreibschwäche

Anne Ruland^{1,2}, Klaus Willmes¹ und Thomas Günther^{2,3}

¹Klinik für Neurologie des Universitätsklinikums der RWTH Aachen

²School of Speech and Language Therapy, Zuyd University, Heerlen

³Lehr- und Forschungsgebiet für klinische Neuropsychologie des Kindes- und Jugendalters,
Universitätsklinikum der RWTH Aachen

Zusammenfassung. Neben anderen Voraussetzungen sind beim Lese- und Rechtschreiberwerb Aufmerksamkeitsprozesse essentiell. In der vorliegenden Studie wurde modellorientiert erfasst, in welchen Teilkomponenten der Aufmerksamkeit Kinder mit einer Lese-Rechtschreibstörung (LRS) auffällig sind. Dazu wurden 32 Kinder mit einer LRS aus dem dritten und vierten Schuljahr mit 31 Kontrollkindern verglichen. Alle Kinder führten computergestützte Aufmerksamkeitsaufgaben durch, mit denen Intensitätsaspekte, Selektivitätsaspekte, Kontrollfunktionen und räumliche Ausrichtung der Aufmerksamkeit überprüft wurden. Es zeigte sich, dass Defizite im Lesen und Schreiben mit Leistungen im Bereich der Aufmerksamkeit korrelieren. Im Vergleich zur Kontrollgruppe konnten Defizite für Intensitätsaspekte der Aufmerksamkeit, räumliche Aufmerksamkeitsaspekte und kontrollierende Aufmerksamkeitsfunktionen festgestellt werden. Schlussfolgernd sprechen die Ergebnisse dafür, dass eine LRS mit Defiziten in der Aufmerksamkeit assoziiert ist. Schlüsselwörter: Lese-Rechtschreibstörung, Aufmerksamkeit, Neuropsychologie

Correlation between attention deficits and reading and writing deficits

Abstract. In addition to other factors, processes of attention are essential in the acquisition of reading and writing. The present study examined, by means of special tests, different components of attention in children with deficits in reading and writing. For this purpose, 32 children of the third and fourth grades in primary school with deficits in reading and writing were tested and compared with 31 children without those symptoms. All these children completed the same computer-controlled tasks concerning attention to test intensity, selectivity, control functions, as well as directing spatial attention. The results of these tests demonstrated a direct relation between deficits in reading and writing and a lack of attention capacities. In comparison to the group of children without symptoms, deficits were found concerning intensity of attention, spatial attention, as well as of controlling attention. We conclude that there must be a relation between deficits in attention and the deficits in reading and writing.

Key words: deficits in reading and writing, attention, neuropsychology

Lesen und Schreiben sind Kulturtechniken, die für die Teilhabe in unserer Gesellschaft essentiell sind. Eine Lese-Rechtschreibstörung (LRS) im Kindes- und Jugendalter hat daher einen bedeutenden Einfluss auf die spätere Entwicklung dieser Menschen (Petermann & von Suchodoletz, 2009).

Der Schriftsprachprozess ist komplex und es werden verschiedene Ursachentheorien diskutiert, die versuchen Störungen im Schriftspracherwerb zu erklären. Eine LRS ist eine multifaktorielle Störung, die durch verschiedene Komponenten beeinflusst wird (Menghini et al., 2009; Pennington, 2006) und somit nahelegt, dass spezifisch diagnostiziert und behandelt werden muss. Neben den häufig diskutierten phonologischen Defiziten (z.B. Pu-

olakanaho, Ahonen, Avo, Eklund, Leppanen & Poikkeus, 2008), Defiziten im schnellen Benennen (z.B. Savage, Pillay & Melidona, 2007) und Defiziten in der Wahrnehmung (z.B. Stein, 2003) sind Defizite in der Aufmerksamkeit (Nicolson & Fawcett, 1995) ein mögliches Erklärungsmodell für Probleme im Lese- und Rechtschreiberwerb. Zielsetzung der vorliegenden Studie war es, den Zusammenhang zwischen Aufmerksamkeitsdefiziten und LRS genauer zu untersuchen.

Ein Hinweis auf den Zusammenhang zwischen LRS und Aufmerksamkeitsstörungen ist, dass 15 % bis 40 % der Kinder mit einer LRS auch ein Aufmerksamkeitsdefizit-/Hyperaktivitätssyndrom (ADHS) haben und 25 % bis 40 % aller Kinder mit AD(H)S eine LRS aufweisen (Wilcutt, Pennington, Olson, Chhabildas & Hulslander, 2005). Bereits früh konnte nachgewiesen werden (z.B. Faraone et al., 1993), dass Aufmerksamkeitsdefizite zu

Die Arbeit wurde von der Deutschen Forschungsgesellschaft gefördert (DFG GU 1177/1–1).

spezifischen Lernstörungen führen, insbesondere zu Schwierigkeiten im Schriftspracherwerb (z.B. Keough, 1971). Fergusson und Horwood (1992) zeigten, dass ein ADHS einen negativen Einfluss auf Lese-Rechtschreibleistungen hat. Nicolson und Fawcett (1995) schlussfolgerten in einer frühen Studie, dass Kinder mit einer LRS Schwierigkeiten haben den Leseprozess zu automatisieren und sprachen sich für die „Automatisierungsdefizithypothese“ aus. Nachdem jedoch in einem ähnlichen Studiendesign alle Kinder mit positiver ADHS-Indikation herausgenommen wurden, zeigten sich zwischen LRS Kindern und der Kontrollgruppe keine Unterschiede mehr in den durchgeführten Doppelaufgaben (Wimmer, Mayringer & Landerl, 1998). Demnach wäre die Aufmerksamkeitsstörung ursächlich für die Schwierigkeiten bei der Automatisierung des Leseprozesses.

