

Bachelorarbeit

Erprobung eines zweiwöchigen Trainings zur Automatisierung von Laut-Symbol-Kopplungen

Vorgelegt von: Linda Meuser; 0835625 (Linda.Meuser@gmail.com)
Lea Plum; 0848506 (Lea0701@web.de)

Auftraggeber: Dr. Thomas Günther

Beurteilt von: Katrien Horions (Hogeschool Zuyd)
Wolfgang Scharke (Universitätsklinikum Aachen)

Eingereicht am: 04.06.2012

©Alle Rechte vorbehalten. Nichts aus dieser Ausgabe darf in einer automatischen Datei vervielfältigt, gespeichert oder in jeglicher Form oder Art und Weise veröffentlicht werden, sei es durch elektronisch mechanische Mittel, durch Fotokopien, Aufnahmen oder durch jegliche andere Form, ohne vorab um schriftliche Zustimmung der Hogeschool Zuyd gebeten zu haben.

©Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch mechanisch, door fotokopieën, opnamen of op enige andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Hogeschool Zuyd.

INHALTSANGABE

1. ZUSAMMENFASSUNG	7
2. EINLEITUNG	9
3. THEORETISCHER HINTERGRUND	12
3.1 Lese- Rechtschreibstörung: Eine Einführung	12
3.1.1 Definitionen.....	12
3.1.2 Prävalenz	13
3.1.3 Folgen.....	14
3.1.4 Therapie.....	15
3.2 Klärung von Grundbegriffen.....	16
3.3 Ursachenhypothesen	17
3.3.1 Phonologische Defizithypothese	18
3.3.2 Doppeldefizithypothese.....	20
3.3.3 Aufmerksamkeitsdefizithypothese	21
3.3.4 Magnozelluläre Defizithypothese	22
3.3.5 Multi-Sensory Integration Deficit Hypothese	24
3.4 Familiäre Häufung	27
4. PROBLEMSTELLUNG UND HYPOTHESEN.....	29
4.1 Untersuchungsfrage	29
4.2 Hypothesen	31
5. METHODE.....	32
5.1 Design	32
5.2 Stichprobe und Rekrutierung	33
5.3 Beschreibung der Studie	33
5.3.1 Computerprogramm	34
5.3.2 Verlauf der Studie	36
5.4 Testverfahren RPT	38
5.5 Wahl der Begleitdiagnostik	40
5.5.1 Bielefelder Screening zur Früherkennung von Lese- Rechtschreibschwierigkeiten	40
5.5.2 Kinderversion der Testbatterie zur Aufmerksamkeitsprüfung.....	41
5.6 Datenanalyse	42

6. RESULTATE	43
6.1 Endgültige Zusammensetzung der Stichprobe.....	43
6.2 Resultate zum Reaktionszeit- und Performanztest	44
6.3 Resultate zum „Bielefelder Screening zur Früherkennung von Lese- Rechtschreibschwierigkeiten“.....	47
6.4 Resultate zur „Kinderversion der Testbatterie zur Aufmerksamkeitsprüfung“	48
7. DISKUSSION	50
7.1 Prüfung der Hypothesen	50
7.2 Interpretation der Studienergebnisse.....	55
7.3 Klinische Relevanz	58
7.4 Kritische Anmerkungen	60
7.5 Ausblick	61
7.6 Fazit	63
8. QUELLENVERZEICHNIS.....	64
9. APPENDIX	75

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abb. 1: Beispiel einer kindgerechten Darstellung in den Modulen F und S	34
Abb. 2: Beispiel eines Hieroglyphen	34
Abb. 3: Beispielhafte Darstellung eines Trials in einem Modul.....	35

FIGURENVERZEICHNIS

Figur 1: T-Tests bei unabhängigen Stichproben; RPT Mittelwerte Summe der Anzahl korrekter Antworten je Testunterteil (Gruppenunterschiede).....	44
Figur 2: T-Tests bei unabhängigen Stichproben; RPT Mittelwerte der Reaktionszeiten je Testunterteil (Gruppenunterschiede).....	45
Figur 3: T-Tests bei abhängigen Stichproben; RPT Proportionale Mittelwerte Anzahl Summe Korrekt	46
Figur 4: T-Tests bei abhängigen Stichproben; RPT Mittelwerte der Reaktionszeiten.....	46

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1: Korrelationen nach Spearman zwischen Variablen des BISC (Jansen et al., 2002) und des RPT	48
Tabelle 2: Korrelationen nach Spearman zwischen Variablen der KiTAP (Zimmermann, Gondan & Fimm, 2002) und des RPT	49

Erprobung eines Trainings zur Automatisierung von Laut-Symbol-Kopplungen

Neben zahlreichen anderen Ursachenhypothesen zur Entstehung von Lese-Rechtschreibstörungen stand in den vergangenen Jahren auch die Multi-Sensory Integration Deficit Hypothese im Fokus der Forschungsarbeit. Während diese Hypothese bisher ausschließlich bei Probanden überprüft wurde, die sich bereits im Lese-Rechtschreiberwerb befanden oder diesen abgeschlossen hatten, wurde sie in der vorliegenden Bachelorarbeit erstmalig bei Vorschülern erprobt. Zu diesem Zweck wurde ein Computerprogramm entwickelt, das der Automatisierung von Laut-Symbol-Kopplungen diene. Alle Probanden (n = 16), eingeteilt in eine Risikogruppe (Vorkommen von Lese-Rechtschreibstörungen in der Familie; n = 5) und eine Kontrollgruppe (n = 11), nahmen an dem zweiwöchigen Computertraining teil. Abschließend fand eine Testung zur Erhebung von Performanz und Reaktionszeit bei Aufgaben zu Laut-Symbol-Kopplungen im Uniklinikum Aachen statt. Zusätzlich zu den erhobenen Daten wurden einzelne Ergebnisse der übergreifenden Studie „Lesen ohne Worte“ des Uniklinikums Aachen ausgewertet und mögliche Korrelationen und Gruppenunterschiede berechnet. Die Risikogruppe zeigte eine bessere Automatisierung der Laut-Symbol-Kopplungen, gemessen an der Reaktionszeit. Bezüglich der Performanz waren keine Gruppenunterschiede zu erkennen. Es zeigten sich keine relevanten Korrelationen zu Leistungen der phonologischen Bewusstheit, jedoch konnte ein Zusammenhang mit Aufmerksamkeitsleistungen gemessen werden. Der Fähigkeit der Automatisierung sollte dennoch in Zukunft weiterhin bereits im Vorschulalter Beachtung geschenkt werden, da sie neue Ansätze zu diagnostischen und therapeutischen Maßnahmen beinhalten könnte.

Schlüsselwörter: Lese-Rechtschreibstörung / Laut-Symbol-Kopplung /
Multi-Sensory Integration Deficit Hypothese

Onderzoek naar een training van de automatisering van klank-symboolkoppelingen

Naast talrijke andere hypothesen over oorzaken van dyslexie, kwam de laatste jaren de focus ook op de Multi- Sensory Integration Deficit Hypothese te liggen. Omdat deze hypothese tot nu toe enkel getoetst werd met proefpersonen die al kunnen lezen, werd deze in dit onderzoek voor het eerst bij kleuters onderzocht. Hiervoor werd een computerprogramma voor de automatisering van klank-symboolkoppelingen ontwikkeld. Alle proefpersonen (n = 16), ingedeeld in een risicogroep (familiaal voorkomen van dyslexie; n = 5) en een controlegroep (n = 11), namen deel aan een twee weken durende computertraining. Vervolgens vond een testafname plaats in het Uniklinikum Aken om gegevens over de nauwkeurigheid en de reactietijd van de klank-symboolkoppeling te verzamelen. Bijkomend zijn enkele resultaten van de overkoepelende studie „Lezen zonder woorden“ geanalyseerd om mogelijke correlaties en verschillen tussen de groepen in kaart te brengen. De risicogroep toonde een betere automatisering van klank-symboolkoppelingen, gemeten met de reactietijd. Met betrekking tot nauwkeurigheid zijn geen verschillen tussen de twee groepen worden gevonden. Er werden geen relevante correlaties tussen de resultaten en het fonologisch bewustzijn gevonden, maar wel tussen de resultaten en variabelen die betrekking hebben op aandacht. De automatiseringsvaardigheid zou in toekomst bij kleuters verder onderzocht kunnen worden wat nieuwe diagnostische en therapeutische implicaties zou kunnen hebben.

Sleutelwoorden: Dyslexie / klank- symboolkoppelingen /

Multi- Sensory Integration Deficit Hypothese

2. EINLEITUNG

Eine ausgeprägte Lese- Rechtschreibstörung (im Folgenden LRS genannt) ist eine Problematik, die meist langwierige Folgen für das Kind und das gesamte soziale Umfeld mit sich bringt (Ramus, 2003; Rosenkötter, 2004; Grande, 2010).

Primäre Defizite finden sich in der Schullaufbahn und in dem beruflichen Werdegang, während Sekundärfolgen oftmals schwieriger entgegen zu wirken ist. Die sekundären Folgen kennzeichnen sich durch „Schulangst, Depression, eine eingeschränkte Selbstwirksamkeit und fehlende Schulmotivation“ (Schlüer & Jokeit, 2007, S. 16).

Die Möglichkeit der frühen Erkennung von Lese- Rechtschreibstörungen und ein frühes Intervenieren wäre somit von entscheidender Bedeutung, um sekundäre Verhaltensstörungen, eventuell auftretende Nachteile im Alltag und eine Belastung der gesamten Familie vermeiden zu können (Rosenkötter, 2004). Des Weiteren ist ein frühestmögliches Eingreifen entscheidend, um Langzeitfolgen wie ein „deutlich erhöhtes Risiko für Arbeitslosigkeit und Beschäftigung unterhalb des Bildungsniveaus“ zu vermeiden (Schlüer & Jokeit, 2007, S. 16). Zu diesem Zweck wird heutzutage vermehrt nach möglichen Faktoren und Ursachen für die Entstehung einer Lese- Rechtschreibstörung geforscht.

Die vorliegende Bachelorarbeit ist Teil der Zweigstudie *Zeichen und Laute – Ein Paradigma zur Untersuchung neuronaler Korrelate von Laut-Symbol-Assoziationen bei Vorschulkindern*, welche der Langzeitstudie „Lesen ohne Worte“ des Uniklinikum Aachen entstammt. Die Studie *Zeichen und Laute – Ein Paradigma zur Untersuchung neuronaler Korrelate von Laut-Symbol-Assoziationen bei Vorschulkindern* fokussiert die *Multi Sensory Integration Deficit Hypothese* (z.B. Van Atteveldt et al., 2004; Blau et al., 2009; Blomert & Willems, 2010; Blau et al., 2010) für das Entstehen einer Lese- Rechtschreibstörung.

Diese besagt, dass Phonem-Graphem-Kopplungen (siehe Kapitel 3.2), unabhängig von der phonologischen Bewusstheit (siehe Kapitel 3.3.1), bei schwachen Lesern schlechter als bei guten Lesern automatisiert sind, weshalb der Leseprozess nur verlangsamt möglich ist. Bereits stattgefundene Studien mit Schulkindern und Erwachsenen belegten dies (Blomert & Willems, 2010; Blau et al., 2010). Nun findet erstmalig eine ähnliche Studie mit Vorschülern mit dem Ziel der Untermauerung der Multi-Sensory Integration Deficit Hypothese als Ursachenhypothese zur Entstehung einer Lese- Rechtschreibstörung statt. Die vorliegende Bachelorarbeit bildet im Rahmen dieser Studie einen entscheidenden Beitrag.

16 Vorschüler, von denen 5 Risikokinder (hier familiäres Risiko) und 11 einer Kontrollgruppe zugehörig sind, durchlaufen ein Training (siehe Kapitel 5.3.1), welches der Automatisierung einer Laut-Symbol-Kopplung dienen soll. Durch eine anschließende Testung werden die Leistungen der jeweiligen Gruppen, und somit der Grad der Automatisierung, überprüft. Der Multi-Sensory Integration Deficit Hypothese zu Folge werden schlechtere Automatisierungsleistungen der Risikokinder erwartet, da die Hypothese eine schlecht ausgebildete Automatisierung von Phonem-Graphem-Kopplungen, hier getestet durch Laut-Symbol-Kopplungen, ursächlich für das Entstehen einer LRS sieht.

Das Experiment setzt sich zusammen aus einer ausführlichen Erläuterung des Programms, dessen Installation auf dem Computer sowie der intensiven Begleitung der Kinder während des Trainingszeitraumes (siehe Kapitel 5.3.2). Zusätzlich findet eine regelmäßige Kontrolle des Ausführens der Aufgaben statt. Nach dem 2-wöchigen Training nehmen die Probanden an einer Untersuchung mit dem Arbeitstitel *Reaktionszeit- und Performanztest*, kurz *RPT*, im Universitätsklinikum Aachen teil. Hierbei wird der Automatisierungsgrad anhand der Reaktionszeiten und der Präzision gemessen. Die Ergebnisse der Risikogruppe werden mit denen der Kontrollgruppe verglichen und somit eine Aussage über die jeweiligen Leistungen und Gruppenunterschiede getroffen.

Im Rahmen der Studie „Lesen ohne Worte“ wurden die Probanden unter anderem anhand des „Bielefelder Screenings zur Früherkennung von Lese- Rechtschreibschwierigkeiten“ (Jansen et al., 2002), kurz BISC, auf phonologische Fähigkeiten und anhand der „Kinderversion der Testbatterie zur Aufmerksamkeitsprüfung“ (Zimmermann, Gondan & Fimm, 2002), kurz KiTAP, bezüglich ihrer Aufmerksamkeitsleistungen untersucht. Zusätzlich werden die Ergebnisse der vorliegenden Studie mit den zuvor erhobenen Befunden des BISC (Jansen et al., 2002) und der KiTAP (Zimmermann, Gondan & Fimm, 2002) verglichen, um eventuelle Zusammenhänge zwischen der phonologischen Bewusstheit und den Resultaten des RPT, beziehungsweise den Aufmerksamkeitsleistungen und den Ergebnissen des RPT, feststellen zu können.

Im Widerspruch zu den gängigen Ursachenhypothesen (siehe Kapitel 3.3) unterstellt die Multi-Sensory Integration Deficit Hypothese eine klare Abgrenzung zwischen der phonologischen Bewusstheit und der Phonem-Graphem-Kopplung (Blomert & Willems, 2010). Insofern könnten die Ergebnisse zur phonologischen Bewusstheit sehr gut ausfallen und dennoch Probleme in den zu erlernenden Laut-Symbol-Kopplungen auftreten. Es wird davon ausgegangen, dass gute

Aufmerksamkeitsleistungen zusätzlich einen positiven Einfluss auf das problemfreie Lernen der Laut-Symbol-Kopplungen haben.

Bei dem Experiment handelt es sich um eine Erprobung des Trainingsprogramms zur Automatisierung der Laut-Symbol-Kopplungen. Anhand der Resultate soll jenes Training modifiziert werden und in angepasster Form im Rahmen einer großen Studie des Uniklinikums Aachen erneut stattfinden.

3. THEORETISCHER HINTERGRUND

3.1 Lese- Rechtschreibstörung: Eine Einführung

Im folgenden Kapitel wird zunächst eine Einführung über das Störungsbild der LRS gegeben. Hierbei werden sowohl gängige Definitionen, als auch die Prävalenz, Folgen und Therapie beschrieben.

3.1.1 Definitionen

Es bestehen diverse Definitionen und Erklärungen zu Lese- Rechtsschreibstörungen. Die meist gehandelten und universell geltenden Definitionen sind sowohl in der *Internationalen Klassifikation psychischer Störungen ICD-10 Kapitel v (F)* (Dilling et al., 2005), herausgegeben durch die *Weltgesundheitsorganisation (WHO)*, als auch im *Diagnostischen und Statistischen Handbuch Psychischer Störungen DSM-IV* (Saß et al., 2003) zu finden.

Die ICD-10 (Dilling et al., 2005) klassifiziert mit dem Code F 81 *Umschriebene Entwicklungsstörungen schulischer Fertigkeiten*, unter dem Unterpunkt F 81.0 eine Lese-Rechtschreibstörung, die sich in einer eingeschränkten Entwicklung der Lesefähigkeiten äußert. Dieser Definition zu Folge sind visuelle Beeinträchtigungen, nicht ausreichende Beschulung, Alter und Entwicklungsstand unabhängig von der Störung zu betrachten. Laut ICD-10 (Dilling et al., 2005) kann sich die Lese- Rechtschreibstörung sowohl auf das Leseverständnis, das Wiedererkennen von gelesenen Wörtern, das Vorlesen als auch auf weitere Leistungen, bei denen die Fähigkeit des Lesens erforderlich ist, auswirken. Außerdem gehen oftmals Rechtschreibstörungen mit den beschriebenen Lesestörungen einher. Trotz möglicher kleiner Fortschritte bezüglich der Lesefähigkeiten sind diese häufig bis in das Erwachsenenalter beständig. Daher werden während der Schullaufbahn sekundäre Folgen im emotionalen und sozialen Bereich festgestellt. Einer Lese- Rechtschreibstörung gehen nach ICD-10 (Dilling et al., 2005) des Weiteren Sprech- und Sprachentwicklungsstörungen voraus (Dilling et al., 2005).

Im DSM-IV (Saß et al., 2003) findet sich die Lesestörung unter dem Code 315.00. Sie wird entgegen dem normal entwickelten Intelligenzquotienten, dem Alter und der altersentsprechenden Beschulung mit sehr niedrigen Leseleistungen bezüglich der Akkuratessse und dem Verständnis charakterisiert. Zusätzlich schränkt sie die betroffene Person stark in ihrem schulischen Werdegang sowie bei alltäglichen Anforderungen an das Lesen ein. Sofern eine

sensorische Problematik (Wahrnehmungsstörung) hinzukommt hat der Betroffene schwerwiegendere Schwierigkeiten im Leseprozess als solche, die gemeinhin mit dieser Problematik einhergehen (Saß et al., 2003).

Die englische Bestimmung für den Unterpunkt 315.00 im DSM-IV (Saß et al., 2003) ist „Reading disorder“. Dieses „Reading disorder“ kann auch „dyslexia“ genannt werden (American Psychiatric Association, 2000).

Das englische Äquivalent zur ICD-10 (Dilling et al., 2005) Definition F 81.0 „Lese-Rechtschreibstörung“ ist „Specific reading disorder. „Dyslexia“ ist hier unter dem Code R 48 „Dyslexia and other symbolic dysfunctions, not elsewhere classified“ zu finden. Entsprechend besteht in der deutschen Übersetzung unter dem Punkt R 48 der Begriff „Dyslexie und sonstige Werkzeugstörungen, anderenorts nicht klassifiziert“ (ICD-10-WHO, Code R 48). Betrachtet man den altgriechischen Ursprung des Wortes „Dyslexie“ (von altgriech.: *δυσ* *dys* = schlecht, schwer, miss- [hier = Missverstehen], *λέξις* *léxis* = Sprache, Redeweise, Stil [hier = Redeweise] schlechte/falsche Wiedergabe/Redeweise) wird deutlich, dass er lediglich eine Lesestörung umschreibt. Dennoch werden im englischsprachigen Raum die Lesestörung und die Rechtschreibstörung nicht getrennt, sondern gemeingültig unter „dyslexia“ beschrieben, da davon ausgegangen wird, dass eine Lesestörung nicht ohne eine Störung der Schriftsprache vorliegen kann (Dilling et al., 2005; Code F 81.0, S. 274f und F81.1, S. 276f). Jedoch besteht die Möglichkeit einer isolierten Rechtschreibstörung (Dilling et al., 1993; F81.1, S. 276f).

Unabhängig von der Begrifflichkeit besteht allerdings die einheitliche Definition der Symptomatik. Um Einheit und Genauigkeit zu gewährleisten wird in der vorliegenden Bachelorarbeit der Begriff Lese- Rechtschreibstörung verwendet, da dieser Zuspruch in den allgemeingültigen und weltweit anerkannten Definitionen der World Health Organisation und der American Psychiatric Association findet.

3.1.2 Prävalenz

Die Lese- Rechtschreibstörung unterliegt den „umschriebenen Entwicklungsstörungen schulischer Fertigkeiten“ (Dilling et al., 2005, Code F 81.0, S. 274f). Aussagen über ihre Prävalenz sind unterschiedlich, da sie von gewähltem Testverfahren sowie den diagnostischen Kennzeichen abhängig sind. Symptome für eine LRS lassen sich zwar bereits in den ersten beiden Schuljahren erkennen, eine präzise Diagnose ist allerdings aufgrund der unterschiedlichen

Lehrmethoden an deutschen Schulen erst am Ende des zweiten Schuljahres möglich (Schulte-Körne & Remschmidt, 2003). Schulte-Körne et al. (2001a) berichten über eine Häufigkeit einer LRS von 5,2 Prozent, ausgehend von den Kriterien Intelligenzquotient > 85 , Rechtschreib-Prozentrang 16 und dem Regressionskriterium (die Relation der Lese-Rechtschreibleistung zur Intelligenz darf einen zuvor festgelegten Grenzwert nicht überschreiten). Bei einer Berücksichtigung des IQ Wertes bis inklusive 70 steigt die Prävalenz auf 6,1 Prozent (Schulte-Körne et al., 2001a). Vermutet wird, dass bei etwa 3 Millionen Deutschen eine Lese-Rechtschreibstörung vorliegt (Schulte-Körne, 2004). Im englischsprachigen Raum wird die Häufigkeit einer Lese-Rechtschreibstörung zwischen 5,3 Prozent und 11,8 Prozent angenommen, je nach Ein- und Ausschlusskriterien. Jungen scheinen, unabhängig von den Klassifizierungsmethoden, zwei bis drei Mal häufiger betroffen zu sein als Mädchen (Katusic et al., 2001).

3.1.3 Folgen

Eine Prognose über die Lese- Rechtschreibentwicklung von Menschen mit LRS lässt sich nur sehr schwer vorhersagen, da sie von mehreren Faktoren wie persönlichen Begabungen, sozioökonomischem Status und sozialer Herkunft abhängig ist (Schulte-Körne et al., 2003). Wird Lese- Rechtschreibstörungen jedoch nicht frühzeitig entgegen gewirkt, sind Langzeitfolgen absehbar (Mayer, 2010).