Ergänzend gehen neuere Untersuchungen mittlerweile von unterschiedlichen kognitiven Subtypen bei der LRS aus (Heim et al., 2008). Dabei wird vermutet, dass bei einer Subgruppe der Betroffenen die LRS überwiegend durch Aufmerksamkeitsdefizite verursacht wird.

Wie das Lesen und Schreiben ist Aufmerksamkeit ebenfalls eine komplexe kognitive Fertigkeit, die in verschiedene Teilprozesse aufgeteilt wird. Gängige Modelle unterscheiden zumindest zwischen Intensitäts- und Selektivitätsaspekten der Aufmerksamkeit (Van Zomeren & Brouwer, 1994). Diese Teilaspekte werden weiter unterteilt, wobei zur *Intensität* die allgemeine Reaktionsbereitschaft (Alertness) und die Daueraufmerksamkeit gehören. Die *selektive Aufmerksamkeit* ist auf Prozesse gerichtet, die durch Filterprozesse das Hervorheben oder Unterdrücken von Reizen modulieren. Hierzu werden die Aufmerksamkeitskapazität und die fokussierte Aufmerksamkeit gerechnet. Ein Aufmerksamkeitskontrollsystem moduliert die Selektivitäts- und Intensitätsprozesse. Dies wurde unter anderem von Shallice als Modell zur Handlungskontrolle (Supervisory Attentional System) konzipiert (Shallice & Burgess, 1991). Zudem wird der Ausrichtung der Aufmerksamkeit im Raum eine besondere Bedeutung beigemessen (Posner & Raichle, 1997; siehe auch Abb. 1). Die verschiedenen Komponenten der Aufmerksamkeit werden als voneinander unabhängig und selektiv störbar angesehen (Sturm & Zimmermann, 2000) und werden klinisch häufig verwendet (z.B. Günther, Jolles, Herpertz-Dahlmann & Konrad, 2009; Petermann & Toussaint, 2009).

Es gibt einige Studien, die sich mit Teilkomponenten der Aufmerksamkeit beim Lesen und Schreiben beschäftigen haben. Es wurde gezeigt, dass lese-rechtschreibschwache Kinder Schwierigkeiten in der räumlichen Aufmerksamkeit (Facoetti, Paganoni & Lorusso, 2000) und eine verlangsamte automatische Aufmerksamkeitsfokussierung haben (Facoetti et al., 2003), sowie eine Benachteiligung des linken Gesichtsfeldes beim Erfassen und Verarbeiten visueller Informationen zeigen (Facoetti



Abbildung 1. Aufmerksamkeitsmodell (in Anlehnung an Van Zomeren & Brouwer, 1994 und Posner & Raichle, 1997).

& Molteni, 2001). Bei Kindern mit LRS konnte zudem ein Zusammenhang zwischen Daueraufmerksamkeitsleistungen und dem Lesesinnverständnis nachgewiesen werden (Aaron, Joshi, Palmer, Smith & Kirby, 2002). Leistungen in der Aufmerksamkeitskapazität (geteilten Aufmerksamkeit) scheinen wenig mit Lese- und Rechtschreibleistungen zu korrelieren (Savage, Cornish, Manly & Hollis, 2006). Für den Bereich der Aufmerksamkeitskontrolle und der exekutiven Funktionen haben Marzocchi et al. (2008) und Tiffin-Richards, Hasselhorn, Woerner, Rothenberger und Banaschewski (2008) nachgewiesen, dass Kinder mit einer LRS hier Defizite aufweisen. Ferner benötigen lese-rechtschreibschwache Kinder nach Darbietung eines visuellen Stimulus eine bis zu 30 % längere Zeitspanne, bis sie den Reiz verarbeiten können (Hari, Renvall & Tanskanen, 2001) und sie zeigen eine verlangsamte Fähigkeit Aufmerksamkeit zu verlagern („sluggish attentional shift“). Durch diese Verlangsamung erklären Hari, Renvall und Tanskanen (2001) die Defizite bei der Verarbeitung schnell aufeinander folgender Reize. Diese exakte und schnelle Aufmerksamkeitsausrichtung ist jedoch eine wichtige Bedingung für das sensorische Erfassen schriftlicher Informationen. Im Verlauf des Schriftspracherwerbs müssen Kinder lernen, schnelle Aufmerksamkeitsverlagerungen („attentional shifts“) auszuführen und diese mit ihren Augenbewegungen zu koppeln, um schnell und effizient lesen zu können. Bestehen Schwierigkeiten in der Fähigkeit, die Aufmerksamkeit von einem Fokus zum nächsten zu bewegen, können einzelne Wortteile nicht so schnell verarbeitet werden, so dass der Zugriff auf die phonologische Repräsentation erschwert wird. Dadurch kommt es zu einer erhöhten Anzahl von Lesefehlern (Buchholz & Davies, 2006). Zusammenfassend konnte gezeigt werden, dass Aufmerksamkeitsprozesse beim Lesen und Schreiben eine essentielle Rolle spielen.