Viele Betroffene erreichen im Jugendalter einen Schulabschluss, der ihrem Intelligenzquotienten nicht angemessen ist. Aufgrund der Lese- Rechtschreibstörung machen sie häufig einen Haupt- oder Realschulabschluss. Das Gymnasium wird hingegen selten von Menschen mit LRS besucht. Folglich werden vergleichsweise wenige akademische Berufe von Menschen mit LRS ausgesucht, obwohl ihre kognitiven Möglichkeiten dies zulassen würden.

Insofern ist eine LRS keine temporäre Problematik, sondern eine Störung, die Folgen für die gesamte Lebenszeit mit sich bringt (Schulte-Körne, 2004).

Des Weiteren lassen sich bei 40 Prozent bis 60 Prozent von Menschen mit einer LRS psychologische Defizite feststellen, beispielsweise Depressionen, Aufmerksamkeitsschwierigkeiten und Angstzustände (Schulte-Körne, 2010). Außerdem weisen die Betroffenen in ihrer Entwicklung häufig ein „niedrigeres Selbstwertgefühl, eine geringe

Frustrationstoleranz und z.T. ein negatives Selbstbild mit einer pessimistischen Zukunftserwartung“ auf (Schulte-Körne, 2004).

Ein positiver Langzeitverlauf, inklusive der schulischen und der beruflichen Entwicklung, ist erreichbar, wenn das soziale Umfeld und die familiäre Situation der Betroffenen unterstützend sind, beispielsweise durch ausreichende Literalität und ein stabiles Elternhaus, und eine nachhaltige Förderung ermöglicht wird (Schulte-Körne et al., 2003).

Um bereits für Kinder mit einer LRS die bestmögliche Förderung zu gewährleisten, ist es unbedingt notwendig, im Vorschulalter womöglich vorhandene Risikofaktoren frühzeitig zu erkennen. Hierdurch kann das Kind zum frühestmöglichen Zeitpunkt gefördert und die Festigung einer LRS, die mit sekundären Störungen einhergeht, vermieden werden (Rosenkötter, 2004).

3.1.4 Therapie

Aufgrund fehlender Fördermaßnahmen und Zeit können die Defizite der Lese- und Rechtschreibleistungen betroffener Kinder oftmals in der Schule nicht aufgefangen werden. Es gilt, Kinder mit einer LRS individuell zu betreuen und sie in ihrem Lese- und Rechtschreiberwerb zu unterstützen (Rosenkötter, 2004).

Grundlage für die Therapie der LRS bietet eine genaue Definierung des Lese- und Rechtschreibentwicklungsstandes des Kindes. Die Therapie sollte regelmäßig einmal pro Woche über einen Zeitraum von mindestens einem Jahr stattfinden. Außerdem unterstützt und befördert eine lesefreundliche Umgebung innerhalb der Familie, in der häufig gemeinsam gelesen wird, die Leseentwicklung. Leseförderung sollte getrennt von der Rechtschreibtherapie stattfinden. Für die Leseförderung gilt es ebenfalls zunächst den aktuellen, individuellen Lesestatus festzustellen und die Therapie darauf zu basieren. Durch die anfängliche Förderung von Phonemen (individuelle Laute buchstabieren) lernen Kinder allgemeingültige Regeln und diese auf andere Leseleistungen zu transferieren (Schulte-Körne, 2010). Im deutschsprachigen Raum ist unter anderem „Das Marburger Rechtschreibtraining: Ein regelgeleitetes Förderprogramm für rechtschreibschwache Kinder“ (Schulte-Körne & Mathwig, 2009) ein gängiges Therapieprogramm, das in einer Kurzzeit-Intervention signifikante Verbesserungen im Rechtschreib- und Lesetest aufwies (Schulte-Körne et al., 2001b). Trotz intensiver und frequenter Therapie machen die Betroffenen teilweise nur sehr kleine Fortschritte. Die Gründe hierfür sind nicht bekannt. Sollte eine sekundäre Verhaltensstörung vorliegen, kann eine

Psychotherapie ebenfalls Bestandteil der Behandlung sein. Für LRS gibt es keine medikamentöse Anwendung. Allerdings wird die häufig komorbid auftretende Aufmerksamkeitsdefizit-/ Hyperaktivitätsstörung (ADHS) oftmals medikamentös behandelt (Schulte-Körne, 2010).

Bisher gibt es in Deutschland noch keine national anerkannte Aus- oder Weiterbildung für LRS-Therapeuten. Hingegen bietet der Bundesverband Legasthenie und Dyskalkulie (BVL) eine Weiterbildung zum „Dyslexietherapeut nach BVL“, dem einzig geschützten Titel für LRS-Therapeuten in Deutschland, an (Schulte-Körne, 2010).

3.2 Klärung von Grundbegriffen

Im Folgenden werden einige Begriffe, die grundlegend für den theoretischen Hintergrund der vorliegenden Bachelorarbeit sind, näher erläutert.

Phonem-Graphem-Kopplung

Die Phonem-Graphem-Kopplung bildet die Basis der sogenannten alphabetischen Lesestrategie und beinhaltet die Verbindung der kleinsten Ebenen der geschriebenen und gesprochenen Sprache, sprich der Buchstaben und der kleinsten lautlichen Einheiten (Scheerer-Neumann, 2008). Der erste Schritt, um Lesen lernen zu können, ist somit das Etablieren dieser Phonem-Graphem-Kopplungen (Brem, 2010). In der deutschen Sprache bestehen geschriebene Wörter aus einer limitierten Zusammenstellung von Elementen, den Buchstaben. Diese Buchstaben repräsentieren ihre lautlichen bzw. gesprochenen Gegenstücke, die Sprachlaute. Da Kinder zunächst in ihrer Entwicklung die Sprachlaute in Form der gesprochenen Sprache lernen und diese zu Schuleintritt auf umfangreichem Niveau beherrschen, bauen sie das System der Schriftsprache auf Basis der bereits beherrschten, gesprochenen Sprache auf. Sie koppeln somit Grapheme, Buchstaben, an ihnen bekannte Sprachlaute, die Phoneme (Blomert & Froyen, 2010), um hierdurch neue, audiovisuelle Phonem-Graphem-Assoziationen zu erwerben (Blomert, 2011). Erst durch diesen Prozess kann Schriftsprache in Form von Lesen und Schreiben erlernt werden.

Laut-Symbol-Kopplung

Vorliegende Studie zielt auf eine Automatisierung von Laut-Symbol-Kopplungen bei Vorschulkindern ab. Hierbei lernen die Kinder Laut-Symbol-Kopplungen in Form von gesprochenen zu geschriebenen Silben. Ziel ist es, dass die Probanden visuelle Symbole in Form von acht Silben mit auditiven Lauten verbinden, auswendig lernen und in einem folgenden Schritt automatisieren (siehe Kapitel 5.3.1). Dabei findet keine direkte Verknüpfung ihres eigenen Sprachsystems mit hierzu passenden Buchstabenelementen statt. Jeweils durch Wiedererkennen der erlernten Symbole sollen sie später aus höchstens drei Auswahlmöglichkeiten entscheiden, welches Symbol zu einer auditiv vorgegebenen Silbe passt (siehe 5.4). Somit werden keine Phonem-Graphem-Kopplungen, sondern Laut-Symbol-Kopplungen erlernt, die auch nicht das Lesen lernen bezwecken, sondern der Messung des Automatisierungsgrades dienen sollen. Deshalb werden sie nicht, wie unter dem Abschnitt Phonem-Graphem-Kopplungen genanntem Sinne lernen, welche Grapheme welchen Phonemen zugehörig sind und diese dementsprechend nach gegebener Definition nicht etablieren. Insofern kann bei vorliegender Studie nicht von einer Automatisierung von Phonem-Graphem-Kopplungen gesprochen werden. Die Entscheidung, warum bei vorliegender Stichprobe größere Spracheinheiten in Form von Silben anstelle von Phonem-Graphem-Kopplungen gewählt worden sind, wird in Kapitel 4.1 näher erläutert.

3.3 Ursachenhypothesen

Für das Entstehen einer LRS gibt es eine Heterogenität verschiedener Ursachenhypothesen, die unterschiedliche Risikofaktoren beinhalten (Grande, 2010).

Neben generellen Risikofaktoren zur Entstehung einer Lese- Rechtschreibstörung, wie Frühgeburtlichkeit, Sauerstoffmangel während der Geburt und Entwicklungsverzögerungen von Sprache, Sprechen und Motorik (Hare, 2010), ist davon auszugehen, dass einzelne Fähigkeiten, die im Vorschulalter erlernt werden, eine wichtige Grundlage zum Erlernen des Lesens und Schreibens bilden. Dies sind zum Beispiel das schnelle Benennen von Bildern und Objekten, die Lautdiskrimination und die phonologische Bewusstheit (Vellutino 2004). Hinzukommend sind psychomotorische Fähigkeiten (z.B. Gleichgewicht, spatio-temporale Orientierung, graphomotorische Fähigkeiten, Händigkeit), die Wahrnehmung, das Gedächtnis (z.B. auditives Kurzzeitgedächtnis, rhythmisches Gedächtnis, visuelles Buchstabengedächtnis) und die

Aufmerksamkeit zu nennen (Zakopoulou, 2011). Besteht ein Defizit in einem oder mehreren dieser Bereiche, ist das Risiko zur Entwicklung einer Lese- Rechtschreibstörung erhöht. Doch auch ein genetischer Ursprung findet in aktuellen Studien immer mehr Zuspruch (Ramus, 2003; Fisher & Francks, 2006). So konnte nachgewiesen werden, dass eine sogenannte familiäre Häufung für eine Lese- Rechtschreibstörung besteht, wenn auch ein Elternteil von einer Lese- Rechtschreibstörung betroffen ist.

Werden jene Risikofaktoren nicht rechtzeitig identifiziert und ihnen entgegen gewirkt, können sich die anfänglichen Schwierigkeiten zu ernsthaften Störungen manifestieren (Zakopoulou et al., 2011).

Im Rahmen vorliegender Bachelorarbeit werden durch die Erläuterung gängiger Ursachenhypothesen mögliche Gründe für die Entstehung und Manifestation von Lese- Rechtschreibstörungen beschrieben.

3.3.1 Phonologische Defizithypothese

Da Sprache ein sehr komplexes System ist, erfordern der Erwerb und das Anwenden von korrekten Sprachverarbeitungsprozessen ein Zusammenspiel mehrerer Faktoren. Dies sind semantische, syntaktische, phonologische und pragmatische Prozesse (Grünling, 2002). Die Semantik beinhaltet hierbei die Bedeutung von Sprache (Löbner, 2002), die Syntax behandelt die grammatikalische Form der Sprache und Funktion der Wörter, die Phonologie beinhaltet die Funktion der Laute (Goorhuis & Schaerlaekens, 2008) und die Pragmatik beschreibt den funktionalen Aspekt der Sprache, beispielsweise im alltäglichen Gebrauch (Fischer, 2009).

In der Forschung wird weitgehend davon ausgegangen, dass der einflussreichste Faktor für das Entstehen von Leseschwierigkeiten ein Defizit in der phonologischen Bewusstheit ist (Vellutino, 2004). Ein Sprachbewusstsein vor allem auf phonologischer Ebene ist dementsprechend notwendig, um einen ungestörten Lese- Rechtschreiberwerb durchlaufen zu können (Grünling, 2002).

Der phonologische Prozess beinhaltet das langsame und kontrollierte Lesen mit Hilfe der Phonem-Graphem-Kopplung (Grünling, 2002), die eine Grundvoraussetzung für den Schriftspracherwerb darstellt (Vellutino et al., 2004). Des Weiteren verfügt der phonologische Prozess über das Wissen um Regeln der Aussprache und die Fähigkeit, die einzeln gelesenen

Phoneme zu einem gesamten Wort bzw. Wortklang zusammen zu setzen (Wagner & Torgesen, 1987; Grünling, 2002).

Zusätzlich unterliegt ihm die phonologische Bewusstheit: Der bewusste Umgang mit Sprachlauteinheiten wie Einzellauten oder Silben, deren Wahrnehmung und Manipulation (Ptok et al., 2007). Die phonologische Bewusstheit umfasst die Analyse und Synthese gesprochener Sprache, sowie das Arbeiten mit den zerlegten Spracheinheiten, sprich den Lauten. Dementsprechend erlernen Kinder beispielsweise, dass sich zusammengesetzte Wörter aus zwei einzelnen Wörtern ergeben und einzelne Wörter sich in Silben unterteilen lassen. Im Prozess der phonologischen Entwicklung erlernen sie weiterhin die Reimfähigkeit (Ptok et al., 2007). Diese Fähigkeiten stellen die phonologische Bewusstheit *im weiteren Sinn* dar (Snowling, 2000) und sollten von Vorschulkindern beherrscht werden.

In einem späteren Entwicklungsstand erlernen Kinder, dass Wörter aus einzelnen Lauten gebildet werden und sie sollten die Anzahl von Sprachlauten in einem Wort erkennen können. Außerdem begreifen sie, dass durch das Ersetzen eines Phonems ein neues Wort mit einer vollkommen neuen Bedeutung entstehen kann. Wenn man beispielsweise das Phonem /t/ in dem Wort /Tee/ durch das Phonem /f/ austauscht, entsteht das Wort /Fee/, an das eine völlig neue Semantik gekoppelt wird (Ptok et al., 2007). Eine weitere Komponente der phonologischen Bewusstheit ist die Synthese (das Zusammenfügen) von einzeln lautierten Phonemen (Wagner & Tongersen, 1987). Unter diesen Teilleistungen wird die phonologische Bewusstheit *im engeren Sinn* definiert (Snowling, 2000).

Diese metalinguistischen Kompetenzen (Schneider et al., 1999) haben Einfluss auf Lesefähigkeiten wie Worterkennung, Wortanalyse und Satzverständnis (Wagner & Tongersen, 1987).

Sofern die phonologische Bewusstheit nicht altersentsprechend entwickelt ist, kommt es bei Kindern zu Schwierigkeiten, diese Aufgaben auszuführen (Ptok et al., 2007). Außerdem entstehen Einschränkungen im Speichern, Repräsentieren und Aufrufen der Sprachlaute (Ramus, 2003).

Des Weiteren sind bei Mängeln innerhalb der phonologischen Bewusstheit Störungen des Schriftspracherwerbs wahrscheinlich. Die phonologische Bewusstheit stellt somit eine Voraussetzung für das Lesen lernen dar und wird gleichzeitig beim Lesen lernen stetig weiter entwickelt. Vor allem die lautanalytischen Fähigkeiten spielen hier eine zentrale Rolle (Schulte-Körne, 1999). Wenn die phonologischen Verarbeitungsprozesse eingeschränkt sind, kann dies

unter anderem zu Problemen in der Worterkennung führen. Der eigentlich automatisierte Prozess der Vernetzung von Schrift und Sprache ist für Personen mit einer Lese- Rechtschreibstörung deshalb nicht möglich, da sie keinen Zugriff auf besagte Lautstruktur von Wörtern haben (Schneider & Margraf, 2009).

Bestehen im Vorschulalter Defizite in der phonologischen Bewusstheit, stellt dies ein erhöhtes Risiko zur Entstehung von Lese- Rechtschreibstörungen dar (Olofsson, 2000).

3.3.2 Doppeldefizithypothese

Die Doppeldefizithypothese stellt eine Erweiterung der phonologischen Hypothese dar und vereint diese mit der Unfähigkeit des schnellen Benennens (Schneider & Margraf, 2009). Nach Wolf & Bowers (1999) existieren drei allgemein geltende Ursachenhypothesen für das Entstehen einer Lese- Rechtschreibstörung: Defizite in der phonologischen Bewusstheit, Defizite im schnellen Benennen und eine Kombination dieser beiden (Bowers & Wolf, 1993; Wolf & Bowers, 1999; Wolf et al., 2000a). Das schnelle Benennen erfordert visuell dargebotene linguistische Stimuli, beispielsweise Farben, Buchstaben, Ziffern, Symbole oder Objekte, so schnell wie möglich zu lautieren. Die Stimuli werden meist in einer Zusammenstellung bis zu zehn Mal angeboten (Wolf & Bowers, 1999). Defizite im schnellen Benennen können durch Aufgaben diagnostiziert werden, bei denen der Proband jene Abfolgen linguistischer Stimuli so schnell wie möglich, je nach seiner Fähigkeit, aussprechen muss (Schneider & Margraf, 2009). Auffallend ist hierbei, dass Kinder mit einer Lese- Rechtschreibstörung im Vergleich zu leseunauffälligen Kindern signifikant mehr Zeit für diese Aufgaben benötigen und schlechtere Leistungen erreichen (Schneider & Margraf, 2009; Wolf & Bowers, 1999). Dies beschreibt auch eine Studie von Wolf et. al (2002): Alle Symbole werden von Kindern mit Lese- Rechtschreibstörung signifikant langsamer benannt, mit der größten Auffälligkeit bzw. dem signifikantesten Unterschied beim schnellen Benennen von Buchstaben.

Laut der Doppeldefizithypothese basieren Defizite im schnellen Benennen auf einer Störung des präzisen Timing-Mechanismus, der normalerweise die zeitliche Integration von visuellen Informationen zu phonologischen Gegenständen geschriebener Wörter regelt. Wenn dieser Timing-Mechanismus bei Menschen mit einer LRS also gestört ist, wird die Fähigkeit behindert, orthographisch repräsentierte Muster, das heißt die visuelle Abspeicherung eines Wortes im Sichtwortschatz des Hirns, abzurufen und folglich anzuwenden (Vellutino, 2004; Ptok, 2007).

Es wird behauptet, dass bei unzureichend schneller und einfacher Identifizierung der Buchstaben eines Wortes auch die orthographischen Regelmäßigkeiten bzw. Repräsentationen nicht schnell genug (für einen genauen Leseprozess) entdeckt werden können (Vellutino, 2004). Bei einem normallesenden Menschen sind hochfrequente Wörter abgespeichert und automatisiert, während sie von einem Menschen mit LRS jedes Mal erneut dekodiert werden müssen (Ptok, 2007). Dies wiederum beeinflusst auch die Fähigkeit, Merkmale und elementare Repräsentationen von bestimmten Schreibweisen zu speichern (Vellutino, 2004).

Eine Studie von Wolf et. al (2002) zeigte, dass 19% der untersuchten 144 Probanden ein phonologisches Defizit aufwiesen, 15% ein Defizit im schnellen Benennen und bei 60% der Probanden war ein Doppeldefizit zu erkennen. Nur bei 6% der Probanden konnte eine Ursache nicht näher klassifiziert werden (Wolf et. al, 2002).

Insofern stimmen laut der Doppeldefizithypothese die Risikofaktoren für die Entstehung einer LRS mit den Risikofaktoren entsprechend der phonologischen Defizithypothese überein, ergänzt durch schlechtere und deutlich langsamere Leistungen im schnellen Benennen.

3.3.3 Aufmerksamkeitsdefizithypothese

In verschiedenen Studien wurde untersucht, ob Defizite in der Aufmerksamkeit ursächlich für eine Lese- Rechtschreibstörung sein können. Zur Bestimmung eines Aufmerksamkeitsdefizits werden auditive und visuelle Aufmerksamkeitsprozesse, sowie Prozesse der Verlagerung von Aufmerksamkeit unterschieden.

In unterschiedlichen Studien wurde festgestellt, dass Kinder mit LRS bezüglich der auditiven Aufmerksamkeitsprozesse ein Defizit in der Unterscheidungsfähigkeit der auditiven selektiven Wahrnehmung der sie umgebenden Geräuschkulisse haben. Diese Störung der automatischen Ausrichtung der auditiven Aufmerksamkeit (Facoetti et al., 2003) führt zu Schwierigkeiten, Eigenschaften eines Lautes richtig zu diskriminieren (Hari & Renvall, 2001).

Aus diesem auditiven Aufmerksamkeitsdefizit entwickeln sich Störungen sowohl in phonologischen Prozessen als auch in der phonologischen Bewusstheit. In Folge dessen sind die für die Entwicklung der für den Leseerwerb wichtigen phonologischen Fähigkeiten beeinträchtigt (Facoetti et al., 2003).

Visuelle Aufmerksamkeitsdefizite können ebenfalls eine Begründung für Störungen des Leseprozesses darstellen. Die Problematik besteht darin, dass die Wörter während des

Leseprozesses unzureichend und unregelmäßig fixiert werden, wodurch nicht alle Einzelheiten der Wortstruktur erfasst werden können. Aus der verlangsamten Verarbeitung der gelesenen Wortteile resultiert ein Anstieg der Lesefehler. Eine weitere Schwierigkeit bildet die Unfähigkeit, Fixationen zu lösen und Aufmerksamkeiten zu verschieben, was in einem extremen Anstieg der Lesegeschwindigkeit resultiert (Buchholz & Davies, 2006).

Auch bei Kindern mit LRS kann eine *sluggish attentional shifting* (SAS) vorliegen, die schwerfällige Verlagerung von Aufmerksamkeit. Bei der experimentellen Darbietung schnell aufeinanderfolgender Stimuli können Beeinträchtigungen in sowohl sensorischen, motorischen als auch kognitiven Modalitäten stattfinden (Hari & Renvall, 2001).

Flüssiges Lesen erfordert die Fähigkeit der Aufmerksamkeitsverschiebung von einem zum nächsten Fixationspunkt. Das Zeitintervall einer Verschiebung muss ausreichend lang für die Verarbeitung bis zur Wiedererkennung eines geschriebenen Wortes im Lexikon andauern (Buchholz & Davies, 2005). Es wird davon ausgegangen, dass die bei Dyslektikern vorliegende Probleme in der Verlagerung von Aufmerksamkeit für eine verminderte Auffassungsgabe verantwortlich sein könnten (Petkov et al., 2005). Vermutet wird, dass Lesebeeinträchtigungen und Aufmerksamkeitsdefizite mit einer verlangsamten Verarbeitungsgeschwindigkeit als gemeinsamen zu Grunde liegendem kognitiven Risikofaktor einhergehen (Willcutt, 2005; Shanahan, 2006). Dieses Defizit in der Verarbeitungsgeschwindigkeit könnte eine Erklärung für die Komorbidität von Aufmerksamkeitsstörungen mit Leseschwierigkeiten sein (Shanahan, 2006). Eine solche Komorbidität zwischen einer LRS und dem Aufmerksamkeitsdefizit/Hyperaktivitätssyndrom (kurz ADHS) tritt sehr häufig auf. Bei 15-35% der Menschen mit einer LRS sind ebenfalls eindeutige Merkmale für ein ADHS zu erkennen (Gilger et al., 1992). Dementsprechend bildet eine Aufmerksamkeitsstörung gleichzeitig einen Risikofaktor zur Entstehung einer LRS.

3.3.4 Magnozelluläre Defizithypothese

Die Magnozelluläre Defizithypothese legt ihren Fokus auf das visuelle System das für das Lesen ein primäres Gebiet darstellt (Omtzigt, 2005). Für den Informationsaustausch zwischen Augen und Gehirn sind das parvozelluläre und das magnozelluläre System verantwortlich (Ramus, 2003). Das magnozelluläre System ist ein Netzwerk, welches sich von der Netzhaut bis zu den Motorneuronen der Augenmuskeln zieht. Dabei verläuft es über die Bahnen zur Großhirnrinde

bis zum Kleinhirn (Popkirov, 2009). Ein Defizit dieses Systems kennzeichnet sich durch Anomalitäten in den magnozellulären Schichten des Corpus geniculatum laterale (Iles, 2000; Stein, 2001; Ramus, 2003) und Abweichungen in der visospatiellen Aufmerksamkeit über den posterior parietalen Kortex (Ramus, 2003).

Resultierend aus diesen Merkmalen wird davon ausgegangen, dass Magnozellen den visuellen Input für eine Änderung des visuellen Aufmerksamkeitsfokus und somit das Planen der Augenbewegungen liefern (Omtzigt, 2005)

Der Leseprozess beinhaltet sämtliche Verschiebungen des Aufmerksamkeitsfokus durch diverse Augenbewegungen. Sobald eine unbeabsichtigte visuelle Bewegung sich vom Zielobjekt entfernt, erfährt das magnozelluläre System diese Reize und richtet die visuelle Aufmerksamkeit wieder auf die beabsichtigte Position (Stein, 2001). Sollte also eine Störung im magnozellulären System vorliegen, könnte sie zu Problemen im Prozess des Lesens führen.

Menschen mit LRS weisen eine unbeständige binokulare (zweiäugige) Fixation und damit eine verminderte visuelle Lokalisierung auf. Dies kann unter anderem eine Ursache dafür sein, dass laut der Betroffenen der Eindruck entsteht, die Buchstaben würden sich bewegen und überschneiden. Insofern ist das einwandfreie magnozelluläre Funktionieren wichtig für eine stabile binokulare Fixation und somit für das Entwickeln von Lesefähigkeiten (Stein, 2001).

Jedoch ist die Magnozelluläre Defizithypothese nicht zweifellos bewiesen, es gibt auch Untersuchungen die abweichende Ergebnisse zeigen (Omtzigt, 2005), denn weder die Phonologische- noch die Magnozelluläre Defizithypothese umfassen die weitreichende Heterogenität der verschiedenen Leistungen von Menschen mit Lese-Rechtschreibstörungen auf diesbezügliche Aufgaben (Iles, 2000). Des Weiteren liegt ein Defizit im magnozellulären System meist nicht isoliert vor (Grande et al, 2010).

Der in diesem Kapitel beschriebenen Defizithypothese entsprechend liegt ein Risiko für die Entstehung einer LRS schlussendlich bei einer Störung des magnozellulären Systems vor und äußert sich, indem sich die visuelle Aufmerksamkeit nach einer Abweichung nicht zurück auf das Zielobjekt verschiebt.

3.3.5 Multi-Sensory Integration Deficit Hypothese

Basierend auf der Annahme, dass die phonologische Bewusstheit keine Vorläuferfähigkeit für das Lesen lernen darstellt, sondern stark mit dem Prozess des Lesen Lernens verbunden ist und somit größtenteils gleichzeitig mit diesem erlernt wird, entwickelten Blomert & Willems (2010) die Multi-Sensory Integration Deficit Hypothese als mögliche Ursachenhypothese einer Lese-Rechtschreibstörung. Da laut Blomert & Willems folglich nicht allein ein Defizit in der phonologischen Bewusstheit ausschlaggebend für die Entwicklung einer Lese-Rechtschreibstörung sein kann, untersuchten sie 2010 den Zusammenhang zwischen der phonologischen Bewusstheit und auftretenden Schwierigkeiten im Lese- Rechtschreiberwerb bei Kindern mit einem familiären Risiko für die Entwicklung einer LRS. Die Stichprobe bestand aus 92 Kindergartenkindern, von denen 48 ein familiäres Risiko zur Entwicklung einer LRS hatten und 44 Kinder der Kontrollgruppe zugehörig waren. Sie kontrollierten, ob die Risikokinder, die Probleme bezüglich der phonologischen Bewusstheit im Kindergartenalter hatten, tatsächlich eine Lese- Rechtschreibstörung im ersten Schuljahr entwickelten. Ungefähr die Hälfte aller Probanden nahm zusätzlich an einem Training von Phonem-Graphem-Kopplungen teil, um potentielle Lerndefizite zu untersuchen.

Sie kamen hierbei zu dem Schluss, dass die Kenntnis über Buchstaben und Laute, also die phonologische Bewusstheit, und das Lernen, Buchstaben zu gesprochener Sprache zu assoziieren und zu integrieren zwei unterschiedliche Prozesse sind. Die Mehrheit der Risikokinder (81%), die innerhalb des ersten Schuljahres Lese- Rechtschreibschwierigkeiten entwickelten, zeigte zuvor keine Auffälligkeiten bezüglich der phonologischen Bewusstheit im Kindergartenalter. Somit gibt es nach Blomert und Willems (2010) keinen Zusammenhang zwischen der phonologischen Bewusstheit und dem Lese- Rechtschreiberwerb im ersten Schuljahr.

Allerdings fanden Blomert und Willems (2010) einen Zusammenhang zwischen dem Lese-Rechtschreiberwerb und der Fähigkeit, Phonem-Graphem-Kopplungen zu erlernen und zu integrieren. Denn die Probanden mit familiärem Risiko hatten immense Schwierigkeiten, diese Fähigkeiten zu erlernen und konnten somit durch dieses Defizit charakterisiert werden.

Die in der vorliegenden Bachelorarbeit zentral stehende, unter anderem von Blomert und Willems (2010) unterstützte Multi-Sensory Integration Deficit Hypothese besagt somit, dass eine Automatisierung von Phonem-Graphem-Kopplungen stattfinden muss, um einen flüssigen, schnellen und korrekten Lesevorgang garantieren zu können. Die Basis eines ungestörten Leseprozesses bildet somit die akkurate Phonem-Graphem-Kopplung (Blomert & Froyen, 2010).

Zwar erlangen auch Menschen mit LRS, ebenso wie normallesende Menschen, sehr schnell ausreichende Phonem-Graphem-Kopplungen und können somit jedem Buchstaben dem passenden Laut zuordnen, jedoch werden jene Phonem-Graphem-Kopplungen bei Menschen mit LRS nie ausreichend stark audiovisuell automatisiert, sodass die Entwicklung eines flüssigen, schnellen Leseprozesses nicht möglich ist (Blomert & Froyen, 2010; Blomert, 2011). Insofern sind die Leseleistungen von Menschen mit LRS nicht durch mehr Fehler, sondern einen verlangsamten Leseprozess gekennzeichnet. Gleichzeitig scheint ein direkter Zusammenhang zwischen der mangelhaften Automatisierung der Phonem-Graphem-Kopplungen bei Menschen mit LRS und auditiven, visuellen und multisensorischen parietalen und temporalen Hirnregionen zu bestehen. Denn nach Blomert (2011) könnte ein Defizit in der Fähigkeit, Phoneme an Grapheme zu koppeln mit einer schrittweisen Weiterentwicklung des auditiven und multisensorischen Kortex, der für die schnelle Integration unimodaler audiovisueller orthographisch-phonologischer Objekte verantwortlich ist, interferieren. Dies wiederum könnte die Ausprägung des für Buchstaben und Wörter verantwortlichen Gyrus fusiformis negativ beeinflussen (Blomert, 2011). Weitere Hirnareale, in denen reduzierte neuronale Integrationen bei Kindern mit LRS festgestellt wurden, sind der Planum temporale/Heschl'sche Sulcus und der Sulcus temporalis superior. Schon durch die neuronale Integration von Phonemen und Graphemen im Heschl'schen Sulcus und der neuronalen Reaktion des Gyrus fusiformis auf Buchstaben können 40% der Varianz in der individuellen Leseleistung erklärt werden (Blau et al., 2010).

Charakterisiert ist die Multi-Sensory Integration Deficit Hypothese zusammenfassend durch die fehlerhafte Verarbeitung eines zeitgleichen audiovisuellen Inputs (Blau et al, 2009). Den audiovisuellen Input von gleichzeitig angebotenen Phonemen und Graphemen zu dekodieren ist der Ausgangspunkt um flüssige Lesefertigkeiten zu erwerben (Ehri, 2005 in Blau et al, 2009).

Um hier Defizite feststellen zu können, wurden in mehreren Studien funktionelle Magnetresonanztomographien, kurz fMRT, durchgeführt (z.B. Van Atteveld, 2004; Blau, 2009). In diesem Zusammenhang haben bereits Studien mit Erwachsenen ohne LRS (Van Atteveld, 2004), Erwachsenen mit LRS (Blau et al., 2009) und Kindern mit LRS (Blau et al., 2010) stattgefunden. Van Atteveld et al. untersuchten 2004 in ihrer Studie mittels fMRT die funktionale Neuroanatomie bei der Verarbeitung von Buchstaben und Lauten bei Erwachsenen ohne LRS. Hierzu wurden den Probanden passiv visuell und/ oder auditiv, unimodal (entweder visuell oder auditiv) oder bimodal (visuell und auditiv) Buchstaben und/ oder Laute präsentiert.

Die audiovisuellen Reize wurden kongruent oder nicht-kongruent angeboten. Das Ergebnis war, dass bei Lesern ohne Beeinträchtigung bei kongruenten audiovisuellen Reizen eine verstärkte, hingegen bei inkongruenten audiovisuellen Reizen eine reduzierte Hirnaktivität stattfindet. Gleiches Experiment wurde 2009 durch Blau et al. bei Erwachsenen mit LRS wiederholt. Auch hier wurden während einer fMRT-Messung visuelle, auditive, audiovisuell kongruente und audiovisuell nicht-kongruente Stimuli in Form von Buchstaben und Lauten angeboten. Der Vergleich mit einer Kontrollgruppe ergab, dass bei nicht-beeinträchtigten Lesern ein Unterschied der Hirnaktivierung bei kongruenten und nicht-kongruenten Reizen stattfindet: Es findet eine stärkere Hirnaktivierung bei kongruenten Stimuli statt. Hingegen konnte bei den Probanden mit LRS kein Unterschied der Hirnaktivierungen bei kongruenten und nicht-kongruenten Stimuli festgestellt werden. Diese verminderte Fähigkeit, bewertet als audiovisuelle Integration, steht in direkten Zusammenhang mit einem Mangel in der Auswertung auditiver Sprechlaute, was wiederum phonologische Defizite erklären kann (Blau et al, 2009). Dieses Ergebnis bietet außerdem die Erklärung dazu, dass die Phonem-Graphem-Kopplung weniger automatisiert werden kann, da Menschen mit einer LRS visuelle und auditive Reize scheinbar geringer als Menschen ohne eine LRS miteinander verknüpfen können.

Jedoch ist es fraglich, ob die verminderte Hirnleistung möglicherweise auf einer jahrelang vernachlässigten Leseaktivität basiert (Blau et al., 2010). Aus diesem Grunde führten Blau et al. (2010) jene Untersuchung mit zehnjährigen Kindern mit einer Lese-Rechtschreibstörung durch. Der Aufbau der Studie glich dem von Van Atteveld et al. (2004), auch die dargebotenen Stimuli waren dieselben. Blau et al. (2010) kamen zu dem Ergebnis, dass auch bei zehnjährigen Probanden mit LRS im Gegensatz zu einer Kontrollgruppe kein Kongruenzeffekt stattfindet.

Folglich könnte anhand der Multi-Sensory Integration Deficit Hypothese ein fundamentales Defizit aufgezeigt werden, das sich, wäre es ursächlich für eine LRS und nicht eine Folge von LRS, bereits vor Schulbeginn nachweisen ließe. Einen ersten Indikator für diese Ursächlichkeit stellt die Studie von Blau et al. (2010) dar, denn auch bei Kindern mit LRS, die verglichen mit Erwachsenen wenig Leseerfahrung haben, war kein Kongruenzeffekt zu finden. Lägen bereits bei Vorschulkindern Beeinträchtigungen für das Formen automatisierter Phonem-Graphem-Kopplungen vor, wären auch diese als ursächlich für die Entstehung von Lese-Rechtschreibstörungen zu bewerten und könnten somit ausschlaggebend für eine sich später entwickelnde Lese-Rechtschreibstörung sein.

3.4 Familiäre Häufung

Über bisherige Ursachenhypothesen hinaus beschäftigt sich die Forschung gleichzeitig mit der Genforschung zu LRS. Hierbei wird die Frage der Vererbbarkeit von LRS untersucht, die bis heute nicht vollständig erklärt werden kann aber immer wieder beobachtet wird. Die heutigen Forschungsergebnisse besagen, dass ein erhöhtes Risiko für die Entstehung einer Lese-Rechtschreibstörung besteht, wenn auch Familienmitglieder an dieser betroffen sind. Zusätzlich lässt die Genforschung die konkrete Vermutung zu, dass bestimmte Gene bei der Prädisposition einer Lese-Rechtschreibstörung involviert sind. Grundsätzlich gilt, dass nie alleine Gene für die Entstehung einer Lese-Rechtschreibstörung verantwortlich sein können, hinzu kommt in entscheidendem Maße der Umweltfaktor (McGrath et al., 2006). Die genetische Anlage des Kindes zur Entstehung einer Lese-Rechtschreibstörung kann durch jenen Umwelteinfluss, beispielsweise durch Literalität oder soziales Umfeld, kompensiert werden, oder aber zu einer Manifestation der LRS führen (Lyytinen et al., 2004). Das heißt, die genetische Prädisposition interagiert immer mit dem Umweltfaktor (Pennington et al., 2001).

In mehreren Langzeitstudien (Pennington et al., 2001; Lyytinen et al., 2004; Snowling et al., 2007; Muter & Snowling, 2009) wurden bereits zur Unterstützung bzw. näheren Definition dieser Hypothese Kinder mit familiärem Risiko für eine Entwicklungsdyslexie über einen längeren Zeitraum, meist von Beginn des Kindergartens bis zum 2. bis 3. Schuljahr begleitet. Regelmäßig wurden beispielsweise sowohl ihre Literalität und phonologische Bewusstheit als auch ihre Lese- und Rechtschreibleistungen überprüft. Außerdem wurden die Leistungen der Risikokinder stets mit derer gleichaltriger Kinder ohne ein familiäres Risiko verglichen. Hierbei wurde deutlich, dass prozentual mehr Kinder aus den jeweiligen Risikogruppen eine Lese-Rechtschreibstörung entwickelten, als aus den Gruppen der Kontrollkinder. So zeigte die Studie von Pennington et al. (2001) beispielsweise, dass 34% der über einen mehrjährigen Zeitraum begleiteten Risikokinder (n = 67), allerdings nur 6% der Kontrollkinder (n = 57) eine LRS entwickelten. Die Lese-Rechtschreibstörung ging bei einem Großteil der Kinder auf einer Störung der phonologischen Bewusstheit einher (Pennington et al., 2001). Muter et al. (2009) zeigten gar eine Prävalenzrate der Dyslexie von 42% in der Risikogruppe (n = 50).

Zur Klärung der genetischen Prädisposition wurde in den letzten Jahren in Studien zur Ursache von Lese-Rechtschreibstörungen immer häufiger ein Zusammenhang bestimmter, favorisierter Gene mit einer Lese-Rechtschreibstörung erforscht. In diversen Studien, im Rahmen derer Autopsie-Studien bei Menschen mit LRS durchgeführt worden sind, konnten neuronale

Abweichungen gefunden werden. Bildgebende Studien haben zudem Beschädigungen der für das Lesen verantwortlichen Netzwerke und alternative Aktivationsmuster in den Hirnregionen dyslektischer Personen gefunden (McGrath et al., 2006; Meng et al., 2005).

Konkret wurden außerdem bisher 4 Genloci auf den Chromosomen 3, 6 und 15 identifiziert, die mit einer Lese- Rechtschreibstörung in Zusammenhang gebracht werden können (Schlüer & Jokeit, 2007).

4. PROBLEMSTELLUNG UND HYPOTHESEN

4.1 Untersuchungsfrage

Laut Blomert (2010) und Blomert & Willems (2010) bildet eine ausreichend automatisierte Phonem-Graphem-Kopplung die Basis für einen ungestörten Leseprozess. Menschen mit einer Lese- Rechtschreibstörung verfügen nur über eine inadäquate Automatisierung der Phonem-Graphem-Kopplungen, und werden diese auch nie zu einem solchen Grad beherrschen, der für einen ungestörten Lese- Rechtschreibprozess notwendig ist (Blomert & Willems, 2010). Zur Überprüfung des Automatisierungsgrades von Phonem-Graphem-Kopplungen haben bereits mehrere Studien stattgefunden (Blomert & Willems, 2010; Blau et al., 2010), ebenso zur Unterstützung des Kongruenzeffektes (Van Atteveld et al., 2004; Blau et al., 2009; Blau et al., 2010). Allerdings hat eine derartige Studie noch nicht mit Vorschulkindern stattgefunden.

Ließe sich jedoch bereits im Vorschulalter überprüfen, inwiefern die Kinder in der Lage sind, Laute an Symbole zu koppeln und diese zu automatisieren, könnte dies einen prädisponierenden Faktor zur Entstehung von Lese- Rechtschreibstörungen darstellen. Kinder, die bereits im Vorschulalter Schwierigkeiten mit derartigen Automatisierungsaufgaben haben, könnten präventiv gefördert werden, sodass die Möglichkeit der Entstehung von Lese- Rechtschreibstörungen minimiert werden könnte. Die Überprüfung von Phonem-Graphem-Kopplungen im Vorschulalter ist jedoch deshalb nicht möglich, da die Kinder noch keine Grapheme erlernt haben. Ersatzweise kann der Automatisierungsgrad dementsprechend mit zuvor erlernten Laut-Symbol-Kopplungen überprüft werden, denn Silben sind leichter verständlich und erlernbar als lautiierte Konsonanten. Außerdem ist nicht sicher zu stellen, ob die Probanden aufgrund ihres Alters Buchstaben bereits kennen oder problemlos erlernen können. Die Auswahl von Silben, angeboten als lautliche Einheiten und Symbole, ist ausschließlich für die vorliegende Stichprobe bestimmt. Verallgemeinert und grundlegend für Folgestudien kann diese Entscheidung noch nicht betrachtet werden.

Ziel der vorliegenden Bachelorarbeit ist folglich die Automatisierung von acht vorgegebenen Laut-Symbol-Kopplungen, die mit Hilfe eines zweiwöchigen Trainingsprogramms erlernt werden sollen. Die Stichprobe bilden hierbei 16 Kindergartenkinder mit dem Einschulungsdatum Sommer 2011, von denen elf Kinder der Kontrollgruppe und fünf Kinder der Gruppe mit familiärem Risiko angehören. Definiert wird das familiäre Risiko durch ein Vorkommen von LRS in der leiblichen Familie. Nach erfolgreichem Abschluss des Trainingsprogramms wird der

Automatisierungsgrad der jeweiligen Gruppen anhand der Reaktionszeit und der Performanz gemessen. Planmäßig soll in Folgestudien darauf eine fMRT Untersuchung folgen um den Kongruenzeffekt bei Vorschülern messen zu können, wie es bereits mit erwachsenen Lesern in den Studien von Van Atteveldt et al. (2004) und Blau et al. (2009), und mit zehnjährigen Kindern in der Studie von Blau et al. (2010) stattgefunden hat. Da sich die vorliegende Bachelorarbeit jedoch mit dem Thema der Erprobung des Trainings zur Automatisierung von Laut-Symbol-Kopplungen befasst, wird hier ausschließlich der Automatisierungsgrad abschließend gemessen.

Somit ergibt sich folgende Untersuchungsfrage:

Ist nach einem zweiwöchigen Training ein Gruppenunterschied bezüglich des Automatisierungsgrades der Laut-Symbol-Kopplung, gemessen durch Reaktionszeit und Performanz, erkennbar?

4.2 Hypothesen

1. Zwischen den Ergebnissen der Kontrollkinder und denen der Risikokinder besteht zum Zeitpunkt der Messung im Reaktionszeit- und Performanztest eine vergleichbare Anzahl korrekter Antworten.
2. Verglichen mit den Ergebnissen der Kontrollkinder kennzeichnen sich die Ergebnisse der Risikokinder zum Zeitpunkt der Messung im Reaktionszeit- und Performanztest durch eine höhere Reaktionszeit.
3. Zwischen den Ergebnissen der Kontrollkinder und denen der Risikokinder im „Bielefelder Screening zur Früherkennung von Lese- Rechtschreibschwierigkeiten“ (Jansen et al., 2002) sind keine signifikanten Gruppenunterschiede zu erkennen.
4. Zwischen den Ergebnissen des „Bielefelder Screening zur Früherkennung von Lese- Rechtschreibschwierigkeiten“ (Jansen et al., 2002) und denen des Reaktionszeit- und Performanztest lässt sich anhand der Korrelationen kein Zusammenhang zwischen phonologischer Bewusstheit und der Leistung des RPT erkennen.
5. Verglichen mit den Ergebnissen der Kontrollkinder kennzeichnen sich die Ergebnisse der Risikokinder in der „Kinderversion der Testbatterie zur Aufmerksamkeitsprüfung“ (Zimmermann, Gondan & Fimm, 2002) durch eine höhere Fehleranzahl.
6. Zwischen den Ergebnissen der „Kinderversion der Testbatterie zur Aufmerksamkeitsprüfung“ (Zimmermann, Gondan & Fimm, 2002) und denen des Reaktionszeit- und Performanztest lässt sich durch positive Korrelationen ein Zusammenhang zwischen der Aufmerksamkeit und der Leistung des RPT erkennen.