Ein Nachteil der bislang durchgeführten Studien ist, dass lediglich Teilaspekte des in Abbildung 1 dargestellten Modells der Aufmerksamkeit untersucht wurden. Nach unserem Wissen gibt es keine Studie, die an Kindern mit

LRS alle Teilaspekte der Aufmerksamkeit untersucht hat. Es gibt Studien, die die Auffälligkeiten in den Intensitätsparametern der Aufmerksamkeit beschreiben (z. B. Aaron et al., 2002). Einige wenige Studien haben Teilaspekte der selektiven (z. B. Savage et al., 2006) und räumlichen Aufmerksamkeit (z. B. Facoetti, Paganoni & Lorusso, 2000) untersucht. Vorwiegend wurden Daten zu Aufmerksamkeitskontrollfunktionen erhoben (z. B. Marzocchi et al., 2008).

Daher war das Ziel der vorliegenden Studie modellorientiert zu erfassen, in welchen Aufmerksamkeitskomponenten Kinder mit einer LRS auffällig sind. Dazu wurden Kinder mit einer LRS aus dem dritten und vierten Schuljahr mit Kontrollkindern verglichen. Alle Kinder führten computergestützte Aufmerksamkeitsaufgaben durch, mit denen Intensitätsaspekte, Selektivitätsaspekte, Kontrollfunktionen und räumliche Ausrichtung der Aufmerksamkeit überprüft wurden.

Methodik

Stichprobe

Die analysierte Stichprobe umfasst 63 Kinder aus dem dritten oder vierten Schuljahr. 18 Kinder mit einer LRS wurden aus einer laufenden Langzeitstudie mit 200 Kindern zu Vorläuferfertigkeiten zum Lese- und Rechtschreiberwerb rekrutiert. Bei diesen Kindern war bereits aus den Messungen im 2. Schuljahr bekannt, dass sie erhebliche Lese- und Rechtschreibschwierigkeiten hatten. Weitere 14 Kinder wurden über regionale Vermittlungen des Berufsverbandes für Legasthenie und Dyskalkulie (BVL), direkt über lokale Schulen oder niedergelassene Logopäden mit Spezialisierung auf LRS rekrutiert. Die 31 Kinder aus der Kontrollgruppe meldeten sich auf einen Aufruf der an regionalen Grundschulen verteilt wurde. Die Eltern wurden über die Durchführung der Studie informiert und schriftlich um Einverständnis gebeten.

Folgende *Ein- und Ausschlusskriterien* mussten erfüllt werden, um in die Studie aufgenommen zu werden:

- Es durfte keine Intelligenzminderung vorliegen. Dies wurde mit dem CFT20 (Weiß, 1998) erfasst.
- Psychischen Störungen wie affektive und/oder Angststörungen, tiefgreifende Entwicklungsstörungen und Ticstörungen wurden durch ein klinisches Interview (Kiddie-SADS; Delmo, Weiffenbach, Gabriel, Stadler & Poustka, 2001) ausgeschlossen.

Es wurden Lese- und Rechtschreibtests abgenommen und zusätzlich eine Überprüfung verschiedener Aufmerksamkeitskomponenten durchgeführt. 32 Kinder hatten eine LRS (F81.0 nach ICD 10; Döpfner & Lehmkuhl, 2000) wohingegen die 31 Kinder aus der Kontrollgruppe im Lesen und Schreiben unauffällig waren (Prozentrang in allen Verfahren >25). Zur Klassifizierung der Kinder

wurden der Salzburger Lese- und Rechtschreibtest (SLRT; Landerl, Wimmer & Moser, 1997) und der ELFE 1–6 (Lenhard & Schneider, 2006) abgenommen. Die Kinder mit LRS hatten im Gegensatz zu den Kontrollkindern erhebliche Schwierigkeiten beim Lesen im Subtest „Häufige Wörter“, machten deutlich mehr orthographische Fehler und hatten größere Probleme im Textverständnis (siehe Tab.1). Alle Kinder besuchten eine Regelschule. Die beiden Gruppen unterschieden sich nicht in Bezug auf Geschlechterverteilung ($\chi^2_{(2)} = 1.056$; $p = .590$), Alter ($t_{(61)} = 0.074$; $p = .941$) oder Intelligenz ($t_{(61)} = 1.342$; $p = .185$) (siehe Tab.1).

Erhebungsinstrumente

Amsterdam Neuropsychological Tasks (ANT; de Sonneville, 2000). Die vorgestellten Verfahren stammen aus der Testbatterie „Amsterdam Neuropsychological Tasks“, die für die Zielgruppe Kinder und Jugendliche entwickelt und normiert worden ist (de Sonneville, 2000). Die Reaktionsbereitschaft (*Alertness*) wurde mit einem einfachen Reaktionszeitparadigma überprüft (*Baseline Speed*). Die Kinder sollten mit ihrer dominanten Hand so schnell wie möglich auf einen Zielreiz reagieren. Abhängige Variablen waren Reaktionszeit und deren Standardabweichung.

Bei der Überprüfung der Daueraufmerksamkeit (*Sustained Attention Visual Dots*) wurden durchlaufend 50 Serien von jeweils 12 Reizen dargeboten (600 Zielreize), wobei die Kinder bei der Präsentation von vier Punkten die „Ja-Taste“ und bei drei oder fünf Punkten die „Nein-Taste“ betätigen sollten. Abhängige Variablen waren Arbeitstempo pro Serie, Tempofluktuation, Fehlreaktionen und Auslassungen. Die Ergebnisse aus Reaktionsbereitschaft und Daueraufmerksamkeit wurden als Indikatoren für die Intensitätsaspekte der Aufmerksamkeit interpretiert.

Um die selektive Aufmerksamkeit und Inhibitionsfähigkeit zu überprüfen, wurde ein *Go/Nogo Paradigma* durchgeführt. Je nach Signal sollte eine motorische Reaktion initiiert (go) oder inhibiert (nogo) werden. Die Anzahl der Go- und Nogo Reize war gleich verteilt (je 24 Trials). Die Reaktionszeit, Standardabweichung, Fehlreaktionen und Auslassungen waren in dieser Aufgabe die abhängigen Variablen.

Die Set-Shifting Aufgabe (*Set Shifting Visual*) besteht aus drei Teilen. Im ersten Teil sollten die Kinder auf die linke Taste drücken, wenn ein Viereck in Farbe nach links sprang und rechts drücken, wenn das Viereck sich nach rechts bewegte. Im zweiten Teil hatte das Viereck eine andere Farbe und die Kinder sollten konsequent „falsch“ reagieren, d. h. rechts drücken, wenn das Viereck nach links sprang. Im dritten Teil veränderte sich die Farbe des Vierecks willkürlich und abhängig von der Farbe sollten die Kinder kompatibel (wie Teil 1) oder inkompatibel (wie

Teil 2) reagieren. Abhängige Variablen aus Teil 3 (Aufmerksamkeitskontrolle) waren die mittleren Reaktionszeiten aus kompatiblen und inkompatiblen Reizen sowie die Summe der Fehler. Aus dem 1. Teil wurden die Reaktionszeiten und die Anzahl der Fehler in die Analysen aufgenommen (räumliche Ausrichtung der Aufmerksamkeit). Die Reliabilitätswerte der verwendeten Subtests liegen zwischen $r = .63$ (für Baseline Speed) und $r = .901$ (für Set-Shifting) für den untersuchten Altersbereich (Günther, Herpertz-Dahlmann & Konrad, 2005).

Salzburger Lese- und Rechtschreibtest (SLRT; Landerl, Wimmer & Moser, 1997). Der Subtest „Häufige Wörter“ des SLRT wurde in die Analyse einbezogen, da dieser entscheidend zwischen den beiden Gruppen differenzierte. Abhängige Variable war die Lesezeit in Sekunden. Der Rechtschreibtest verlangt das Schreiben von Wörtern nach Diktat. Abhängige Variable war die Anzahl orthographischer Fehler. Die Paralleltest-Reliabilität für die Lesegeschwindigkeit liegt für die verschiedenen Subtests zwischen $r = .83$ und $r = .99$, für die orthographischen Fehler zwischen $r = .74$ und $r = .90$. Die Validität zeigt sich in den Korrelationen zwischen Lesetest und Deutschnote (zwischen $r = .37$ und $r = .54$). Der Rechtschreibtest differenziert hochsignifikant zwischen Kindern, die vom Lehrer als rechtschreibschwach und solchen, die als unauffällig eingestuft wurden.

ELFE 1-6 (Lenhard & Schneider, 2006). Mit Hilfe des ELFE 1-6 wird das Lesetextverständnis überprüft. Dem Kind wird ein Text dargeboten, sowie eine Frage dazu gestellt. Das Kind hat die Aufgabe unter vier möglichen Antworten zu wählen. Abhängige Variable war die Anzahl richtig gelöster Aufgaben. Die interne Konsistenz variiert zwischen $\alpha = .92$ und $\alpha = .97$, die Retest-Reliabilität liegt bei $r = .93$ (PC) und $r = .91$ (Papier). Die mittlere kriterienbezogene Validität beträgt $r = .71$ (Papier) bzw. $r = .65$ (PC). Die erfasste Übereinstimmung mit dem Lehrerurteil liegt bei $r = .71$ (Papier) bzw. $r = .74$ (PC).

Statistische Auswertung

Für die Variablen Alter und IQ wurde ein unabhängiger t-Test verwendet um zu überprüfen inwieweit die beiden Gruppen miteinander vergleichbar sind. Die Geschlechterverteilung wurde mit einem Chi²-Test überprüft. Alle Daten aus den Aufmerksamkeitstests wurden in Bezug auf die beiden Gruppen mit einem unabhängigen t-Test analysiert. Die statistischen Signifikanzwerte wurden aufgrund multipler Testungen mit einer Alphakorrektur nach Benjamini und Hochberg (2000) korrigiert. Cohen's d wurde als Maß für die Effektstärke berechnet.