5. METHODE

Ziel der Untersuchung war nach Ablauf des Trainings das Messen der Reaktionszeit in den jeweiligen Aufgaben. Die Reaktionszeit wurde definiert als Zeitraum zwischen der Darbietung eines Reizes und der Beantwortung der Aufgabe. Der dargebotene Reiz wurde gleichzeitig auditiv und visuell präsentiert, die Beantwortung der Aufgabe implizierte das Drücken eines entsprechenden Antwortknopfes durch das Kind. In Kapitel 5.4 wird dies näher erläutert. Zudem wurde die jeweilige Performanz der Antwort berücksichtigt, die anhand einer richtig/ falsch-Entscheidung gemessen wurde.

Die unabhängige Variable formte hierbei der Typ des Kindes. Es wurde ermittelt, ob ein Proband ein familiäres Risiko für die Entstehung einer LRS hat oder ob kein familiäres Risiko besteht. Hierdurch waren gleichzeitig die zwei Level definiert. Aus diesem Grund war es nicht möglich, die Gruppen zu randomisieren. Die Probanden unterschieden sich automatisch durch den Risiko- bzw. Nichtrisikofaktor und wurden dementsprechend den Gruppen zugeordnet.

Durch die automatische Einteilung der Gruppen bestand ein Risiko des Confoundings, denn die Kinder unterschieden sich unter Umständen durch weitere, unkontrollierbare Faktoren.

Die abhängigen Variablen ergaben sich aus der Reaktionszeit, dem benötigten Zeitaufwand zum Erlernen der Laut-Symbol-Kopplung und der Performanz.

5.1 Design

Das Untersuchungsdesign war durch die oben genannten Faktoren quasi-experimentell und fand, dadurch dass die Ergebnisse der Risiko- und Nichtrisikokinder miteinander verglichen wurden, im Rahmen eines between-subject Designs statt. Gewöhnlich werden bei diesem Design die Gruppen randomisiert. Dies war in vorliegender Studie aus oben genannten Gründen nicht gegeben.

Alle Probanden, sowohl die der Experiment-, als auch die der Kontrollgruppe, nahmen an dem Training und der Messung teil. Die Messung fand jeweils nach Ablauf des Trainings statt.

Es handelte sich um ein quasi-experimentelles Design, da keine Kontrolle über alle Variablen gegeben war und die Möglichkeit des Confoundings bestand. Gleichzeitig waren die Variablen nicht manipuliert, sondern vorgegeben (Goodwin, 2010).

5.2 Stichprobe und Rekrutierung

Die Probandengruppe bestand aus einer Gruppe von 17 Vorschulkindern, die im Sommer 2011 eingeschult wurden und zuvor in Verbindung mit der übergreifenden Studie „*Lesen ohne Worte*“ des Uniklinikum Aachen ausgewählt worden waren. Die Kinder wurden über ihre jeweiligen Kindergärten in Form eines Anschreibens und eines selektiven Fragebogens rekrutiert.

Für die Zweigstudie „*Zeichen und Laute – ein Paradigma zur Untersuchung neuronaler Korrelate von Laut-Symbol-Assoziationen bei Vorschulkindern*“ und folglich auch für die vorliegende Bachelorarbeit wurden Teilnehmer der übergreifenden Studie mit einem familiären Risiko zur Entwicklung einer Lese-Rechtschreibstörung und ohne Risikofaktoren gefragt, ob sie Interesse hätten, an der weiterführenden Studie teilzunehmen.

Einschlusskriterien für das Rekrutieren der Probanden waren das Alter der Kinder (5-6 Jahre), das Einschulungsdatum Sommer 2011 und der Besuch eines Regelkindergartens der Städteregion Aachen.

Das Ausschlusskriterium bildete das Vorliegen einer Dyslalie, insbesondere der Vorverlagerung von Velaren zu Alveolaren, wie /k/ zu /t/ oder /g/ zu /d/. Hierdurch hätten die Probanden die entsprechenden Laute eventuell nicht auditiv diskriminieren können, wodurch eine Verfälschung der Ergebnisse hätte entstehen können.

5.3 Beschreibung der Studie

Aktuell findet die Multi-Sensory Integration Deficit Hypothese in der Forschung stets mehr Zuspruch. Aus diesem Grunde wurde die Zweigstudie *Zeichen und Laute – ein Paradigma zur Untersuchung neuronaler Korrelate von Laut-Symbol-Assoziationen bei Vorschulkindern* entworfen, die den Rahmen dieser Bachelorarbeit bildete. Im Folgenden werden sowohl der Aufbau des computergestützten Trainingsprogramms sowie die praktische Ausführung der Studie beschrieben.

5.3.1 Computerprogramm

Durch den Projektleiter Wolfgang Scharke wurde ein kindgerechtes PC-Programm entwickelt, das aus Übungen zur Laut-Symbol-Kopplung bestand. Die Laut-Symbol-Kopplungen wurden in Form von acht Silben geübt. Bei der Auswahl der Silben wurde das Vorkommen der entsprechenden Laute in der Sprachentwicklung berücksichtigt und Silben bestehend aus Lauten ausgewählt, die frühzeitig in der Entwicklung produziert werden können. Außerdem wurde vermieden, dass sich die Silben lautlich ähneln, das heißt bei den ähnlich klingenden Bilabialen /b/ und /p/ wurden unterschiedliche Vokale ausgewählt, die die Silbe formten. Da phonologische Störungen als Ausschlusskriterium gewählt worden sind, wurde ebenfalls eine Silbe mit dem velaren /k/ hinzugefügt.

Das Computerprogramm beinhaltete 15 Module. Für jede zu erlernende Laut-Symbol-Assoziation gab es jeweils ein Lernmodul und ein Wiederholungsmodul. Alle Module waren in kindgerechten Themengebieten gestaltet, wie Tiere, Weltall und Ufos, Unterwasserwelt, Luftballons, Strand, Flugzeuge, Wüste und freche Monster, sowie Rennautos.

Die Module waren nach Buchstaben benannt, die absichtlich nicht in der Reihenfolge des Alphabets abgespielt wurden, damit die Eltern den Trainingsfortschritt des Kindes nicht erkennen konnten. Wichtig war dies besonders bei Zwillingssprobanden, es sollte nicht der Eindruck entstehen, ein Geschwisterkind sei „besser“ als das andere. Zu Beginn jedes Moduls erschien die zu erlernende Silbe, beispielsweise „KE“, ohne weitere Reize, das heißt in schwarzen

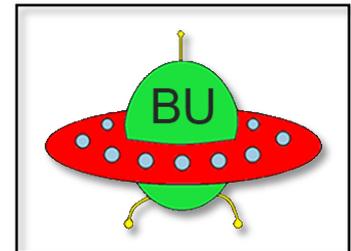


Abb. 1: Beispiel einer Silbe in kindgerechter Darstellung in den Modulen F und S

Druckbuchstaben, auf grauem Hintergrund für 6 Sekunden. Gleichzeitig erläuterte eine Computerstimme die Bezeichnung der Silbe mit folgenden Worten: „Schau genau hin und höre genau zu. Diese Silbe heißt ‚KE‘“. Nach 6 Sekunden verschwand die Silbe, um erneut mit dem Worten „Ich zeige dir noch einmal wie die Silbe aussieht und spreche dir die Silbe noch einmal vor: ‚KE‘“ für 4,5 Sekunden eingeblendet zu werden.

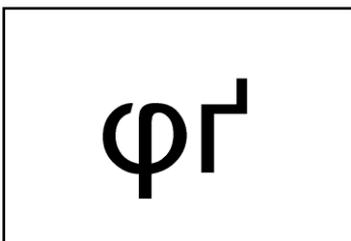


Abb. 2: Beispiel eines Hieroglyphen

Es folgte eine Diskriminationsaufgabe. Acht Mal wurden nun jeweils der Stimulus (die Silbe) auf der einen, und ein Hieroglyph auf der anderen Seite eingeblendet und die Silbe wurde vorgesprochen. Die Hieroglyphen waren nicht-alphabetische Symbole, die der deutlichen Abgrenzung zu den zu erlernenden Silben diente. Wurde die richtige Silbe links angezeigt, musste

das Kind die Taste „A“ drücken, sofern die Zielsilbe rechts angezeigt wurde, war die Taste „L“ zu drücken. Die betreffenden Tasten wurden während der Installation des Programms mit auffälligen, orangen Klebepunkten markiert.

Wies der Proband mehr als 2 Fehler innerhalb der 8 Versuche auf, wurde das Modul anschließend automatisch wiederholt. Scheiterte der Proband erneut, wurde das Training für diesen Tag beendet. Es erschien die Aufforderung „Bitte nehmen Sie Kontakt mit uns auf“ auf dem Display.

Wenn der erste oder der zweite Durchlauf mit 2 oder weniger Fehlern bestanden wurde, begann die folgende Übung. Zu Beginn der anschließenden Übung wurden alle bereits erlernten Silben noch einmal einzeln und ohne Ablenker für jeweils 3 Sekunden eingeblendet und vorgesprochen. Im Folgenden war es die Aufgabe der Probanden, die soeben neu erlernte Silbe „KE“ gegenüber den bereits in vorherigen Modulen erlernten Silben, beispielsweise „MA“ und „LO“, zu diskriminieren. In allen Kombinationen wurden die Silben randomisiert angezeigt. Nun wurden neben der neu erlernten Silbe „KE“ auch die bereits zuvor erlernten Silben „MA“ und „LO“ vorgesprochen. Hörte der Proband „LO“ und sah auf dem Bildschirm links die Silbe „KE“ und rechts die Silbe „LO“, so musste er die rechte Taste, also den Buchstaben „L“ auf der Tastatur, drücken. In späteren Modulen wurde die Schwierigkeit gesteigert und es wurden drei Silben als Auswahlmöglichkeit angeboten. Hierdurch wurde gleichzeitig die Chance einer zufällig richtigen Antwort (50/50- Chance) reduziert.

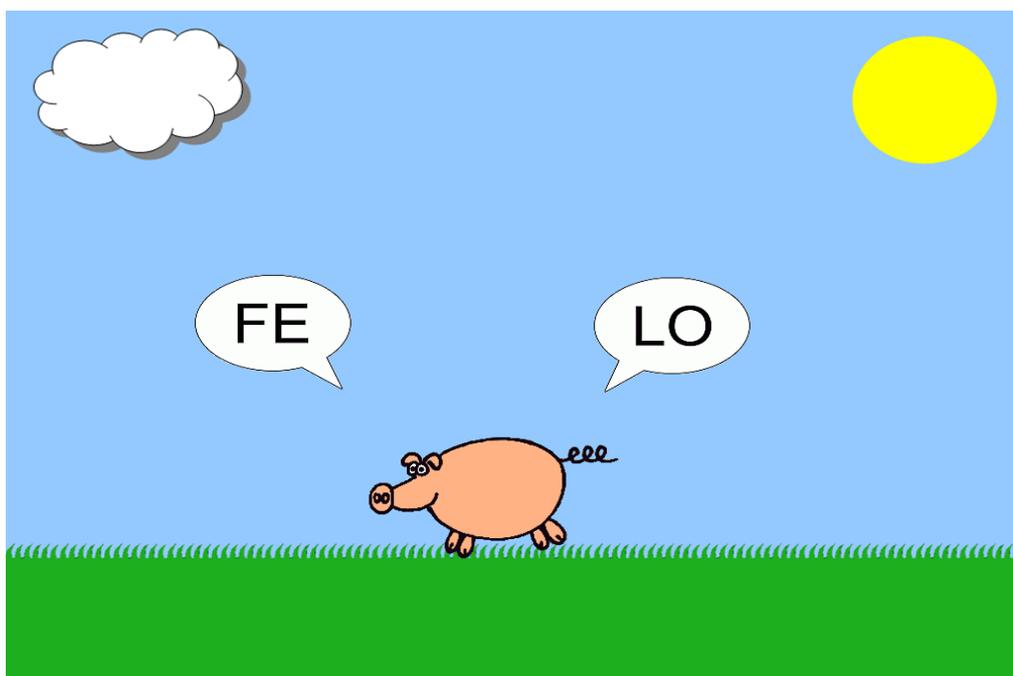


Abb. 3: Beispielhafte Darstellung eines Trials in einem Modul

Bei der Anzahl der Stimuli wurde darauf geachtet, dass die neu erlernte Silbe stets häufiger angeboten wurde, als die bereits erlernten Silben. Genaue Angaben finden sich in Appendix E).

Aus dem Grund, dass die bereits erlernten Silben gefestigt werden mussten, gleichzeitig aber die neu zu erlernende Silbe in ausreichend hoher Frequenz angeboten werden musste, wuchs die Anzahl der Durchläufe mit jedem Modul.

Bei allen Modulen musste jeweils eine bestimmte prozentuale Anzahl richtiger Antworten erreicht werden, um das Modul zu bestehen. Es handelte sich meist um etwa 80%, in späteren Modulen wurden 75% toleriert, denn mit steigender Anzahl bearbeiteter Silben waren dementsprechend gehäufte Fehleranzahlen zu erwarten. Wurde das Modul bestanden, so war die Übung für diesen Tag abgeschlossen. Hatte der Proband die Prozentzahl nicht erreicht, wurde das Modul sofort wiederholt, was wiederum automatisch und ohne Erkennung seitens des Probanden geschah. Nach der Wiederholung erschien eine Meldung, mit welchem Modul er am folgenden Tag weiter arbeiten sollte: Bei erneut zu hoher Fehleranzahl startete das Wiederholungsmodul der Silbe, die er momentan erlernte, ansonsten begann das folgende Modul.

Es gab 3 Module, die einem anderen Aufbau unterlagen. Das Modul A, bei dem es sich um das Startmodul handelte, begann mit dem Erlernen der Silbe „MA“. Nach der Diskriminationsaufgabe gegen die Hieroglyphen folgte das Erlernen der Silbe „LO“, ansonsten konnte keine Diskriminationsaufgabe gegen bereits erlernte Silben stattfinden. Nach der Diskriminationsaufgabe „LO“ gegen die Hieroglyphen wurden „MA“ und „LO“ gegeneinander angeboten.

Ebenfalls existierte eine Änderung für die Module P und Z. Eine Silbe wurde vorgesprochen, gleichzeitig flog ein Flugzeug in Modul P, bzw. fuhr ein Rennauto in Modul Z durch den Bildschirm, auf dem eine Silbe gut erkennbar geschrieben stand. Waren der auditive und der visuelle Reiz kongruent, hatte der Proband die Aufgabe die Taste „H“ zu drücken. Waren sie nicht kongruent, sollte der Proband das Flugzeug bzw. Auto durchfliegen bzw. durchfahren lassen, ohne eine Taste zu drücken.

5.3.2 Verlauf der Studie

Die Vorgehensweise sah wie folgt aus: Telefonisch wurden Termine mit den Probanden vereinbart. Bei einem ersten Telefonkontakt hatte Herr Scharke, externer Begleiter der Bachelorarbeit, die Probanden bereits über den Inhalt, Zweck und Ablauf des Trainings in

Kenntnis gesetzt und sich nach dem Betriebssystem des jeweiligen Rechners erkundigt, denn beispielsweise mit einem Computer der Marke Apple war das Training nicht kompatibel.

Bei den Probanden angekommen, wurden der Informationsbrief und die Einverständniserklärung vorgelegt, die von den Erziehungsberechtigten unterschrieben werden sollten. Nun wurde das Programm installiert. Je nach Rechner konnte dies bis zu 2 Stunden dauern. Währenddessen wurde die Tastatur präpariert und den Eltern erklärt, wie das Logbuch auszufüllen war. Es wurde darum gebeten, nach Ablauf des Trainings den mitgebrachten Evaluationsbogen auszufüllen.

Nach der Installation durfte das Kind das erste Modul durchspielen, in Anwesenheit der Untersuchungsleiter wurden hierbei eventuelle Fragen erläutert. War der Proband nicht zugegen, so wurde den Eltern das Programm erläutert.

Über einen Zeitraum von ein bis zwei Wochen sollten die Probanden täglich ein Modul à ungefähr zehn Minuten üben und acht Assoziationen aufbauen, welche allesamt in der deutschen Sprache häufig vorkommen und daher leicht für das Kind erlernbar waren: MA, LO, KE, BU, TI, PA, SU und FE. Kontrolliert wurde das Training durch zwei persönliche Kontaktmomente pro Woche oder per Telefon. Auf diese Weise wurde festgestellt, ob es Schwierigkeiten mit dem Programm gab und es konnte kurzfristig eingegriffen werden.

Zum Ende des Trainingszeitraums fand eine Messung statt. Die Messung wurde im Uniklinikum Aachen durchgeführt, denn nur hier konnte, durch den Gebrauch von entsprechender Hardware, eine akkurate Messung gewährleistet werden. Außerdem konnte eine optimale Testsituation hergestellt werden, indem unter anderem akustische Ablenker oder die Hilfestellung Außenstehender (Eltern, Geschwisterkinder) ausgeschlossen werden konnten. Die Messungen selbst wurden durch Linda Meuser, Lea Plum oder Wolfgang Scharke durchgeführt.

Sobald das Training beendet war, wurden die Eltern hierüber mit Hilfe des PC-Programms informiert und gleichzeitig dazu aufgefordert, zwecks einer Terminabsprache Kontakt mit den Testleitern aufzunehmen. Wenn möglich fand die Messung einen Tag nach Abschluss des Trainings statt, um einen Verlust der erlernten Fähigkeiten des Kindes zu vermeiden. War dies nicht möglich, erfolgte eine Terminierung zum frühestmöglichen Zeitpunkt. Bis zur Testabnahme erhielten die Probanden den Auftrag, das Endmodul Z einmal täglich zu wiederholen, um den Trainingsstatus zu erhalten. Während der Testung wurde der Automatisierungsgrad anhand der Reaktionszeit und Performanz konstatiert. Die Reaktionszeit war definiert als die Zeit, die zwischen dem Angebot des auditiven und visuellen Stimulus und

der Reaktion des Kindes durch Drücken einer Taste zur Antwortbestimmung verging. Die Performanz beschrieb die Anzahl korrekter Antworten.

Anschließend wurden die erhaltenen Daten, Reaktionszeit und Performanz, in die Statistik-Software SPSS (SPSS Inc., Version 20, Chicago, Illinois, USA) übertragen. Alle durch diese Studie erhobenen Daten unterlagen dem Datenschutz. Außerdem wurde vor der Teilnahme an der Studie eine unterschriebene Einverständniserklärung der Erziehungsberechtigten eingeholt (siehe Appendix B). Des Weiteren wurden die Erziehungsberechtigten in Form eines persönlichen Gesprächs und eines Informationsblattes der Ethikkommission der Medizinischen Fakultät der RWTH Aachen über das Ziel des Trainingsprogramms und der Messung in Kenntnis gesetzt (siehe Appendix A). Die freiwillige Einwilligung zur Teilnahme an der Studie konnte jederzeit widerrufen werden. Anschließend erfolgte die Datenanalyse anonymisiert.

5.4 Testverfahren RPT

Nach erfolgreichem Abschluss des zweiwöchigen Trainings fand ein abschließendes Testverfahren zur Messung des Automatisierungsgrades statt. Berücksichtigt wurden hierbei sowohl die Reaktionszeit als auch die Performanz der jeweiligen Aufgabe.

Der Test bestand aus drei Unterteilen und dauerte, je nach Leistung und Motivation des Kindes, zwischen 15 und 25 Minuten. Nach jedem Unterteil wurde dem Probanden die Möglichkeit einer kurzen Pause gegeben. Alle Unterteile begannen mit einer ausführlichen Instruktion, die durch das Programm erfolgte. Anschließend wurden zusätzlich drei Beispiele gegeben und der Proband hatte die Möglichkeit, einige Trainingsaufgaben zu dem jeweiligen Testunterteil zu lösen. Hierbei erhielt der Proband sofortiges Feedback bezüglich der Korrektheit seiner Antwort. Durch dieses Vorgehen sollten Verständnisprobleme ausgeschlossen werden. Zum Lösen der Aufgabe galt es den entsprechenden Antwortknopf zu drücken. Dies geschah nicht mehr, wie zuvor während der Trainingsphase, auf einer Computertastatur, sondern mit Hilfe einer sogenannten Button-Box. Diese Button-Box enthielt fünf Tasten, von denen drei Tasten für die Testung relevant waren: Eine rote Taste links, mittig eine weiße Taste und eine grüne Taste rechts. Die obere blaue Taste sowie die untere gelbe Taste wurden nicht verwendet.

Nach Beendigung der Trainingsaufgaben wurde der Test gestartet. Das Kind wurde hierauf noch einmal extra aufmerksam gemacht, indem erwähnt wurde, dass es nun nicht mehr hört, ob seine

Antwort richtig oder falsch war und es außerdem immer so schnell wie möglich einen der Antwortknöpfe drücken soll.

Bei dem ersten Testunterteil fand die Aufgabe des Letter– Speech Sound Discrimination (LSSD) statt (Blomert & Willems, 2010), bei dem eine richtig/ falsch Entscheidung zu treffen war je nachdem, ob die Laut-Symbol Paare kongruent oder inkongruent dargeboten wurden. Er bestand aus 32 Trials (Testläufe) und bildete also eine neue, im häuslichen Training nicht integrierte Aufgabe. Das Kind erhielt jeweils eine auf dem Bildschirm visuell angebotene Silbe, eine kongruente oder inkongruente Silbe wurde zeitgleich auditiv angeboten. Auf der Button-Box war durch den Probanden der grüne Knopf zu betätigen, falls die beiden Stimuli kongruent waren, der rote hingegen wenn die beiden Stimuli inkongruent waren. Vergleichbar war diese Aufgabe mit den Modulen P und Z, die dem veränderten Testaufbau unterlagen (siehe Kapitel 5.3.1). Hier galt es nur dann die entsprechende Taste auf der Computertastatur zu betätigen, sofern ein kongruenter Stimulus angeboten wurde.

Testunterteil zwei hingegen unterlag der Aufgabe des Letter– Speech Sound Identification (LSSI), bei dem in der Studie von Blomert und Willems (2010) ursprünglich eine von vier visuell präsentierten Reizen dem auditiven Stimulus zu Folge ausgewählt, in der vorliegenden Studie jedoch eine von zwei angebotenen Symbolen zugeordnet werden musste. Der zweite Testunterteil bestand aus 16 Trials und stellte eine den Probanden gut bekannte Aufgabe dar. Sie erhielten zwei Abbildungen der jeweiligen trainierten Silben. Eine der beiden Silben wurde vorgesprochen und das Kind musste durch Tastendruck die richtige Silbe angeben. Hierbei hatte die rechte Silbe immer eine grüne Umrahmung, die linke hingegen eine rote, entsprechend der Anordnung der Tasten der Button-Box.

Der dritte Testunterteil (LSSI; Blomert & Willems, 2010) war gleich dem zweiten Testunterteil aufgebaut und bestand aus 24 Trials. Jedoch wurden zur Erhöhung des Schwierigkeitsgrades dem Kind nun jeweils drei Silben visuell angeboten, eine wiederum auditiv. Die hinzukommende dritte Silbe befand sich auf dem Bildschirm mittig und war weiß umrandet, analog der Anordnung der Knöpfe genannter Button-Box.

Wie bereits erläutert wurden bei allen Testunterteilen sowohl die Reaktionszeit, als auch die Performanz festgehalten. Durch Verwendung der Button-Box war eine exakte Messung der Reaktionszeit möglich, was beim Gebrauch einer regulären Tastatur nicht gegeben gewesen wäre.

Die Ergebnisse aller Testunterteile wurden pro Proband einzeln gespeichert. Sowohl das Logbuch als auch der Evaluationsbogen wurden von den Eltern der Probanden erbeten.

Zum Abschluss erhielten die Probanden ein Brettspiel zum Dank für ihre Teilnahme.

5.5 Wahl der Begleitdiagnostik

Entgegen gängiger Ursachenhypothesen beinhaltet die der vorliegenden Bachelorarbeit zu Grunde liegende Multi-Sensory Integration Deficit Hypothese eine Abgrenzung zwischen einem Defizit in der phonologischen Bewusstheit und dem Entstehen von Lese- Rechtschreibstörungen (Blomert & Willems, 2010). Aus diesem Grund wurden in der Datenanalyse die Ergebnisse des „Bielefelder Screenings zur Früherkennung von Lese- Rechtschreibschwierigkeiten“ (Jansen et al., 2002) berücksichtigt. Hierdurch konnte die *Multi-Sensory Integration Deficit Hypothese* gefestigt oder widerlegt werden, da diese besagt, dass kein Zusammenhang zwischen dem Automatisierungsgrad, gemessen an der Reaktionszeit und Performanz, mit der phonologischen Bewusstheit besteht. Dementsprechend war davon auszugehen, dass Kinder, die in der Testung schlechter abgeschlossen haben, nicht automatisch ebenfalls über eine mangelhafte phonologische Bewusstheit verfügten.

Um mögliche Zusammenhänge zwischen Aufmerksamkeitsleistungen und den Ergebnissen des RPT feststellen zu können, wurden außerdem die Daten der KiTAP (Zimmermann, Gondan & Fimm, 2002) analysiert. Eventuell ließen sich schwächere Leistungen im RPT durch Defizite in bestimmten Bereichen der Aufmerksamkeit erklären, da zur Lösung der Aufgaben des RPT multimodale Anforderungen gestellt wurden. Durch diese Vorgehensweise konnten die in der vorliegenden Bachelorarbeit aufgestellten Hypothesen angenommen oder verworfen werden.

5.5.1 Bielefelder Screening zur Früherkennung von Lese- Rechtschreibschwierigkeiten

Das „Bielefelder Screening zur Früherkennung von Lese- Rechtschreibschwierigkeiten (BISC)“ (Jansen et al., 2002) wird bei Kindern im letzten Kindergartenjahr abgenommen und dient der Identifizierung von Vorschulkindern mit einem Risiko zur Entstehung von Schwierigkeiten beim Lese- Rechtschreiberwerb (Waligora, 2003). Überprüft werden unter Anderem ausgewählte Fähigkeiten der phonologischen Bewusstheit im weiteren und im engeren Sinne, die als Voraussetzung für einen ungestörten Lese- Rechtschreiberwerb gelten (siehe 3.3.1). Hierzu dienen die Aufgaben *Reimen*, *Silben segmentieren*, *Laut-zu-Wort- Vergleich* und *Laute*

assoziieren. Weitere mögliche Ursachen zur Entstehung einer LRS bilden mangelnde Fähigkeiten in Gedächtnis und Aufmerksamkeit. Auch diese beiden Fähigkeiten werden mit den Aufgaben *Schnelles-Benennen-Farben (schwarz weiß Objekte)* und *Schnelles-Benennen-Farben (farbig inkongruente Objekte)*, die beide dem schnellen Abruf aus dem Langzeitgedächtnis dienen, der Aufgabe *Pseudowörter Nachsprechen* (phonetisches Rekodieren im Kurzzeitgedächtnis) und der *Wort-Vergleich-Suchaufgabe* (visuelle Aufmerksamkeitssteuerung) hinreichend innerhalb des BISC (Jansen et al., 2002) überprüft.

Das BISC (Jansen et al., 2002) bildet eine primäre Präventionsmaßnahme und kann innerhalb des letzten Kindergartenjahres zwei Mal abgenommen werden: 10 und 4 Monate vor Schuleintritt. Zudem ist das Screening objektiv, valide und standardisiert (Jansen et al., 2002).

Die Protokollierung der Punktwerte erfolgt auf der Vorderseite des vorgegebenen Protokollbogens, wobei die erreichten Punktwerte in ein Schema übertragen werden. Die Punkte, die in eine vorgegebene schraffierte Fläche fallen, werden gezählt und bilden die sogenannten Risikopunkte. Die Entstehung von Lese- Rechtschreibschwierigkeiten wird ab einer Summe von vier Risikopunkten als wahrscheinlich angesehen (Waligora, 2003).

5.5.2 Kinderversion der Testbatterie zur Aufmerksamkeitsprüfung

Die computergestützte „Kinderversion der Testbatterie zur Aufmerksamkeitsprüfung (KiTAP)“ wurde im Jahre 2002 durch die Autoren Zimmermann, Gondan & Fimm entwickelt und basiert auf der „Testbatterie zur Aufmerksamkeitsprüfung (TAP)“ (Zimmermann & Fimm, 1994) für Erwachsene. Normiert ist die KiTAP (Zimmermann, Gondan & Fimm, 2002) für einen Altersbereich von sechs bis zehn Jahren und ist sensitiv für Kinder mit Auffälligkeiten bezüglich Aufmerksamkeit und Hyperaktivität, wie beispielsweise ADHS (Catale et al., 2009). Zur Steigerung der Motivation der Kinder ist die KiTAP (Zimmermann, Gondan & Fimm, 2002) kindgerecht gestaltet und spielt in einem verzauberten Schloss mit Geistern. In den unterschiedlichen Testunterteilen werden Alterness, Flexibilität, Geteilte Aufmerksamkeit, Go/Nogo, Visuelles Scanning, Daueraufmerksamkeit, Ablenkbarkeit und Vigilanz überprüft. Somit werden sowohl Intensität, als auch Selektivität und räumliche Aufmerksamkeit überprüft, wodurch eine differenzierte Analyse der Aufmerksamkeitsleistungen möglich ist (Hellwig-Brida et al., 2011).

5.6 Datenanalyse

Die Auswertung der Daten erfolgte mit Hilfe der Statistik-Software IBM SPSS Statistics (SPSS Inc., Version 20, Chicago, Illinois, USA). Zur Datenanalyse standen die anonymisierten Ergebnisse des Testverfahrens RPT, sowie die Daten der Studie *Lesen ohne Worte* der Probandengruppe zur Verfügung.

Anhand der zum Testzeitpunkt erhobenen Ergebnisse wurden mehrere T-Tests für unabhängige Stichproben durchgeführt. Hierdurch sollten eventuelle Gruppenunterschiede bezüglich Reaktionszeit und Performanz festgestellt werden. Um anschließend die drei einzelnen Testunterteile miteinander zu vergleichen, wurden zusätzlich mehrere T-Tests für abhängige Stichproben angewendet.

T-Tests für unabhängige Stichproben wurde auch mit den Daten zur phonologischen Bewusstheit durchgeführt, mit dem Ziel, die Risikokinder mit der Kontrollgruppe zu vergleichen. Anschließend wurde durch die Berechnung der Rangkorrelationskoeffizienten nach Spearman der Zusammenhang zwischen den Leistungen innerhalb des „Bielefelder Screenings zur Früherkennung von Lese- Rechtschreibschwierigkeiten“ (Jansen et al., 2002) und den Resultaten des RPT verglichen.

Um die Gruppen bezüglich der Aufmerksamkeitsleistungen zu vergleichen, wurden des Weiteren mehrere T-Tests für unabhängige Stichproben mit den Daten der KiTAP (Zimmermann, Gondan & Fimm, 2002) durchgeführt. Wiederum wurden Rangkorrelationskoeffizienten nach Spearman zwischen KiTAP (Zimmermann, Gondan & Fimm, 2002) und RPT berechnet, um auch hier eventuelle Zusammenhänge feststellen zu können.

6. RESULTATE

In dem Kapitel Resultate werden die Ergebnisse der vorliegenden Testung detailliert dargestellt. Hierzu wird zunächst die endgültige Zusammensetzung der Stichprobe beschrieben. Anschließend werden die Ergebnisse in Reihenfolge der Untersuchungsfragen vorgestellt.

6.1 Endgültige Zusammensetzung der Stichprobe

Schlussendlich haben 16 Probanden an dem Experiment teilgenommen, sodass 16 vollständige Datensätze vorlagen. Ein Proband musste von der Studie ausgeschlossen werden, da eine Installation des Computerprogramms auf dem Rechner des Probanden nicht möglich war. Zusätzlich zu den in der vorliegenden Studie erhobenen Ergebnissen des Reaktionszeit- und Performanztest waren ebenfalls alle Variablen für die betreffenden 16 Probanden aus der Studie *Lesen ohne Worte* verfügbar. Die Geschlechterverteilung war homogen, es nahmen sowohl 8 Mädchen als auch 8 Jungen teil. Die Mädchen waren im Mittel 6,37 Jahre alt, die Jungen 6,25 Jahre alt.

Risikogruppe

5 Probanden waren der Risikogruppe zugehörig, wovon 3 weiblichen und 2 männlichen Geschlechts waren. Das Durchschnittsalter der Risikogruppe lag bei 6,45 Jahren.

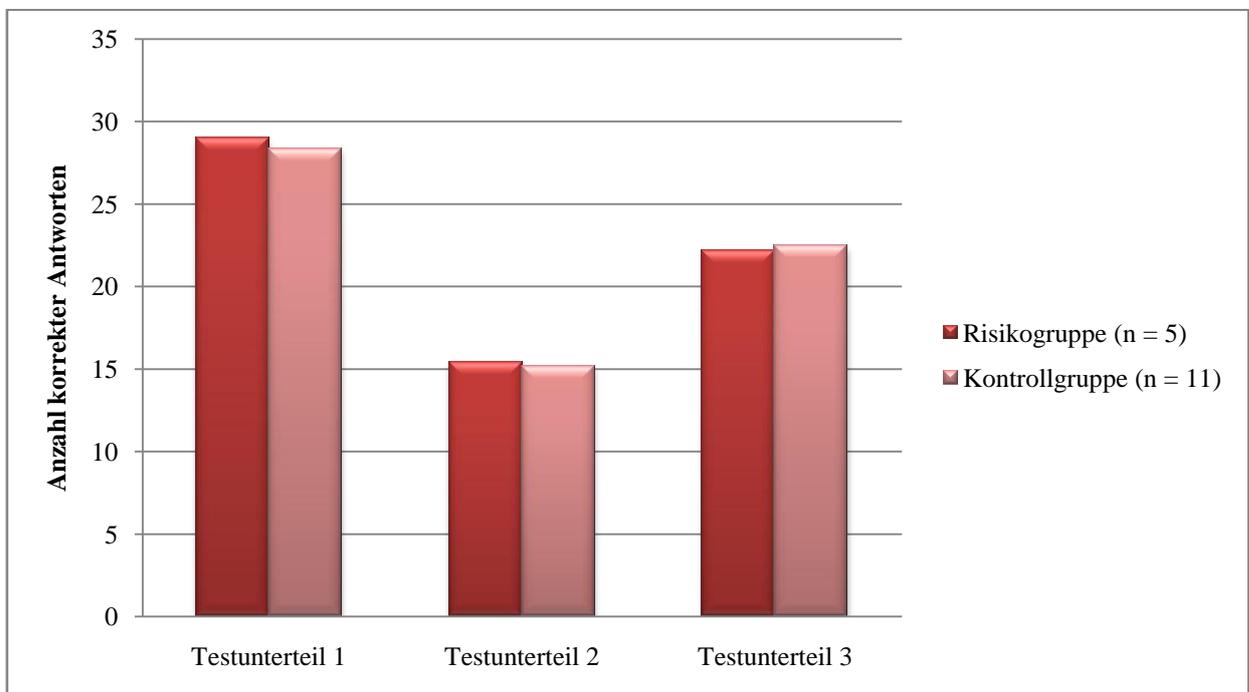
Kontrollgruppe

Die Kontrollgruppe bestand aus 11 Probanden, darunter 5 Mädchen und 6 Jungen. Ihr Durchschnittsalter lag bei 6,25 Jahren.

6.2 Resultate zum Reaktionszeit- und Performanztest

Im Folgenden werden die Ergebnisse des Reaktionszeit- und Performanztest Tests beschrieben. Für jeden Testunterteil wurden jeweils der Mittelwert (Mean) der Reaktionszeit und die Summe der korrekten Antworten für die Datenanalyse berücksichtigt.

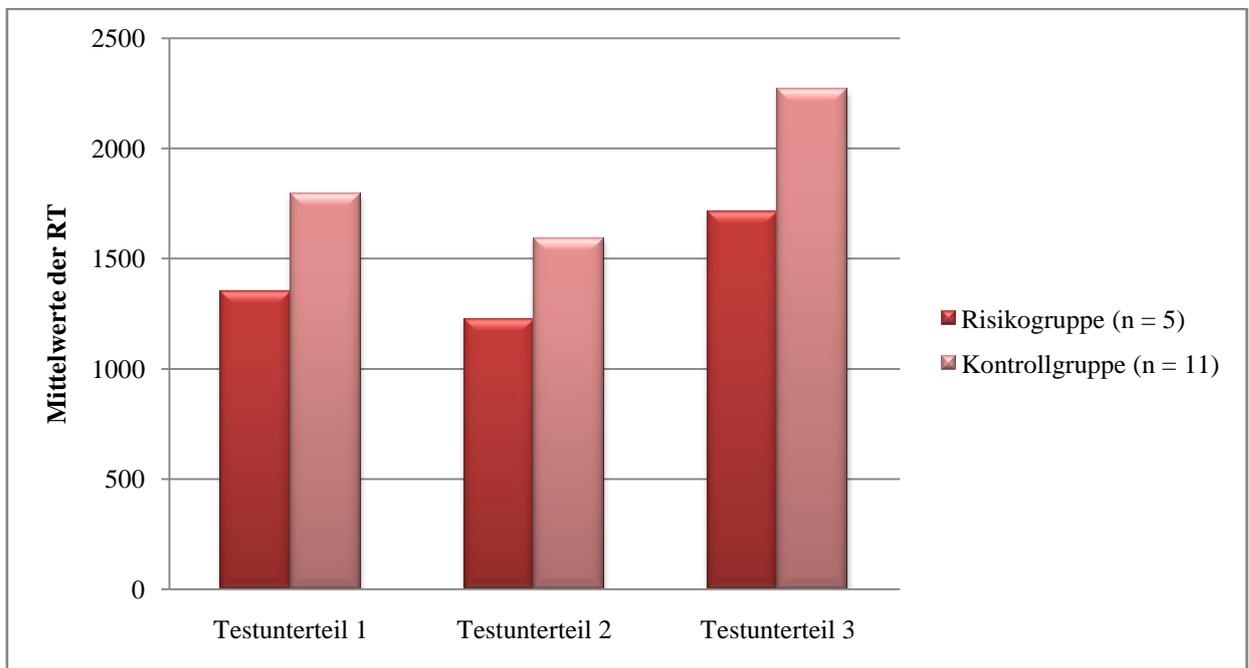
Um Gruppenunterschiede bezüglich der Reaktionszeit und Performanz zwischen der Risiko- und der Kontrollgruppe festzustellen, wurden mehrere T-Tests für unabhängige Stichproben durchgeführt. Bezüglich der Performanz konnten anhand der Variable *Summe korrekt* (Anzahl korrekter Antworten) weder signifikante Gruppenunterschiede ($p < 0,05$) noch Trends ($p < 0,1$ und $p > 0,05$) gefunden werden.



Figur 1: T-Tests bei unabhängigen Stichproben; RPT Mittelwerte Summe der Anzahl korrekter Antworten je Testunterteil (Gruppenunterschiede)

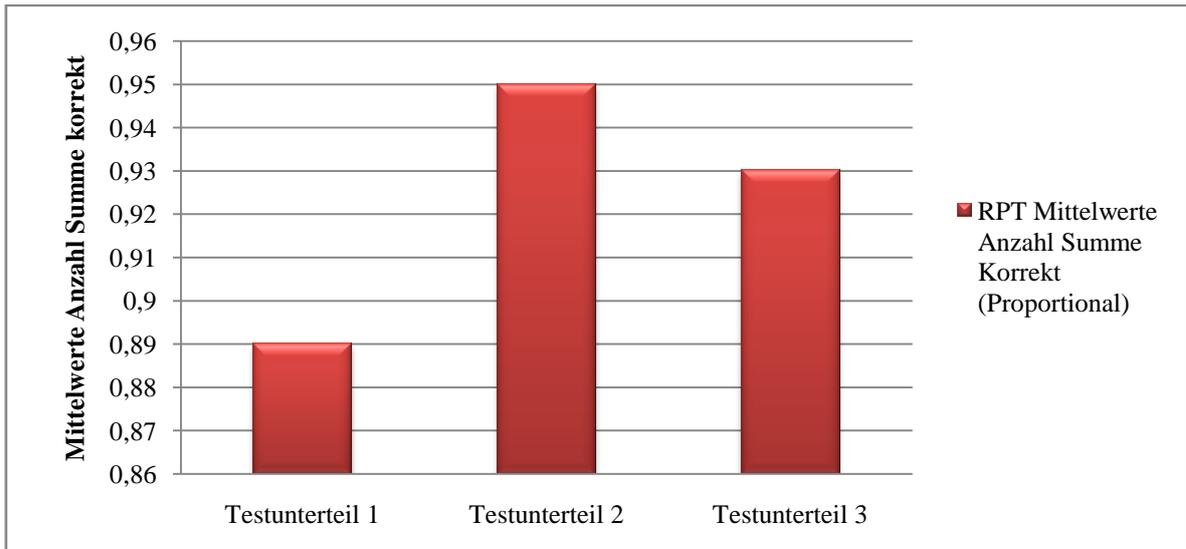
In der dritten Testaufgabe wurde hinsichtlich der Reaktionszeit ein signifikanter Gruppenunterschied gefunden. Die Risikogruppe ($M = 1713,49$; $SD = 176,87$) wies im Vergleich zur Kontrollgruppe ($M = 2266,34$; $SD = 759,59$) bei zweiseitiger Testung eine signifikant kleinere Reaktionszeit auf ($t = 2,28$; $df = 12,10$; $p < 0,05$). In der zweiten Testaufgabe wurde hinsichtlich der Reaktionszeit ein Trend festgestellt. Bei zweiseitiger Testung fiel eine deutlich verringerte Reaktionszeit der Risikogruppe ($M = 1226,63$; $SD = 166,99$) im Vergleich zur Kontrollgruppe ($M = 1591,26$; $SD = 598,50$) auf ($t = 1,87$; $df = 12,78$; $p < 0,1$). Diese

Werte sagen dementsprechend aus, dass die Risikogruppe in der zweiten und dritten Testaufgabe weniger Zeit als die Kontrollgruppe benötigte und somit schneller war.