Ergebnisse

In der allgemeinen Reaktionsbereitschaft (Intensität) reagierten die Kinder mit einer LRS tendenziell langsamer als

die Kontrollkinder ($t_{(61)} = 2.211$; $p = .072$), wohingegen die Streuung bei beiden Gruppen vergleichbar war ($t_{(61)} = 1.364$; $p = .276$). Auch in der Daueraufmerksamkeit (Intensität) hatten diese Kinder eindeutig mehr Schwierigkeiten. Sie brauchten tendenziell mehr Zeit um die Aufgaben zu bearbeiten ($t_{(61)} = 2.327$; $p = 0.064$), ihr Arbeitstempo fluktuierte überdurchschnittlich hoch ($t_{(61)} = 2.816$; $p = .032$) und sie machten signifikant mehr Fehlreaktionen ($t_{(61)} = 2.752$; $p = .028$). Bei der Anzahl der Auslassung zeigte sich kein Unterschied ($t_{(61)} = 1.207$; $p = .324$), jedoch war auch hier der Wert der Kinder mit LRS numerisch höher. Bei allen Variablen der Go/Nogo Aufgabe (Selektivität) waren die Leistungen der beiden Gruppen statistisch miteinander vergleichbar ($t_{(61)} < 1.910$; $p > .106$). Im Vergleich zur Kontrollgruppe hatten die Kinder mit einer LRS die größten Probleme bei der Bearbeitung der Set-Shifting Aufgabe (Aufmerksamkeitskontrolle; Fehler: $t_{(61)} = 4.515$; $p < .014$). Die Reaktionszeiten wichen nicht signifikant voneinander ab ($t_{(61)} = 1.026$; $p = .393$). Bezüglich der räumlichen Ausrichtung der Aufmerksamkeit waren die Kinder mit LRS langsamer ($t_{(61)} = 3.224$; $p = .014$). Die Anzahl der Fehler war zwischen den beiden Gruppen vergleichbar ($t_{(61)} = 1.662$; $p = .118$). Für alle tendenziell signifikanten Ergebnisse ($p < .1$) wurden mittlere ($> .5$) und für alle signifikanten Ergebnisse ($p < .05$) große Effektstärken ($> .8$) gefunden. Demnach sind die Unterschiede zwischen den beiden Gruppen klinisch bedeutsam. Die Effektstärken der Aufmerksamkeitstests sind jedoch erheblich geringer als die der Lese- und Rechtschreibtests (siehe Tab. 1).

Diskussion

Ziel der vorliegenden Studie war es, den Zusammenhang zwischen unterschiedlichen Aufmerksamkeitsteilbereichen und einer LRS zu untersuchen.

In den Bereichen Daueraufmerksamkeit, Aufmerksamkeitskontrolle und räumliche Aufmerksamkeit hatten die Kinder mit einer LRS deutliche Defizite im Vergleich zu Kindern ohne LRS. Auch ihre Reaktionsbereitschaft war tendenziell langsamer. Lediglich in der selektiven Aufmerksamkeit konnte zwischen den beiden Gruppen kein Unterschied festgestellt werden. Diese Ergebnisse stimmen weitestgehend mit älteren Studien überein, die Teilaspekte der Aufmerksamkeit bei LRS untersucht haben.

In den Aufmerksamkeitskontrollfunktionen und der räumlichen Aufmerksamkeit zeigten die Kinder mit LRS im Vergleich zu den Kindern der Kontrollgruppe die größten Schwierigkeiten. Die Reaktionszeiten der Kinder mit LRS waren langsamer und sie machten mehr Fehler. Bereits Hari, Renvall und Tanskanen (2001) zeigten, dass Kinder mit LRS eine deutlich verlangsamte Fähigkeit haben Aufmerksamkeit zu verlagern. Dies führt zu Schwierigkeiten bei der Verarbeitung schnell aufeinander

Tabelle 1. Vergleich der Aufmerksamkeitsvariablen zwischen Kontrollen und Kindern mit LRS