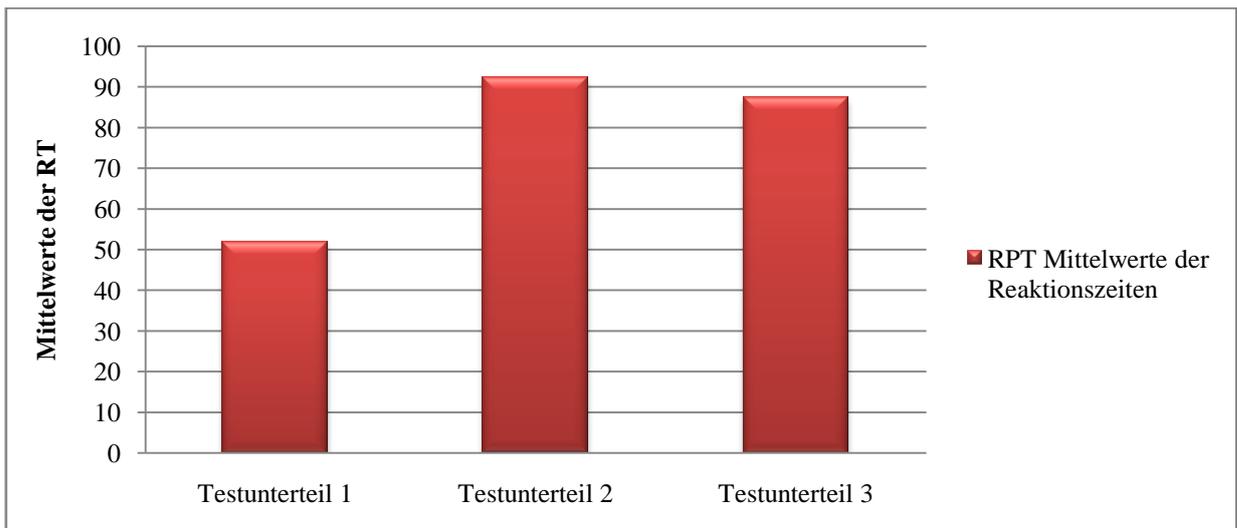
Figur 2: T-Tests bei unabhängigen Stichproben; RPT Mittelwerte der Reaktionszeiten je Testunterteil (Gruppenunterschiede)

Um die drei Testunterteile des Reaktionszeit- und Performanztest in Bezug auf Reaktionszeit und Performanz miteinander vergleichen zu können, wurden T-Tests für abhängige Stichproben durchgeführt. Da die Testunterteile aus einer unterschiedlichen Anzahl Trials bestanden, mussten zunächst neue Variablen berechnet werden. Hierdurch wurde eine korrekte proportionale Verteilung gewährleistet, die darauf abzielte, die Testunterteile miteinander vergleichen zu können, ohne die definierten Gruppen zu berücksichtigen. Bezüglich der Performanz stellte sich heraus, dass der zweite Testunterteil ($M = .95$; $SD = .04$) im Vergleich zum ersten Testunterteil ($M = .89$; $SD = .80$) signifikant weniger Fehler hervor brachte ($t = -3,22$; $df = 15$; $p < 0,05$). Außerdem ließ sich ein Trend im dritten Testunterteil ($M = .93$; $SD = .08$) erkennen, da auch im dritten Testunterteil weniger Fehler als im ersten Testunterteil gemacht wurden ($t = -1,77$; $df = 15$; $p < 0,1$). Zwischen dem zweiten und dritten Testunterteil ließen sich weder ein signifikanter Unterschied noch ein Trend bezüglich der Performanz feststellen ($t = .91$; $df = 15$; $p > 0,1$).



Figur 3: T-Tests bei abhängigen Stichproben; RPT Proportionale Mittelwerte Anzahl Summe Korrekt

Betrachtet man die Mittelwerte der Reaktionszeiten, so sind, verglichen mit Aufgabe zwei ($M = 92,33$; $SD = 32,88$), in der ersten ($M = 51,79$; $SD = 17,31$) Testaufgabe signifikant schnellere Reaktionszeiten gemessen worden ($t = -8,14$; $df = 15$; $p < 0,05$). Auch im Vergleich zu der dritten ($M = 87,23$; $SD = 28,35$) Testaufgabe sind bei der ersten Aufgabe signifikant schnellere Reaktionszeiten eruiert worden ($t = -9,42$; $df = 15$; $p < 0,05$). Zwischen dem zweiten und dritten Testunterteil ließen sich weder ein signifikanter Unterschied noch ein Trend bezüglich der Mittelwerte der Reaktionszeiten feststellen ($t = 1,28$; $df = 15$; $p > 0,1$).



Figur 4: T-Tests bei abhängigen Stichproben; RPT Mittelwerte der Reaktionszeiten

6.3 Resultate zum „Bielefelder Screening zur Früherkennung von Lese-Rechtschreibschwierigkeiten“

Die Daten des „Bielefelder Screenings zur Früherkennung von Lese-Rechtschreibschwierigkeiten“ (Jansen et al., 2002) entstammten der übergreifenden Studie „Lesen ohne Worte“. Für die Datenanalyse wurden jeweils die Ergebnisse der einzelnen Testunterteile verwendet.

Um die Leistungen der beiden Gruppen bezüglich phonologischer Bewusstheit miteinander vergleichen zu können, wurden mehrere T-Tests für unabhängige Stichproben durchgeführt. Es konnten keine signifikanten Gruppenunterschiede festgestellt werden. Hingegen waren Trends bezüglich der Teilleistungen *Silben Segmentieren* und *Wort Vergleich Suchaufgabe (Qualität)* zu konstatieren. Bei der Aufgabe *Silben Segmentieren* erreichte die Risikogruppe ($M = 9,00$; $SD = .70$) höhere und somit bessere Ergebnisse als die Kontrollgruppe ($M = 7,64$; $SD = 1,86$; $t = -2,12$; $df = 13,87$; $p < 0,1$). Ähnliche Ergebnisse waren bei der *Wort Vergleich Suchaufgabe (Qualität)* erkennbar. Im Vergleich zur Kontrollgruppe ($M = 11,55$; $SD = .69$) erzielte die Risikogruppe ($M = 12,00$; $SD = .00$) eine höhere Punktzahl ($t = -2,19$; $df = 10,00$; $p < 0,1$).

Durch den Rangkorrelationskoeffizienten nach Spearman wurden eventuelle Zusammenhänge zwischen einzelnen Unterteilen des BISC (Jansen et al., 2002) und den Daten des RPT berechnet. Der non-parametrische Rangkorrelationskoeffizient nach Spearman wurde gewählt, da es sich bei vorliegendem Experiment um eine kleine Stichprobe ($n = 16$) handelt (Pallant, 2005). Zudem ist die Verwendung des Rangkorrelationskoeffizienten nach Spearman empfehlenswert, wenn Ausreißer vorhanden sind, was in vorliegender Bachelorarbeit gegeben war. Dadurch dass nicht die Messwerte, sondern die zugeordneten Rangplätze in den Berechnungen nach Spearman berücksichtigt werden, ist die Errechnung des Rangkorrelationskoeffizienten nach Spearman ausreißerresistent (Zöfel, 2002).

Betrachtet wurden in vorliegender Arbeit sowohl das Signifikanzniveau als auch der Korrelationswert. Definiert wurde der Grad der Korrelation nach Cohen (1988). Demzufolge spricht man von einer kleinen Korrelation bei $r = .10$ bis $r = .29$ oder $r = -.10$ bis $r = -.29$, von einer mittleren Korrelation bei $r = .30$ bis $r = .49$ oder $r = -.30$ bis $r = -.49$ und von einer starken Korrelation bei $r = .50$ bis $r = 1,0$ oder $r = -.50$ bis $r = -1,0$.

Ausgewählte Variablen mit zugehörigen Zahlenwerten werden im Folgenden tabellarisch dargestellt. Berücksichtigt wurden hierbei alle Variablen des RPT, die jeweils mit mindestens einer anderen Variablen des BISC (Jansen et al., 2002) beziehungsweise der KiTAP (Zimmermann, Gondan & Fimm, 2002) korrelieren. Diese Vorgehensweise wurde zu Gunsten einer klaren Übersichtlichkeit gewählt.

Tabelle 1: Korrelationen nach Spearman zwischen Variablen des BISC (Jansen et al., 2002) und des RPT

	Mittelwert Reaktionszeit Test eins	Mittelwert Reaktionszeit Test zwei	Mittelwert Reaktionszeit Test drei	Summe Korrekt Test eins	Summe Korrekt Test drei
<i>Probanden (n = 16)</i>					
Pseudowörter	-.20	-.32	-.47	.21	.34
Nachsprechen					
Silben	-.58*	-.57*	-.55*	.05	.08
Segmentieren					
Laut-zu-Wort	-.51*	-.34	-.41	.23	.30
Schnelles Benennen	-.50*	-.20	-.13	-.23	-.09
Farben eins					
Schnelles Benennen	.00	-.23	-.21	.61*	.47
Farben zwei					
Gesamtergebnis	.43	.50*	.56*	-.38	-.53*

* Die Korrelation ist auf dem 0,05 Niveau signifikant ($p \leq 0,05$)

** Die Korrelation ist auf dem 0,01 Niveau signifikant ($p \leq 0,01$)

Bei den kursiv gedruckten Werten ist ein Trend zu erkennen ($p < 0,1$)

6.4 Resultate zur „Kinderversion der Testbatterie zur Aufmerksamkeitsprüfung“

Auch die Daten der „Kinderversion der Testbatterie zur Aufmerksamkeitsprüfung“ (Zimmermann, Gondan & Fimm, 2002) entstammten der übergreifenden Studie „Lesen ohne Worte“. Wiederum wurden für die Datenanalyse jeweils die Ergebnisse der einzelnen Testunterteile verwendet.

Mit Hilfe des T-Tests für unabhängige Stichproben sollten eventuelle Gruppenunterschiede herausgestellt werden. Die Analyse zeigte, dass keine signifikanten Unterschiede bestanden. Außerdem ließen sich keine Trends erkennen.

Um eventuelle Zusammenhänge zwischen den Unterteilen der KiTAP (Zimmermann, Gondan & Fimm, 2002) und dem RPT feststellen zu können, wurde der Rangkorrelationskoeffizient nach Spearman berechnet. Der Datensatz der KiTAP (Zimmermann, Gondan & Fimm, 2002) beinhaltete jeweils den Median der einzelnen Testunterteile.

Tabelle 2: Korrelationen nach Spearman zwischen Variablen der KiTAP (Zimmermann, Gondan & Fimm, 2002) und des RPT

	Mittelwert Reaktionszeit Test eins	Mittelwert Reaktionszeit Test drei	Summe Korrekt Test drei
<i>Probanden (n = 16)</i>			
Alertness (Median der Reaktionszeit)	.58*	.41	.43
Daueraufmerksamkeit Gesamt (Median der Reaktionszeit)	.59*	.45	.04
Geteilte Aufmerksamkeit Gesamt (Median der Reaktionszeit)	.77**	.45	.29
Geteilte Aufmerksamkeit visuell (Anzahl korrekt)	-.47	-.30	.31
Geteilte Aufmerksamkeit visuell (Median der Reaktionszeit)	.52*	.16	.35
Go/ NoGo (Median der Reaktionszeit)	.48	.25	.57*
Go/ NoGo (Anzahl Korrekt)	-.33	-.52*	.01

* Die Korrelation ist auf dem 0,05 Niveau signifikant ($p \leq 0,05$)

** Die Korrelation ist auf dem 0,01 Niveau signifikant ($p \leq 0,01$)

Bei den kursiv gedruckten Werten ist ein Trend zu erkennen ($p < 0,1$)

7. DISKUSSION

In der folgenden Diskussion werden zunächst die Ergebnisse zusammengefasst und anhand dessen die Hypothesen evaluiert. Anschließend werden die Studienergebnisse analysiert und es wird diskutiert, welche Faktoren diese Ergebnisse möglicherweise beeinflusst haben. Zuletzt wird die Umsetzung der Studie kritisch betrachtet, die klinische Bedeutung der Studie erläutert und ein Ausblick für eventuelle Folgestudien gegeben.

7.1 Prüfung der Hypothesen

Ziel der Studie war die Erprobung eines computergestützten Trainingsprogramms zur Automatisierung von Laut-Symbol-Kopplungen. Ausgehend von der Multi-Sensory Integration Deficit Hypothese, die Defizite in der Phonem-Graphem-Kopplung als ursächlich für die Entstehung von Lese- Rechtschreibstörungen definiert, sollten unter anderem Gruppenunterschiede zwischen Vorschulkindern mit familiärem Risiko für die Entstehung einer LRS und einer Normgruppe im Hinblick auf Performanz und Reaktionszeit beim Abruf von zuvor erlernten Laut-Symbol-Kopplungen überprüft werden. Es wurde davon ausgegangen, dass die Probanden mit einem familiären Risiko bezüglich der Reaktionszeit schlechtere Leistungen erbringen würden, gemessen anhand einer Testung (RPT) im Uniklinikum Aachen im Anschluss an das Training. Hinsichtlich der Performanz wurden keine Gruppenunterschiede erwartet, da die Lesefähigkeit von Menschen mit LRS generell durch langsames Lesen gekennzeichnet ist, allerdings nicht durch eine gehäufte Fehleranzahl (Blomert, 2010; Blomert & Willems, 2010). Zusätzlich sollten diese Ergebnisse mit den mittels der übergreifenden Studie „Lesen ohne Worte“ zuvor erhobenen Daten des „Bielefelder Screenings zur Früherkennung von Lese-Rechtschreibschwierigkeiten“ (Jansen et al., 2002) und denen der „Kinderversion der Testbatterie zur Aufmerksamkeitsprüfung“ (Zimmermann, Gondan & Fimm, 2002) verglichen werden. Hierdurch sollten eventuelle Zusammenhänge zwischen den Laut-Symbol-Kopplungsleistungen, gemessen mit dem RPT, und den Leistungen zur phonologischen Bewusstheit, gemessen mit Hilfe des BISC (Jansen et al., 2002), sowie den Aufmerksamkeitsleistungen, gemessen anhand der KiTAP (Zimmermann, Gondan & Fimm, 2002), festgestellt werden.

Basierend auf der Annahme der ersten Hypothese, dass die Risiko- und Kontrollkinder im RPT bezüglich der Performanz vergleichbare Leistungen aufweisen, wurde eine Analyse mittels T-Tests für unabhängige Stichproben durchgeführt. Diese zeigten, dass keine signifikanten Gruppenunterschiede im Hinblick auf die Performanz im RPT erkennbar waren. Das bedeutet, dass beide Gruppen ungefähr gleiche Leistungen zeigten und die Risikogruppe wie erwartet nicht mehr Fehler aufwies. Somit gilt die erste Hypothese als unterstützt.

Im Gegensatz zu den in der zweiten Hypothese beschriebenen Erwartungen, dass die Risikokinder im RPT längere Reaktionszeiten benötigen würden, wiesen die Risikokinder in allen drei Testunterteilen kürzere Reaktionszeiten als die Kontrollkinder auf. Während im dritten Testunterteil diese Unterschiede signifikant waren, zeigte sich im zweiten Testunterteil ein Trend zu schnelleren Reaktionszeiten der Risikokinder. Auch im ersten Testunterteil reagierten die Risikokinder schneller, dieser Gruppenunterschied war allerdings nur qualitativ festzustellen. Die zweite Hypothese kann somit verworfen werden.

Die Auswertung der Testergebnisse des „Bielefelder Screenings zur Früherkennung von Leserechtschreibschwierigkeiten“ (Jansen et al., 2002) diente der Beantwortung der dritten Hypothese, die besagt, dass keine Gruppenunterschiede bezüglich der phonologischen Bewusstheit auftreten. Die Analyse mittels T-Tests für unabhängige Stichproben stimmte mit der aufgestellten Hypothese überein. Lediglich die zwei Testunterteile *Silben Segmentieren* und *Wort-Vergleich-Suchaufgabe (Qualität)* wiesen Trends zu besseren Leistungen der Risikokinder auf. Da jedoch bereits entgegen der zweiten Hypothese keine schnelleren Reaktionszeiten der Kontrollgruppe bei der RPT-Messung gefunden werden konnten, war folglich auch das Finden von signifikanten Unterschieden bezüglich der phonologischen Bewusstheit mittels des BISC (Jansen et al., 2002) zwischen Kontrollkindern und Risikokindern sehr unwahrscheinlich. Die dritte Hypothese gilt somit dennoch als angenommen.

Für eine tiefere Interpretation dieser Ergebnisse muss allerdings auch die vierte Hypothese zu Rate gezogen werden, da in der vierten Hypothese durch die Korrelationswerte kein Zusammenhang zwischen der phonologischen Bewusstheit und der Leistung des RPT angenommen wurde. Hierfür müssen die Korrelationswerte näher betrachtet werden. Eine positive Korrelation bedeutet, je höher die Werte der einen Variable sind, desto höhere Werte nimmt auch die zweite Variable an (Beispiel: Je mehr Wasser in eine Badewanne gefüllt wird, desto mehr Wasser befindet sich in der Badewanne) . Eine negative Korrelation bedeutet hingegen, je höher die Werte der einen Variable, desto niedriger die Werte der anderen Variable

(Beispiel: Je mehr Wasser aus einer Badewanne abgelassen wird, desto weniger Wasser befindet sich in der Badewanne). Eine negative Korrelation wird durch ein negatives Vorzeichen vor dem Zahlenwert kenntlich gemacht. In vorliegender Bachelorarbeit lassen sich die Korrelationswerte jedoch nicht ausschließlich anhand der Vorzeichen interpretieren, auch die Intentionen der einzelnen Variablen müssen berücksichtigt werden. Eine positive Korrelation zwischen den beiden Variablen *KiTAP Go/ NoGo (Median der Reaktionszeit)* und *RPT Summe Korrekt Test drei* hieße beispielsweise, je mehr Zeit für eine Reaktion in der Aufgabe Go/ NoGo innerhalb der KiTAP (Zimmermann, Gondan & Fimm, 2002) benötigt wurde, desto mehr richtige Antworten wurden im dritten Testunterteil des RPT gegeben. Also hat der Proband die Aufgabe der KiTAP (Zimmermann, Gondan & Fimm, 2002) zwar nicht erfolgreich gelöst, im dem dritten Testunterteil des RPT jedoch gute Leistungen erzielt. In beschriebenem Beispiel zeigt der Zahlenwert eine positive Korrelation auf, wird diese positive Korrelation hingegen inhaltlich interpretiert, wird deutlich, dass nicht beide Variablen eine positive Aussage treffen. Die hier gemessene positive Korrelation bedeutet also, dass hohe Werte bezüglich der einen Variable (RPT) eine gute Leistung beschreiben, bezüglich der anderen Variable (KiTAP; Zimmermann, Gondan & Fimm, 2002) hingegen eine weniger gute Leistung. Dass verlangsamte Reaktionszeiten mit einer hohen Anzahl korrekter Antworten einhergehen, könnte sich möglicherweise durch den sogenannten *speed-accuracy trade-off* (zu Deutsch: Schnelligkeit-Akkuratesse Abwägung) erklären lassen: Die Chance, die richtige Antwort zu treffen wird erhöht, je mehr Informationen die Probanden sammeln. Gleichzeitig benötigt es jedoch Zeit um Informationen zu sammeln (Bogacz et al., 2009), sodass eine erhöhte Reaktionszeit zu messen ist. Bei einer Entscheidung stehen sich *accuracy* und *speed* häufig gegenüber. Oft ist viel Zeit erforderlich, um eine akkurate Entscheidung zwischen zwei Alternativen zu treffen, denn Informationen zu sammeln, zu verarbeiten und zu evaluieren kann ein längerer Prozess sein (Franks et al., 2003).

Auch deuten die Ergebnisse auf unterschiedliche angewandte Strategien der Probanden hin. Bei vorliegender positiver Korrelation möchten die Probanden eine korrekte Antwort geben und überlegen daher, bevor sie die entsprechende Taste drücken. Eine zweite Strategie wäre eine möglichst schnelle, aber unüberlegte Reaktion. Dadurch würden schnellere Reaktionszeiten mit größeren Fehleranzahlen einhergehen. Die gewählte Strategie ist individuell vom Subjekt und nicht von der Aufgabenart abhängig (Pew, 1969).

Bei anderen Variablen hingegen bedeutet eine gemäß dem Zahlenwert positive Korrelation eine gute Leistung in beiden Testunterteilen. Beispiel hierfür sind die Variablen *BISC Schnelles Benennen Farben zwei* und *RPT Summe Korrekt Test eins*. Je mehr Farben innerhalb des BISC (Jansen et al., 2002) richtig benannt worden sind, desto mehr richtige Antworten wurden im Testunterteil eins des RPT gegeben. Eine hohe Anzahl korrekt benannter Farben bedeutet hier eine gute Leistung im „Bielefelder Screening zur Früherkennung von Lese-Rechtschreibschwierigkeiten“ (Jansen et al., 2002); eine hohe Anzahl korrekt gegebener Antworten in Testunterteil eins bedeutet eine gute Leistung im Reaktionszeit- und Performanztest.

Unter Berücksichtigung und Interpretation aller signifikanter Ergebnisse ($p < 0,05$; siehe Tabelle 1) und aller Trends ($p < 0,1$; siehe Tabelle 1) zur Beantwortung der vierten Hypothese lässt sich konstatieren, dass ein Zusammenhang zwischen den Ergebnissen des BISC (Jansen et al., 2002) und denen des RPT zu erkennen ist. Jedoch wurden keine Gruppenunterschiede innerhalb des BISC (Jansen et al., 2002) gefunden (siehe Kapitel 6.3), weshalb bei allen Probanden eine ähnlich entwickelte phonologische Bewusstheit angenommen wird. Dies wiederum widerspricht der phonologischen Defizithypothese (siehe Kapitel 3.3.1), die besagt, dass Kinder mit einem familiären Risiko zur Entstehung einer LRS über eine mangelnde phonologische Bewusstheit verfügen. In vorliegender Studie ist jedoch kein Defizit der phonologischen Bewusstheit bei den Probanden mit einem familiären Risiko zur Entstehung einer LRS zu erkennen. Somit sind auch die hierauf basierenden Ergebnisse eines Zusammenhangs zwischen BISC (Jansen et al., 2002) und RPT fraglich.

Die Vermutung gemäß der Multi-Sensory Integration Deficit Hypothese, dass sich kein Zusammenhang zwischen der phonologischen Bewusstheit und dem Risikofaktor familiäre Disposition erkennen lässt, wird in diesem Falle nicht unterstützt. Gleichermäßen lässt sich die Annahme einer Unabhängigkeit von phonologischer Bewusstheit und Laut-Symbol-Kopplung nicht vollständig verwerfen, da sie in früheren Studien (Blomert & Willems, 2010) bereits nachgewiesen worden ist. Des Weiteren beinhaltet die Multi-Sensory Deficit Hypothese, dass die phonologische Bewusstheit unabhängig von dem Automatisierungsgrad sowohl gut als auch schlecht entwickelt sein kann.

Dass durch die Ergebnisse in vorliegender Studie eine Unabhängigkeit nicht zweifellos bestätigt werden konnte, ist vor allem durch die unerwarteten Resultate des RPT zu erklären, denn bereits hier waren die Gruppenunterschiede bezüglich der Reaktionszeit anders vorhergesagt. Es wurde

erwartet, dass die Risikokinder im Vergleich zu den Kontrollkindern eine erhöhte Reaktionszeit aufweisen, jedoch ist gegenteiliges eingetreten. Auf Basis dieser oppositionellen Resultate ist es auch nicht möglich, Rückschlüsse auf einen Zusammenhang zwischen der phonologischen Bewusstheit und der Automatisierung der Laut-Symbol-Kopplungen zu ziehen. Denn sind keine deutlichen Gruppenunterschiede im RPT zu erkennen, so sind auch keine Gruppenunterschiede in den Testunterteilen des BISC (Jansen et al., 2002) zu erwarten. Demnach sind die nicht vorhandenen Gruppenunterschiede im BISC (Jansen et al., 2002) nicht als Unterstützung der Multi-Sensory Integration Deficit Theorie zu betrachten. Gleichzeitig kann eine Unabhängigkeit zwischen der Automatisierung von Laut-Symbol-Kopplungen und der phonologischen Bewusstheit nicht prinzipiell negiert werden, da die hier gemessenen Resultate bezüglich der Reaktionszeiten nicht repräsentativ sind und speziell auf die Umstände bzw. Confounder des Trainings und die Ergebnisse des Reaktionszeit- und Performanztest zurückzuführen sind. Jene möglichen Confounder werden in Kapitel 7.2 näher beschrieben.

Die vierte in dieser Studie aufgestellte Hypothese kann anhand dieser Ergebnisse dementsprechend widerlegt werden, da ein Zusammenhang zwischen den Ergebnissen des BISC (Jansen et al., 2002) und denen des RPT zu erkennen ist.

In Hinblick auf die Berechnung der Gruppenunterschiede der „Kinderversion der Testbatterie zur Aufmerksamkeitsprüfung“ (Zimmermann, Gondan & Fimm, 2002) ließen sich keine signifikanten Gruppenunterschiede und keine Trends erkennen. Somit zeigten beide Gruppen ungefähr gleiche Leistungen bezüglich der Aufmerksamkeit. Die fünfte in vorliegender Studie aufgestellte Hypothese gilt somit als widerlegt.

Für die Interpretation der Berechnung des Rangkorrelationskoeffizienten nach Spearman gilt es erneut, die einzelnen Variablen zu betrachten. Bei einigen der Variablen ist eine positive Korrelation zwischen Summen korrekter Antworten und Reaktionszeiten zu erkennen. Dies könnte sich möglicherweise wiederum durch den bereits erläuterten *speed-accuracy trade-off* erklären lassen.

Andere Variablen zeigen positive Korrelationen zwischen zwei Reaktionszeiten. Dies bedeutet, je schneller die Probanden in dem einen Testunterteil (KiTAP; Zimmermann, Gondan & Fimm, 2002) reagiert haben, desto schneller haben sie auch in dem anderen Testunterteil (RPT) reagiert. Auch gegenteiliges könnte bei einer positiven Korrelation der Fall sein: Je langsamer die Probanden in dem einen Testunterteil (KiTAP; Zimmermann, Gondan & Fimm, 2002) reagiert haben, desto langsamer haben sie auch in dem anderen Testunterteil (RPT) reagiert. Insofern

haben die Probanden sowohl bei dem einen als auch bei dem anderen Testunterteil ähnliche Leistungen erbracht. Dadurch dass die Mehrheit der Korrelationen positive Ergebnisse in dem einen Testunterteil (KiTAP; Zimmermann, Gondan & Fimm, 2002) mit einhergehenden guten Leistungen in dem anderen Testunterteil (RPT) beschreibt, lassen sich Rückschlüsse auf einen Zusammenhang zwischen der Aufmerksamkeit und der Leistung des RPT ziehen, sodass die sechste in vorliegender Studie aufgestellte Hypothese als unterstützt gilt.

Zusammenfassend gelten somit die Hypothesen eins, drei und sechs als unterstützt, die Hypothesen zwei, vier und fünf hingegen als verworfen.

7.2 Interpretation der Studienergebnisse

Im folgenden Abschnitt werden die jeweiligen Ergebnisse evaluiert. Anschließend erfolgt eine Erläuterung, wie die Studienergebnisse zu Stande gekommen und durch welche Faktoren sie eventuell beeinflusst worden sind. Hierbei werden zunächst die Ergebnisse des RPT betrachtet, darauf folgen die Interpretationen der Ergebnisse des BISC (Jansen et al., 2002) und der KiTAP (Zimmermann, Gondan & Fimm, 2002).

Mit Hilfe von T-Tests für abhängige Stichproben sollten, unabhängig von den zuvor definierten Gruppen, die Performanz und die Reaktionszeit innerhalb der einzelnen Testunterteile des Reaktionszeit- und Performanztest miteinander verglichen werden. Die Ergebnisse dieser Analyse zeigten, dass die Probanden in dem ersten Testunterteil signifikant schnellere Reaktionszeiten als in dem zweiten und dritten Testunterteil aufwiesen. Allerdings ließen sich gleichermaßen in dem ersten Testunterteil auch deutlich mehr Fehler als in dem zweiten und dritten Testunterteil feststellen. Diese differenzierten Ergebnisse spiegeln den Testaufbau wider, denn der erste Testunterteil stellte andere Anforderungen als die anderen beiden. Die gehäufte Fehleranzahl des ersten Testunterteils ist dadurch zu erklären, dass eine derartige Struktur in ähnlicher Form lediglich in den Trainingsmodulen P und Z durch die Probanden erlernt wurde (siehe Kapitel 5.3.1). Scheinbar fiel den Probanden jedoch eine adäquate Transferleistung schwer. Eine weitere mögliche Erklärung für die gehäufte Fehleranzahl innerhalb des ersten Testunterteils könnten die Rahmenbedingungen sein. Unmittelbar vor der Testung erhielten die Probanden die Instruktion, möglichst schnell die richtige Taste zu drücken. In Kombination mit möglicher Nervosität und Unbekanntheit der Situation und der Aufgabe könnte eine vorschnelle, minder überlegte Reaktion ausgelöst worden sein. Im Verlaufe der Testung hatten die Probanden

Gelegenheit, sich an diese Situation zu gewöhnen und erhielten mit den Testunterteilen zwei und drei zusätzlich ihnen gut bekannte und durch die Trainingsmodule intensiver erlernte Aufgabenstrukturen, was die geringere Fehleranzahl und die langsamere, und somit überlegtere Reaktion in den Testunterteilen zwei und drei erklären lässt. Folglich wäre es ratsam, den Testaufbau so zu ändern, dass der erste Testunterteil das Ende des Testaufbaus bildet, da hier eine Transferleistung abverlangt wird und den Probanden somit zunächst Gelegenheit gegeben wird, sich an die Situation zu gewöhnen.

Entgegen den aufgestellten Hypothesen, zeigten die Risikokinder bezüglich der Reaktionszeiten bei der Analyse der RPT-Werte teilweise signifikant bessere Leistungen als die Kontrollkinder. Die Ursache hierfür ist wahrscheinlich durch Confounding zu erklären. Während der Begleitung der Probanden und ihrer Eltern über den gesamten Trainingszeitraum fiel auf, dass die Eltern der Risikokinder deutlich bestrebt auf die Gewährleistung eines korrekten Ablaufes als die Eltern der Kontrollkinder waren und zusätzlich viele Fragen stellten. Es ist nicht auszuschließen, dass sie ihre Kinder dazu animierten, schwierige Module öfters zu wiederholen. Bei einem Proband mit Risikofaktor war dies sogar deutlich durch die Analyse der Rohdaten zu erkennen, denn ein Modul wurde erkennbar fünf statt einmal durchgespielt. Bei einem weiteren Probanden wurde das auf acht Tage angelegte Training innerhalb von zwei Tagen durchgeführt. Durch diese Manipulationen wurden die Daten in einzelnen Fällen insofern verfälscht, dass ungleiche Voraussetzungen für die Teilnahme an der Testung RPT herrschten. Außerdem könnten durch eventuell längere Konzentrationsleistungen Erholungsphasen zur Regeneration nicht stattgefunden haben, wodurch ein weiteres Merkmal für ungleiche Voraussetzungen dargestellt wird (Scholz, 2006). Des Weiteren war auf Grund der unterschiedlichen Tagesabläufe der Probanden keine feste Tageszeit zur Durchführung des Trainings festzulegen. Durch die unterschiedlichen Konzentrationsleistungen zu verschiedenen Tageszeiten könnte hier ein möglicher Confounder liegen (Westhoff 1991; Westhoff, 1995). Neben der Tageszeit könnten auch Faktoren wie beispielsweise Gedächtnis, Motivation, Leistungswille und Arbeitsbereitschaft einen Einfluss auf die Konzentrationsfähigkeit haben (Büttner, 2007).

Ob die richtigen Antworten der jeweiligen Trials eventuell durch Geschwisterkinder oder andere Beteiligte vorgegeben wurden, lässt sich ebenfalls nicht nachvollziehen.

Einen weiteren denkbaren Confounder stellt die mögliche Förderung der Risikokinder dar. Dadurch dass die Risikokinder auch unabhängig von vorliegender Studie als solche klassifiziert worden sind, erhielten sie möglicherweise bereits Fördermaßnahmen, beispielsweise in Form

von Sprachförderung im Kindergarten, vorschulische Förderung zu Hause oder Logopädie. Da die Möglichkeit einer zusätzlichen Förderung nicht zuvor ermittelt worden war, könnte jene Förderung unter Umständen die Fähigkeiten und Leistungen innerhalb der Testunterteile positiv beeinflusst haben.

Denkbar als weiterer Confounder wäre außerdem eine falsch positive Klassifikation der Risikokinder. Die familiäre Disposition stellt zwar ein stark erhöhtes Risiko zur Entstehung einer Lese- Rechtschreibstörung dar, diese muss sich jedoch nicht zwangsweise entwickeln, wie bereits in unterschiedlichen Langzeitstudien festgestellt wurde (z.B. Gallagher et al., 2000; Pennington & Lefly, 2001; Muter & Snowling, 2009). Deshalb könnte es sein, dass einige der Probanden mit Risikofaktor später keine Lese- Rechtschreibstörung entwickeln, und daher auch zum jetzigen Zeitpunkt keine Merkmale für eine solche zu erkennen sind.

Es lässt sich ein Zusammenhang zwischen der durch die KiTAP (Zimmermann, Gondan & Fimm, 2002) gemessenen Aufmerksamkeit und der Laut-Symbol-Kopplung erkennen. Zwar lassen sich durch T-Tests für unabhängige Stichproben keine Gruppenunterschiede erkennen, die Analyse durch die Berechnung des Rangkorrelationskoeffizienten nach Spearman zeigt allerdings einen deutlichen Zusammenhang zwischen einigen Teilleistungen der Aufmerksamkeit und den Leistungen des RPT.

So zeigen die Aufmerksamkeitsleistungen *Alertness* (*Median der Reaktionszeit*), *Daueraufmerksamkeit Gesamt* (*Median der Reaktionszeit*), *Geteilte Aufmerksamkeit Gesamt* (*Median der Reaktionszeit*) und *Geteilte Aufmerksamkeit visuell* (*Anzahl korrekt*) einen Zusammenhang mit den Leistungen im Reaktionszeit- und Performanztest auf. Innerhalb der genannten Aufmerksamkeitsleistungen und den Mittelwerten der Reaktionszeiten des RPT lassen sich Korrelationen zwischen $r = .30$ und $r = .77$ feststellen. Bei allen Variablen gingen gute Leistungen innerhalb der KiTAP (Zimmermann, Gondan & Fimm, 2002) mit kurzen Reaktionszeiten des Reaktionszeit- und Performanztests einher. Eine gute Aufmerksamkeit in den Bereichen *Alertness* (allgemeine Reaktionsbereitschaft), *Daueraufmerksamkeit* und *Geteilte Aufmerksamkeit* scheint demnach, unabhängig von dem familiären Risiko, hilfreich für den Abruf erlernter Laut-Symbol-Kopplungen zu sein. Nach dem Modell von Van Zomeren und Brouwer (1994) lassen sich die genannten Komponenten in Intensität und Selektivität aufteilen, wobei *Alertness* und *Daueraufmerksamkeit* der Intensität, die *Geteilte Aufmerksamkeit* hingegen der Selektivität zugehörig ist (Van Zomeren & Bouwer, 1994). Anhand der Resultate lassen sich ebenfalls Rückschlüsse auf den Zusammenhang einer gut ausgebildeten Aufmerksamkeit und

dem problemlosen Abruf von Phonem-Graphem-Kopplungen, gemessen durch Laut-Symbol-Kopplungen, schließen.

Ruland et. al untersuchten 2012 in ihrer Studie an Dritt- und Viertklässlern mit LRS alle Teilaspekte der Aufmerksamkeit um somit herauszufinden, welche Aufmerksamkeitskomponenten im Einzelnen auffällig sind. Anhand von computergestützten Aufmerksamkeitsaufgaben, in denen Intensität, Selektivität, Kontrollfunktionen und räumliche Ausrichtung der Aufmerksamkeit überprüft wurden, sollten die Fähigkeiten jener Probanden mit einer Kontrollgruppe verglichen werden. Das Ergebnis dieser Studie war, dass die Kinder mit LRS in den Bereichen Alertness (Intensität), Daueraufmerksamkeit (Intensität), Aufmerksamkeitskontrolle und räumliche Aufmerksamkeit deutlich schlechter als die Kontrollkinder abschnitten. Bei den Aufgaben zur Selektivität hingegen waren die Ergebnisse der Gruppen miteinander vergleichbar (Ruland et. al, 2012). Auch die Ergebnisse dieser Studie verdeutlichen somit den konkreten Einfluss von bestimmten Aufmerksamkeitsleistungen auf den Erwerb von Lese- Rechtschreibfähigkeiten. Denn Kinder mit LRS zeigen deutliche Defizite in bestimmten Aufmerksamkeitskomponenten, wodurch auch das Erlernen von Phonem-Graphem-Kopplungen maßgeblich negativ beeinflusst werden kann.

Zusammenfassend ist zu konstatieren, dass die Ergebnisse der vorliegenden Bachelorarbeit durch unterschiedliche Confounder beeinflusst worden sein könnten. Des Weiteren lässt sich ein Zusammenhang zwischen der phonologischen Bewusstheit und Leistungen des Reaktionszeit- und Performanztest finden. Zudem lassen die Ergebnisse konkrete Vermutungen über einen Zusammenhang zwischen bestimmten Aufmerksamkeitsleistungen und Leistungen des Reaktionszeit- und Performanztests zu.

7.3 Klinische Relevanz

Aus den ermittelten Resultaten lassen sich keine hinreichenden Schlussfolgerungen für die Bedeutung der Studie in Bezug auf die Klinik ziehen.

Insofern lässt die vorliegende Bachelorarbeit keine Rückschlüsse auf eine klinische Relevanz zu. Dennoch bleibt die Fragestellung relevant für die Praxis, denn durch vorherige Studien wurde die Multi-Sensory Integration Deficit Hypothese bei Menschen, die sich bereits im Lese-Rechtschreiberwerb befanden, unterstützt (Van Atteveld et al., 2004; Blau et al., 2009; Blomert & Willems, 2010; Blau et al., 2010). Demzufolge stellt sich weiterhin die Frage, ob ein

Automatisierungsdefizit eventuell bereits bei Vorschulkindern mit familiärem Risiko zur Entstehung einer LRS festgestellt werden kann. In Folgestudien könnte der Grundbaustein des Experimentes erweitert und mit einer größeren Probandenanzahl und kontrollierten Confoundern wiederholt werden. Diese Folgestudien sind bereits, unter Anleitung von Wolfgang Scharke, in Vorbereitung und werden durch eine abschließende fMRT Messung bezüglich des Kongruenzeffektes (siehe Kapitel 3.3.5) ergänzt. In der Annahme, dass durch diese Folgestudien die in dieser Studie aufgestellten Hypothesen unterstützt würden, könnte sich eine klinische Relevanz entwickeln, die im Folgenden erläutert wird.

Auf Grund dessen, dass bei fast jedem Schulkind mit einer Lese- Rechtschreibstörung mindestens ein Elternteil ebenfalls erhebliche Probleme mit dem Schriftspracherwerb gehabt hat, sollten sich die Eltern darüber informieren, ob sie selbst in der Schule Schwierigkeiten beim Lesen und Schreiben hatten (Jokeit, 2002). Wenn ein solches Risiko zur Entstehung von Lese- Rechtschreibstörungen bekannt wäre, könnten frühestmöglich Präventionsmaßnahmen ergriffen werden. Denn nur wenn ein frühes Risiko erkannt würde, könnten gezielte Maßnahmen getroffen werden, die den Schriftspracherwerb erleichtern könnten (Rückert et al., 2010). Dies bedeutet, dass alle für den Lese- Rechtschreiberwerb eventuell notwendigen Teilleistungen, beispielsweise phonologische Bewusstheit (siehe Kapitel 3.3.1), Aufmerksamkeit (siehe Kapitel 3.3.3) oder Automatisierung von Phonem-Graphem-Kopplungen (siehe Kapitel 3.3.5), bei den entsprechenden Risikokindern langfristig beobachtet und bei Auffälligkeiten im Vorschulalter bezüglich dieser Teilleistungen getestet werden könnten. Hierdurch wäre gleichzeitig eine nähere Klassifikation der entsprechenden Teilleistungsstörung möglich. Präventiv könnte diese Teilleistung anschließend gefördert werden. Sollten bei Risikokindern hingegen keine Auffälligkeiten bei entsprechenden Teilleistungen beobachtet werden, könnte vorerst von einer Förderung abgesehen werden. Würde durch beschriebene Folgestudien ein Automatisierungsdefizit von Laut-Symbol-Kopplungen im Vorschulalter bei Risikokindern festgestellt, könnte auch jene Automatisierung bereits vorschulisch gefördert werden, was positive Effekte auf die Automatisierung von Phonem-Graphem-Kopplungen haben könnte (Regtvoort & van der Leij, 2007; van Otterloo et al., 2009).

Diese Möglichkeit der Früherkennung von Risikofaktoren würde dementsprechend auch die Möglichkeit der Frühförderung der defizitären Teilleistungen bieten. Denn der Schriftspracherwerb ist kein erst in der Schule beginnender, zeitlich begrenzter Ablauf, sondern

setzt bereits im Vorschulalter ein, weshalb eine vorschulische Förderung von entscheidender Bedeutung ist (Pröls, 2010).

Da die eventuell zu einer LRS führenden Defizite in unterschiedlichen Bereichen liegen können, profitieren die Kinder entsprechend von unterschiedlichen Fördermaßnahmen. Neben bereits bestehenden Fördermaßnahmen, unter anderem zur phonologischen Bewusstheit (zum Beispiel „Hören, lauschen, lernen“; Küspert & Schneider, 2006), könnte auch ein Training des Multi-Sensory Integration Defizits eine Möglichkeit der Unterstützung des Schriftspracherwerbs darstellen. Da die Automatisierung ein kontinuierlicher Prozess ist, würde das Training der Automatisierung zu einem zunehmend flüssiger werdenden Leseprozess führen (Costard, 2011). Auch die Dauer des Trainings wäre zu beachten. Die zunächst primäre Intervention sollte nicht auf den Vorschulbereich beschränkt bleiben, sondern auch das erste Schuljahr umfassen (Hartmann, 2002; Regtvoort & van der Leij, 2007).

Folgestudien könnten somit sowohl den präventiven Faktor der Multi-Sensory Integration Deficit Hypothese, als auch die Notwendigkeit der Früherkennung von Defiziten mit einhergehender Frühförderung der entsprechenden Teilleistungsbereichen zeigen. Schlussendlich könnte das Multi-Sensory Integration Defizit einen neuen Ansatz in der Therapie von Lese-Rechtschreibstörungen darstellen.

7.4 Kritische Anmerkungen

Bezüglich der methodischen Umsetzung können rückblickend einige kritische Anmerkungen getroffen werden. Zum einen waren die getroffenen Maßnahmen zur Kontrolle des Trainingsablaufs unzureichend, sodass eine unerwartet hohe Anzahl möglicher Confounder aufgetreten ist. Für eine Folgestudie müssten die Betreuungsmaßnahmen überarbeitet werden, damit eine getreue Ausführung des Trainings garantiert werden kann und die möglichen Confounder besser kontrolliert werden könnten. Möglichkeiten hierzu wären höher frequentierte persönliche Kontaktmomente und das persönliche Ausführen des Trainings durch die Testleiter, zusammen mit dem Probanden. Hierdurch wären die Testleiter bei der Ausführung jedes Trainingsmoduls anwesend und könnten mögliche Confounder, wie beispielsweise Eingreifen von Eltern und Geschwisterkindern oder unerwünschtes Wiederholen von Trainingsmodulen, ausschließen. Eine weitere Möglichkeit wäre das Umprogrammieren des Trainingsprogramms, wodurch nur ein einmaliges Abspielen eines jeden Trainingsmoduls möglich wird. Um einen

weiteren Confounder ausschließen zu können, müssten im Zuge der Probandenrekrutierung eventuelle sprachliche Fördermaßnahmen ermittelt werden. Kinder, die solche sprachliche Fördermaßnahmen erhalten, müssten zur Schaffung gleicher Voraussetzungen von einer Teilnahme an der Studie ausgeschlossen werden.

Zum anderen könnte die Struktur der Laut-Symbol-Kopplungen durch Phonem-Graphem-Kopplungen ersetzt werden. Hierdurch wäre ein genaueres Vorgehen konform der Multi-Sensory Integration Deficit Hypothese gewährleistet.