	Kontrollgruppe (n=31)	LRS-Gruppe (n=32)	p	Cohen's d
Geschlecht (J/M)	20/11	21/11	0.590	
Alter	10.5 (0.69)	10.5 (1.1)	0.941	
IQ	98.5 (8.5)	102 (13.2)	0.185	
ANT				
• Reaktionsbereitschaft RT (ms)	302 (61)	336 (60)	0.072	0.561
• Reaktionsbereitschaft SD (n)	81 (44)	99 (57)	0.276	0.353
• DA Arbeitstempo (sec)	12.94 (1.8)	15.00 (4.6)	0.064	0.589
• DA Tempofluktuation (sec)	2.3 (0.7)	3.1 (1.5)	0.032	0.683
• DA Auslassungen (n)	22.7 (19.6)	29.1 (22.6)	0.324	0.302
• DA Fehlreaktionen (n)	11.9 (5.0)	20.9 (17.4)	0.028	0.703
• Go/Nogo RT (ms)	442 (131)	504 (125)	0.106	0.484
• Go/Nogo SD (ms)	118 (32)	127 (46)	0.430	0.227
• Go/Nogo Auslassungen (n)	1.1 (1.1)	1.1 (1.6)	0.991	0
• Go/Nogo Fehlreaktionen (n)	3.0 (2.3)	2.9 (3.5)	0.934	0.034
• Set Shifting 3 RT (ms)	1221 (330)	1310 (353)	0.393	0.260
• Set Shifting 3 Fehler (n)	14.4 (7.3)	26.3 (12.7)	0.014	1.149
• Set Shifting 1 RT (ms)	471 (84)	565 (111)	0.014	0.954
• Set Shifting 1 Fehler (n)	1.1 (1.4)	2.4 (3.3)	0.118	0.512
SLRT				
• Lesen Häufige Wörter (Zeit)	19.9 (36.7)	36.7 (17.4)	< 0.001	0.584
• Lesen Häufige Wörter (PR)	59.5 (31.1)	16.2 (19.0)	< 0.001	1.679
• Schreiben Orthographie Fehler (n)	3.7 (3.6)	19.4 (5.3)	< 0.001	3.465
• Schreiben Orthographie Fehler (PR)	53.3 (26.5)	5.5 (5.6)	< 0.001	2.495
ELFE				
• Lesetextverständnis (n korrekt)	15.4 (3.9)	7.1 (3.0)	< 0.001	2.385
• Lesetextverständnis (Z-Wert)	0.51 (1.2)	-1.4 (0.57)	< 0.001	2.033

Anmerkungen: RT = Reaktionszeit; SD = Standardabweichung; DA = Daueraufmerksamkeit; ANT = Amsterdam Neuropsychological Tasks; SLRT = Salzburger Lese- und Rechtschreibtest; ELFE 1–6 = Ein Leseverständnistest für Erst- Sechstklässler.

folgender Reize. Beim Lesen springen die Augen sehr schnell von Wort zu Wort (Sakkaden), wobei Informationen lediglich während des relativen Stillstandes der Augen aufgenommen werden (Fixation). Dabei ist eine schnelle Aufmerksamkeitsverlagerung essentiell. Eine Beeinträchtigung dieser Fähigkeit, führt zu einer Beeinträchtigung des Leseprozesses und einer erhöhten Anzahl von Lesefehlern (Buchholz & Davies, 2006).

Die gefundenen Defizite in den Intensitätsbereichen decken sich mit anderen Studien, die eine verminderte Leistungsfähigkeit von Kindern mit LRS in Daueraufmerksamkeitsaufgaben feststellten (z. B. Menghini et al., 2009) und einen Zusammenhang zwischen Daueraufmerksamkeitsleistungen und dem Lesesinnverständnis nachwiesen (Aaron et al., 2002).

Bei den Prozessen der Selektivität konnten wir, wie in der Studie von Savage et al. (2006), keine Beeinträchtigung der Leistungen feststellen.

Es wird kontrovers diskutiert, ob Aufmerksamkeitsstörungen die Ursache oder die Folge der LRS sind. Die hohe Komorbidität von Aufmerksamkeitsstörungen und LRS spricht zumindest dagegen, dass die beiden Störungen unabhängig voneinander sind (siehe Wilcutt et al., 2005). Aktuell wird davon ausgegangen, dass komplexe Störungen wie ADHS und LRS durch mehr als einen ätiologischen Faktor bestimmt werden und damit multifaktoriell sind (Pennington, 2006). Dies können sowohl genetische Prädispositionen als auch Umgebungsfaktoren sein. Demnach wird vermutet, dass ADHS und LRS eine große Anzahl der ätiologischen und kognitiven Risikofaktoren teilen und dadurch eine hohe Komorbidität sogar zu erwarten ist.

Dennoch ist denkbar, dass eine LRS als direkte Folge einer Aufmerksamkeitsstörung auftritt. Dies würde erklären, warum einige Kinder nach einer medikamentösen Behandlung einer Aufmerksamkeitsstörung mit Methylphenidat im Schriftspracherwerb Fortschritte machen (z. B. Keulers et al., 2007). Dieses Modell lässt vermuten, dass eine LRS die direkte Folge einer Aufmerksamkeitsstörung ist. Es gibt hingegen auch Kinder mit ADHS und LRS die in Bezug auf die Aufmerksamkeits- und Hyperaktivitätssymptome nicht von einer medikamentösen Behandlung profitieren (z. B. Grizenko, Bhat, Schwartz, Ter-Stepanian & Joobar, 2006).

Daraus wurde die Hypothese abgeleitet, dass eine LRS mit den damit verbundenen Schulschwierigkeiten zu Verhaltensproblemen führen, die einem ADHS ähnlich sind. In beiden Modellen wären LRS und Aufmerksamkeitsstörungen kausal assoziiert, was unmittelbare Konsequenzen für die Diagnostik und Therapie hätte.

Zusammenfassend sprechen die Daten dafür, dass Kinder mit einer LRS häufig auch Defizite im Bereich der Aufmerksamkeit haben. Obwohl die LRS immer eigenständig durch eine Lese- und Rechtschreibtherapie behandelt werden muss, stellt sich klinisch die Frage nach einer möglichen Behandlung von Aufmerksamkeitsstörungen bei diesen Kindern und Jugendlichen. Die Kinder in der vorliegenden Untersuchung erfüllten nicht die klinischen Kriterien für ein ADHS. Dennoch ist zu vermuten, dass die festgestellten Aufmerksamkeitsdefizite in der neuropsychologischen Diagnostik den Lese- und Rechtschreiberwerb negativ beeinflussen. Beim Vorliegen einer Aufmerksamkeitsstörung ohne Hyperaktivität könnte eine medikamentöse (z. B. mit Stimulanzien; Kutcher et al., 2004) oder neuropsychologische Ergänzung (Konrad & Günther, 2008) der Therapie hilfreich sein. Daher sollte die Diagnostik einer LRS durch eine Untersuchung der Aufmerksamkeitsfunktionen ergänzt werden. Somit kann ein komorbides Auftreten festgestellt werden, um gege-

benenfalls eine entsprechende Anpassung der Therapie vornehmen zu können.

Literatur

- Aaron, P. G., Joshi, R. M., Palmer, H., Smith, N. & Kirby, E. (2002). Separating genuine cases of reading disability from reading deficits caused by predominantly inattentive ADHD behavior. *Journal of Learning Disabilities*, 35, 425–435.
- Benjamini, Y. & Hochberg, Y. (2000). On the adaptive control of the false discovery rate in multiple testing with independent statistics. *Journal of Educational and Behavioral Statistics*, 25, 60–83.
- Buchholz, J. & Davies, A. (2006). Do visual attentional factors contribute to phonological ability? Studies in adult dyslexia. *Neurocase*, 12, 111–121.
- Delmo, C., Weiffenbach, O., Gabriel, M., Stadler, C., & Poustka, F. (2001). *Diagnostisches Interview Kiddie-SADS-Present and Lifetime Version (K-SADS-PL)*. Zugriff im März 2011 unter <http://www.kgu.de/zpsy/kinderpsychiatrie/ksadspl.html>
- De Sonneville, L. M. J. (2000). *ANT 2.1 – Amsterdam Neuropsychological Tasks*. Amstelveen: Sonar.
- Döpfner, M. & Lehmkuhl, G. (2000). *Diagnostik-System für psychische Störungen im Kindes- und Jugendalter nach ICD-10 / DSM-IV* (2. Aufl.). Bern: Huber.
- Facoetti, A., Paganoni, P. & Lorusso, M. L. (2000). The spatial distribution of visual attention in developmental dyslexia. *Experimental Brain Research*, 132, 531–538.
- Facoetti, A. & Molteni, M. (2001). The gradient of visual attention in developmental dyslexia. *Neuropsychologia*, 39, 352–357.
- Facoetti, A., Lorusso, M. L., Paganoni, P., Cattaneo, C., Galli, R. & Mascetti, G. G. (2003). The time course of attentional focusing in dyslexic and normally reading children. *Brain and Cognition*, 53, 181–184.
- Faraone, S. V., Biederman, J., Krifcher, B., Spencer, T., Norman, D., Seidmann, L. J. et al. (1993). Intellectual performance and school failure in children with attention deficit hyperactivity disorder and in their siblings. *Journal of Abnormal Psychology*, 102, 616–623.
- Fergusson, D. M. & Horwood, L. J. (1992). Attention deficit and reading achievement. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 33, 375–385.
- Grizenko, N., Bhat, M., Schwartz, G., Ter-Stepanian, M. & Joobar, R. (2006). Efficacy of methylphenidate in children with attention-deficit hyperactivity disorder and learning disabilities: A randomized crossover trial. *Journal Psychiatry and Neuroscience*, 31, 46–51.
- Günther, T., Herpertz-Dahlmann, B. & Konrad, K. (2005). Reliabilität von Aufmerksamkeits- und verbalen Gedächtnis- Tests bei gesunden Kindern und Jugendlichen – Implikationen für die klinische Praxis. *Zeitschrift für Kinder- und Jugendpsychiatrie und Psychotherapie*, 33, 169–179.
- Günther, T., Jolles, J., Herpertz-Dahlmann, B. & Konrad, K. (2009). Age-dependent differences in attentional processes in ADHD and disruptive behavior disorder. *Developmental Neuropsychology*, 34, 422–434.
- Hari, R., Renvall, H. & Tanskanen, T. (2001). Left mini-neglect in dyslexic adults. *Neuroscience Letters*, 271, 202–204.
- Heim, S., Tschierse, J., Amunts, K., Wilms, M., Vossel, S., Willmes, K. et al. (2008). Cognitive subtypes of dyslexia. *Acta Neurobiologiae Experimentalis*, 68, 73–82.

- Keough, B. K. (1971). Hyperactivity and learning disorders: Review and speculation. *Exceptional Children*, 38, 101–109.
- Keulers, E. H. H., Hendriksen, J. G. M., Feron, F. J. M., Wassenberg, R., Wuismann-Frerker, M. G. F., Jolles, J. et al. (2007). Methylphenidate improves reading performance in children with attention deficit hyperactivity disorder and comorbid dyslexia: An unblinded clinical trial. *European Journal of Paediatric Neurology*, 11, 21–28.
- Konrad, K. & Günther, T. (2008). Neuropsychologische Therapie. In F. Petermann (Hrsg.), *Lehrbuch der Klinischen Kinderpsychologie* (6., vollst. veränd. Aufl., S. 727–742). Göttingen: Hogrefe.
- Kutcher, S., Aman, M., Brooks, S. J., Buitelaar, J., van Daalen, E., Fegert, J. et al. (2004). International consensus statement on attention-deficit/hyperactivity disorder (ADHD) and disruptive behaviour disorders (DBDs): Clinical implications and treatment practice suggestions. *European Neuropsychopharmacology*, 14, 11–28.
- Landerl, K., Wimmer, H. & Moser, E. (1997). *Salzburger Lese- und Rechtschreibtest, Verfahren zur Differentialdiagnose von Störungen des Lesens und Schreibens für die 1. bis 4. Schulstufe*. Bern: Huber.
- Lenhard, W. & Schneider, W. (2006). *ELFE 1–6: Ein Leseverständnistest für Erst- bis Sechsklässler*. Göttingen: Hogrefe.
- Marzocchi, G. M., Oosterlaan, J., Zuddas, A., Cavolina, P., Geurts, H., Redigolo, D. et al. (2008). Contrasting deficits on executive functions between ADHD and reading disabled children. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 49, 543–552.
- Menghini, D., Finzi, A., Benassi, M., Bolzani, R., Facoetti, A., Giovagnoli, S. et al. (2009). Different underlying neurocognitive deficits in developmental dyslexia: A comparative study. *Neuropsychologia*, 48, 863–872.
- Nicolson, R. I. & Fawcett, A. J. (1995). Dyslexia is more than a phonological disability. *Dyslexia, an international Journal of research and practice*, 1, 19–36.
- Pennington, B. F. (2006). From single to multiple deficit models of development disorders. *Cognition*, 101, 385–413.
- Petermann, F. & Suchodoletz, W. v. (2009). Sprachdiagnostik und Sprachtherapie. *Kindheit und Entwicklung*, 18, 191–193.
- Petermann, F. & Toussaint, A. (2009). Neuropsychologische Diagnostik bei Kindern mit ADHS. *Kindheit und Entwicklung*, 18, 83–94.
- Posner, M. I. & Raichle, E. (1997). *Images of mind*. New York: Scientific American Library.
- Puolakanaho, A., Ahonen, T., Aro, M., Eklund, K., Leppanen, P. H., Poikkeus, A. M. et al. (2008). Developmental links of very early phonological and language skills to second grade reading outcomes: Strong to accuracy but only minor to fluency. *Journal of Learning Disabilities*, 41, 353–370.
- Savage, R., Cornish, K., Manly, T. & Hollis, C. (2006). Cognitive processes in children's reading and attention: The role of working memory, divided attention, and response inhibition. *British Journal of Psychology*, 97, 365–385.
- Savage, R., Pillay, V. & Melidona, S. (2007). Deconstructing rapid automatized naming: Component processes and the prediction of reading difficulties. *Learning and Individual Differences*, 17, 129–146.
- Shallice, T. & Burgess, P. (1991). Higher-order cognitive impairments and frontal lobe lesions in man. In H. S. Levin, H. M. Eisenberg & A. L. Benton (Eds.), *Frontal lobe function and dysfunction* (pp. 1125–1138). New York: Oxford University Press.
- Stein, J. (2003). Visual motion sensitivity and reading. *Neuropsychologia*, 41, 1785–1793.
- Sturm, W. & Zimmermann, P. (2000). Aufmerksamkeitsstörungen. In W. Sturm, M. Hermann & C. W. Wallesch (Hrsg.), *Lehrbuch der Klinischen Neuropsychologie* (S. 345–365). Lisse: Swets & Zeitlinger.
- Tiffin-Richards, M. C., Hasselhorn, M., Woerner, W., Rothenberger, A. & Banaschewski, T. (2008). Phonological short-term memory and central executive processing in attention-deficit/hyperactivity disorder with/without dyslexia – evidence of cognitive overlap. *Journal of Neural Transmission*, 115, 227–234.
- Van Zomeren, A. H. & Brouwer, W. J. (1994). Theories and concepts of attention. In A. H. Van-Zomeren & W. J. Brouwer (Eds.), *Clinical neuropsychology of attention* (pp. 7–38). New York: Oxford University Press.
- Weiß, R. H. (1998). *Grundintelligenztest Skala 2 (CFT 20)*. Göttingen: Hogrefe.
- Willcutt, E. R., Pennington, B. F., Olson, R. K., Chhabildas, N. & Hulslander, J. (2005). Neuropsychological analyses of comorbidity between reading disability and attention deficit hyperactivity disorder: In search of the common deficit. *Developmental Neuropsychology*, 27, 35–78.
- Wimmer, H., Mayringer, H. & Landerl, K. (1998). Poor reading: A deficit in skill-automatization or phonological deficit? *Scientific Studies of Reading*, 2, 321–340.

Dipl.-Log. Anne Ruland
Prof. Dr. Klaus Willmes

Neurologische Klinik
Lehr- und Forschungsgebiet Neuropsychologie
Pauwelsstr. 30
52074 Aachen
E-Mail: anne.ruland@gmx.de

Dr. Thomas Günther

Lehr- und Forschungsgebiet für klinische
Neuropsychologie
des Kindes- und Jugendalters
Neuenhofer Weg 21
52074 Aachen