7.5 Ausblick

Entgegen der erhobenen Resultate könnten anhand einer größeren Stichprobe eventuell die in vorliegendem Experiment aufgestellte Hypothese der verlangsamten Reaktionszeit der Risikokinder bestätigt werden. Um diese Möglichkeit zu berücksichtigen, sollte das Experiment mit einer größeren Probandenanzahl wiederholt werden. Hierzu müsste das bestehende Training (siehe Kapitel 5.3.1) modifiziert werden, sodass den beschriebenen möglichen Confoundern vorgebeugt würde, und es müsste eine zusätzliche Messung zu Lese- Rechtschreibleistungen nach Ende des ersten Schuljahres stattfinden. Somit könnten langfristige Effekte bezüglich der Automatisierung von Phonem-Graphem-Kopplungen und Lese- Rechtschreibleistungen gemessen werden. Ein modifiziertes Training befindet sich zurzeit unter Anleitung von Wolfgang Scharke im Uniklinikum Aachen in Vorbereitung. Im Sommer 2012 wird es durchgeführt. Wenn durch diese modifizierte Version die Hypothese bestätigt werden sollte, dass eine mangelnde Automatisierung von Phonem-Graphem-Kopplungen, gemessen durch Laut-Symbol-Kopplungen, bereits im Vorschulalter erkennbar ist, könnte das Verfahren sowohl diagnostischen als auch therapeutischen Zwecken dienen. Folglich könnten präventive Maßnahmen gegen die Entstehung von Lese- Rechtschreibstörungen ergriffen werden. Auch die Behandlung des Multi- Sensory Integration Defizits durch therapeutische Maßnahmen ist somit denkbar. Würde ein Automatisierungsdefizit erst während des Schriftspracherwerbs erkannt werden, könnte eine Therapie zur Steigerung der Leseflüssigkeit auch zu diesem späteren Zeitpunkt begonnen werden.

In den Jahren 2007 und 2009 haben durch Regtvoort & van der Leij (2007) und van Otterloo, van der Leij & Henrichs (2009) bereits erste ähnliche Studien bezüglich eines Effekts früher

Intervention bei Kindern mit familiärem Risiko für eine Lese- Rechtschreibstörung stattgefunden.

Aus der Studie von Regtvoort & van der Leij (2007) lassen sich Rückschlüsse auf Langzeiteffekte eines computergestützten Trainings von Phonem-Graphem-Kopplungen ziehen. In dieser Studie wurden eine trainierte Gruppe aus Kindern mit familiärem Risiko (n = 31) mit einer untrainierten Gruppe aus Kindern mit familiärem Risiko (n = 26) verglichen, nachdem sie ein 14-wöchiges Training (10 Minuten täglich, 5 Tage die Woche) zur phonologischen Bewusstheit und Buchstabenkenntnis in Form von Phonem-Graphem-Kopplungen absolviert hatten. Unmittelbar nach dem Training waren positive Effekte bezüglich phonologischer Bewusstheit und Buchstabenkenntnis erkennbar, denn die trainierten Probanden machten größere Fortschritte und holten zuvor bestehende Differenzen zu nicht-Risikokindern auf. Im Gegensatz zu diesen Resultaten waren keine Langzeiteffekte zu messen, denn bereits im ersten Schuljahr konnte die trainierte und untrainierte Gruppe anhand der Lese- Rechtschreibleistungen nicht mehr unterschieden werden. Somit ließ sich kein langfristiger Einfluss des Trainings auf Lese- Rechtschreibfähigkeiten feststellen. Regtvoort & van der Leij (2007) schlussfolgerten somit, dass nur ein Training über das erste Schuljahr hinaus Langzeiteffekte erzielen könnte. Zusätzlich sollte das häusliche Training in Kombination mit einem schulischen Training stattfinden (Regtvoort & van der Leij, 2007).

Gleiche Resultate konstatierte die Studie von van Otterloo, van der Leij & Henrichs (2009). Hier absolvierten 23 Probanden mit familiärem Risiko ein Training zur phonologischen Bewusstheit und Buchstabenkenntnis (Phonem-Graphem-Kopplung), während eine Kontrollgruppe (n = 25) ein unspezifisches Training der Morphologie, der Syntax und des Wortschatzes erhielt (10 Wochen, 5 Tage die Woche, je 10 Minuten). Obwohl unmittelbar nach dem Training die Experimentgruppe deutliche Fortschritte bezüglich phonologischer Bewusstheit und Buchstabenkenntnis im Vergleich zur Kontrollgruppe aufwies, waren im ersten Schuljahr keine signifikanten Unterschiede bezüglich der Lese- Rechtschreibfähigkeiten zwischen den Gruppen festzustellen. Somit erzielte auch dieses Training keine Langzeiteffekte.

Vorliegende Studie ist mit den oben beschriebenen Studien insofern vergleichbar, indem sie ebenfalls Defizite in Phonem-Graphem-Kopplungen als ursächlich für die Entwicklung einer Lese- Rechtschreibstörung sieht. Während es sich bei den beschriebenen Studien um Effektstudien handelt, beschreibt die vorliegende Bachelorarbeit die Möglichkeit der frühzeitigen Identifizierung eines Automatisierungsdefizits von Laut-Symbol-Kopplungen bei

Vorschulkindern mit familiärem Risiko für eine Lese- Rechtschreibstörung. In Zukunft wäre allerdings auch das Training von Laut-Symbol-Kopplungen im Vorschulalter oder Phonem-Graphem-Assoziationen im Lese- Rechtschreiberwerb als Therapiemaßnahme denkbar.

7.6 Fazit

In der vorliegenden Studie wurde ein Training zur Automatisierung von Laut-Symbol-Kopplungen erprobt. Es konnte kein signifikanter Unterschied bezüglich der Performanz zwischen den Risikokindern und der Kontrollgruppe gefunden werden. Hingegen konnte gezeigt werden, dass die Risikogruppe wider Erwarten schnellere Reaktionszeiten als die Normgruppe aufwies. Zusammenhänge wurden zwischen Teilleistungen der Aufmerksamkeit und dem Automatisierungsgrad der Laut-Symbol-Kopplungen gefunden. Zukünftig sollte die Bestimmung von Automatisierungsfähigkeiten im Vorschulalter zu diagnostischen und therapeutischen Zwecken Berücksichtigung finden.

8. QUELLENVERZEICHNIS

- American Psychiatric Association. (2000). *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders*. Fourth Edition, Text Revision. Washington DC
- Blau, V., Van Atteveldt, N., Ekkebus, M., Goebel, R. & Blomert, L. (2009). Reduced Neural Integration of Letters and Speech Sounds Links Phonological and Reading Deficits in Adult Dyslexia. *Current Biology*, *19*, 503-508
- Blau, V., Reithler, J., Van Atteveldt, N., Seitz, J., Gerretsen, P., Goebel, R., & Blomert, L. (2010). Deviant processing of letters and speech sounds as proximate cause of reading failure: a functional magnetic resonance imaging study of dyslexic children. *Brain*, *133*, 868-879
- Blomert, L. & Vaessen, A. (2009). *3DM Differentiaal diagnose voor dyslexie: Cognitieve analyse van lezen en spelling*. Amsterdam: Boom Test Publishers.
- Blomert, L. & Willems, G. (2010). Is there a Causal Link from a Phonological Awareness Deficit to Reading Failure in Children at Familial Risk for Dyslexia? *Dyslexia*, *16*, 300-317
- Blomert, L. & Froyen, D. (2010). Multi-sensory learning and learning to read. *International Journal of Psychophysiology*, *77*, 195-204
- Blomert, L. (2011). The neural signature of orthographic–phonological binding in successful and failing reading development. *NeuroImage*, *57*, 695-703
- Bogacz, R., Wagenmakers, E.J., Forstmann, B.U., Nieuwenhuis, S. (2009). The neural basis of the speed–accuracy tradeoff. *Trends in Neurosciences*, *33* (1), 10-16

- Brem, S., Bach, S., Kucian, K., Guttorm, T.K., Martin, E., Lyttinen, H., Brandeis, D., & Richardson, U. (2010). Brain sensitivity to print emerges when children learn letter–speech sound correspondences. *Neuroscience*, *107*, 7939-7944
- Buchholz, J. & Amiola Davies, A. (2005). Adults with dyslexia demonstrate space-based and object-based covert attention deficits: Shifting attention to the periphery and shifting attention between objects in the left visual field. *Brain and Cognition*, *57*, 30-34
- Buchholz, J. & Davies, A.A. (2006). Do Visual Attentional Factors Contribute to Phonological Ability? Studies in Adult Dyslexia. *Neurocase* *12*, 111–121
- Büttner, M. (2007). *Untersuchungen zum Zusammenhang zwischen Konzentrationsfähigkeit und Sprachentwicklung bei Kindern im Vorschulalter*. Fachbereich Medizin, Philipps-Universität Marburg, Dissertation.
- Castles, A. & Coltheart, M. (2004). Is there a causal link from phonological awareness to success in learning to read? *Cognition*, *91*, 77-111
- Catale, C., Marique, P., Closset, A. & Meulemans, T. (2009). Attentional and executive functioning following mild traumatic brain injury in children using the Test for Attentional Performance (TAP) battery. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, *31*, 331-338
- Cohen, J.W. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates
- Costard, S. (2011). Der Leseerwerb. In S. Hanne, T. Fritzsche, S. Ott, A. Adelt (Hrsg.), *Spektrum Patholinguistik 4 – Schwerpunktthema: Lesen lernen: Diagnostik und Therapie bei Störungen des Leseerwerbs*. (pp. 1-22). Potsdam: Universitätsverlag Potsdam
- Dilling, H., Mombour, W. & Schmidt, M. H. (2005). *Internationale Klassifikation psychischer Störungen – ICD-10 Kapitel V (F) Klinisch-diagnostische Leitlinien*. Bern: Hans Huber

- Facotti, A., Lorusso, M.L., Paganoni, P., Cattaneo, C., Galli, R., Umilta, C., & Mascetti, G.G. (2003). Auditory and visual automatic attention deficits in developmental dyslexia. *Cognitive Brain Research*, *16*, 185-191
- Fischer, R. (2009). *Linguistik für Sprachtherapeuten: Eine praxisorientierte Einführung*. Köln: ProLog
- Fisher, S. & Francks, C. (2006). Genes, cognition and dyslexia: learning to read the genome. *Cognitive Sciences*, *10*, 250-257
- Franks, N.R., Dornhaus, A., Fitzsimmons J.P., Martin Stevens, M. (2003). Speed versus accuracy in collective decision making. *The Royal Society*, *270*, 2457-2463
- Gallagher, A., Frith, U. & Snowling, M.J. (2000). Precursors of Literacy Delay among Children at Genetic Risk of Dyslexia. *Child Psychology and Psychiatry*, *41* (2), 203-213
- Georgiewa, P., Rzanny, R., Gaser, Ch., 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
- 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 & Adolescent Psychiatry*, *31* (2), 343-348
- Goodwin, C. J. (2010). *Research in Psychology – methods and design*. Wiley & Sons: New York
- Goorhuis, S.M. & Schaerlaekens, A.M. (2008). *Handboek Taalontwikkeling, Taalpathologie en Taaltherapie bij Nederlandssprekende Kinderen*. Utrecht: De Tijdstroom Uitgeverij

- Grande, M., Tschierse, J., Meffert, E., Huber, W., Wilms, M., Willmes, K. & Heim, S. (2010). Eine Leseschwäche, viele Ursachen – kognitive Subtypen der Entwicklungsdyslexie. *Sprache Stimme Gehör*, 34, e34-e41
- Grünling, C. (2002). *Untersuchung zur Phonologischen Defizithypothese bei der Leserechtschreibstörung: Eine EKP-Studie*. Friedrich-Schiller-Universität: Jena
- Hare, A. (2010). Dyslexia: What do paediatricians need to know? *Paediatrics and Child Health*, 20, 338-343
- Hari, R. & Renvall, H. (2001). Impaired processing of rapid stimulus sequences in dyslexia. *TRENDS in Cognitive Sciences*, 5 (12). 525-532
- Hartmann, E. (2002). Phonologische Bewusstheit und vorschulische LRS-Prävention. *Leseforum* 11, 3-6
- Hellwig-Brida, S., Daseking, S., Keller, F., Petermann, F. & Goldbeck, L. (2011). Effects of Methylphenidate on Intelligence and Attention Components in Boys with Attention Deficit/Hyperactivity Disorder. *Journal of Child and Adolescent Psychopharmacology*, 21, 245-253
- ICD-10-WHO (2010, November 25). *Kapitel XVIII Symptome und abnorme klinische und Laborbefunde, die anderenorts nicht klassifiziert sind (R00-R99)*. [Online]. DIMDI Medizinwissen: Deutsches Institut für Medizinische Dokumentation und Information. Available: <http://www.dimdi.de/static/de/klassi/diagnosen/icd10/htmlamtl2011/block-f80-f89.htm> [2012, Mai 28]
- Iles, J., Walsh, V. & Richardson, A. (2000). Visual Search Performance in Dylexia. *Dyslexia*, 6, 163-177

- Jansen, H., Mannhaupt, G., Marx, H. & Skowronek, H. (2002): Bielefelder Screening zur Früherkennung von Lese- Rechtschreibschwierigkeiten (BISC) (2., überarb. Aufl.). Göttingen: Hogrefe
- Jokeit, H. (2002). Lese-Rechtschreib-Schwäche – in die Wiege gelegt? *Leseforum 11*, 6-7
- Katusic, S.K., Colligan, R.C., Barbaresi, W.J., Schaid, D.J., Jacobson, S.J. (2001). Incidence of reading disability in a population-based birth cohort, 1976-1982, *Rochester, Minn. Mayo Clin Proc*, 76 (11), 1081-92
- Küspert, P. & Schneider, W. (2006). *Hören, lauschen, lernen. Sprachspiele für Kinder im Vorschulalter Würzburger Trainingsprogramm zur Vorbereitung auf den Erwerb der Schriftsprache*. Göttingen: Vandenhoeck & Ruprecht
- Löbner, S. (2002). *Semantik- Eine Einführung*. Berlin: Walter de Gruyter GmbH & Co. KG
- Lyytinen, H., Ahonen, T., Eklund, K., Guttorm, T., Kulju, P., Laakso, M.L., Leiwo, M., Leppanen, P., Lyytinen, P., Poikkeus, A.M., Richardson, U., Torppa M. & Viholainen, H. (2004). Early Development of Children at Familial Risk for Dyslexia - Follow-up from Birth to School Age. *Dyslexia*, 10, 146-178
- Mayer, A. (2010). *Gezielte Förderung bei Lese- und Rechtschreibstörungen*. München: Ernst Reinhardt Verlag.
- McGrath, M.L., Smith, S. & Pennington, B. (2006). Breakthroughs in the search for dyslexia candidate genes. *TRENDS in Molecular Medicine*, 12, 331-341
- Muter, V. & Snowling, M.J. (2009). Children at Familial Risk of Dyslexia: Practical Implications from an At-Risk Study. *Child and Adolescent Mental Health*, 14, 37-41
- Nicolson, R.I., Fawcett, A.J. & Dean, P. (2001). Developmental dyslexia: the cerebellar deficit hypothesis. *Trends in Neurosciences*, 24, 508-511

- Olofsson, A. (2000). Naming speed, phonological awareness and the initial stage of learning to read. *Log Phon Vocol*, 25, 35–40
- Omtzigt, D. (2005). Magnocellulaire betrokkenheid bij normaal en dyslectisch lezen *Neuropraxis*, 09, 82-87
- Pallant, J. (2005). *SPSS survival manual - a step by step guide to data analysis using SPSS version 12*. New York, NY: Open University Press
- Pennington, B.F. & Lefly, D.L. (2001). Early Reading Development in Children at Family Risk for Dyslexia. *Child Development*, 72, 816-833
- Petkov, C., O'Connor, K.N., Benmoshe, G., Baynes, K. & Sutter, M.L. (2005). Auditory perceptual grouping and attention in dyslexia. *Cognitive Brain Research*, 24, 343–354
- Pew, R.W. (1969). The speed-accuracy operating characteristics. *Acta Psychologica*, 30, 16-26
- Popkirov, Stoyan (2009, November 1). Dyslexia [Online]. Available: http://www.braincampaign.org/Pub/Pub_Main_Display.asp?LC_Docs_ID=4500 [2011, Mai 16]
- Pröls, R.E.H. (2010). *Diagnostik visueller Wahrnehmung bei Vorschulkindern zur Früherkennung von Lese-Rechtschreibschwierigkeiten – ein Methodenvergleich zur Ökonomisierung des klinischen Untersuchungsaufenthalts in der Phoniatrie und Pädaudiologie*. Medizinischen Fakultät der Friedrich Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, Dissertation
- Ptok, M., Berendes, K., Gottal, S., Grabherr, B., Schneeberg, J., Wittler, M. (2007). Lese-Rechtschreibstörung - Die Bedeutung der phonologischen Informationsverarbeitung für den Schriftspracherwerb. *HNO* 9 (55), 737-747

- 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, 841-865
- Regtvoort, A. G.F.M. & van der Leij, A. (2007). Early intervention with children of dyslexic parents: Effects of computer-based reading instruction at home on literacy acquisition. *Learning and Individual Differences*, 17, 35-53
- Rosenkötter, H. (2004). Studie zur Früherkennung von Legasthenie. *Forum Logopädie*, 1, 6-13
- Rückert, E.M., Kunze, S., Schillert, M., Schulte-Körne, G. (2010). Prävention von Lese-Rechtschreibschwierigkeiten - Effekte eines Eltern-Kind-Programms zur Vorbereitung auf den Schriftspracherwerb. *Kindheit und Entwicklung*, 19 (2), 82–89
- Ruland, A., Willmes, K. & Günther, T. (2012). Zusammenhang zwischen Aufmerksamkeitsdefiziten und Lese- Rechtschreibschwäche. *Kindheit und Entwicklung*, 21, 57-63
- Saß, H., Wittchen, H.U., Zaudig, M. & Houben, I. (2003). *Diagnostisches und Statistisches Manual Psychischer Störungen (DSM-IV-TR)*. Göttingen: Hogrefe
- Scheerer-Neumann, G. (2007). Förderung bei Lese-Rechtschreib-Schwierigkeiten. In Rakhkochkine, A. (Hrsg.), *Handbuch Förderung* (pp. 266-275). Weinheim und Basel: Beltz Verlag
- Schlür, S. & Jokeit, H. (2007). Dyslexie- neurobiologische Grundlagen. Aktuelle Befunde aus der Forschung. *Neurologie*, 2, 16-22
- Schneider, S. & Margraf, J. (2009). *Lehrbuch der Verhaltenstherapie – Band 3: Störungen im Kindes- und Jugendalter*. Heidelberg: Springer

- Schneider, W., Ennemoser, M., Roth, E., Küspert, P. (1999). Kindergarten Prevention of Dyslexia: Does Training in Phonological Awareness Work for Everybody? *Journal of Learning Disabilities*, 32 (5), 429-436
- Scholz, A. (2002). *Konzentration im Alltag: Erleben und Leistung*. Fakultät Mathematik und Naturwissenschaften der Technischen Universität Dresden, Dissertation.
- Schulte-Körne, G., Deimel, W., Bartling, J. & Remschmidt, H. (1999). The role of phonological awareness, speech perception, and auditory temporal processing for dyslexia. *European Child & adolescent psychiatry*, 8, 28-34
- Schulte-Körne, G., Deimel, W., Remschmidt, H. (2001a). Zur Diagnostik der Lese-Rechtschreibstörung. *Zeitschrift für Kinder- und Jugendpsychiatrie und -Psychotherapie*, 29 (2), 113-116
- Schulte-Körne, G., Deimel, W., Hülsmann, J., Seidler, T., Remschmidt, H. (2001b). Das Marburger Rechtschreib-Training – Ergebnisse einer Kurzzeit-Intervention. *Zeitschrift für Kinder- und Jugendpsychiatrie und -Psychotherapie*, 29 (1), 7-15
- Schulte-Körne, G., Deimel, W., Jungermann, M., Remschmidt, H. (2003). Nachuntersuchung einer Stichprobe von lese-rechtschreibgestörten Kindern im Erwachsenenalter. *Zeitschrift für Kinder- und Jugendpsychiatrie und Psychotherapie*, 31 (4), 267-276
- Schulte-Körne, G., Remschmidt, H. (2003). Legasthenie – Symptomatik, Diagnostik, Ursachen, Verlauf und Behandlung. *Deutsches Ärzteblatt*; 7, A396- A406
- Schulte-Körne, G., Mathwig, F. (2009). *Das Marburger Rechtschreibtraining: Ein regelgeleitetes Förderprogramm für rechtschreibschwache Kinder*. Bochum: Winkler

- Schulte-Körne, G. (2004). Lese-Rechtschreib-Störung – Symptomatik, Diagnostik, Verlauf, Ursachen und Förderung. In G. Thomé (Ed.), *Lese-Rechtschreib-Schwierigkeiten (LRS) und Legasthenie Eine grundlegende Einführung* (pp. 64–85). Weinhheim und Basel: Beltz Verlag.
- Schulte-Körne, G. (2010). The prevention, diagnosis, and treatment of dyslexia. *Deutsches Ärzteblatt*, 107 (41), 718-27
- Shanahan, M.A., Pennington, B.F., Yerys, B.E., Scott, A., Boada, R., Willcutt, E.G., Olson, R.K. & DeFries, J.C. (2006). Processing Speed Deficits in Attention Deficit/Hyperactivity Disorder and Reading Disability. *J Abnorm Child Psychol* 34, 585–602
- Snowling, M.J., Muter, V. & Carroll, J. (2007). Children at family risk of dyslexia: a follow-up in early adolescence. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 48, 609-618
- Snowling M.J. (2000) *Dyslexia* (2nd) edn. Oxford: Blackwell
- Stein, J. (2001) The Magnocellular Theory of Developmental Dyslexia. *Dyslexia* 7, 12-36
- Van Atteveldt, N., Formisano, E., Goebel, R. & Blomert, L. (2004). Integration of Letters and Speech Sounds in the Human Brain. *Neuron*, 43, 271-282
- Van Otterloo, S.G., van der Leij, A. & Henrichs, L.F. (2009). Early Home-Based Intervention in the Netherlands for Children at Familial Risk of Dyslexia. *Dyslexia*, 15, 187-217
- Van Zomeren, A. H. & Brouwer, W. J. (1994). Theories and concepts of attention. In Van Zomeren, A.H. & Brouwer, W. J. (Hrsg.), *Clinical neuropsychology of attention* (pp. 7–38). New York: Oxford University Press
- Vellutino, F., Fletcher, J., Snowling, M. & Scalon, D. (2004). Specific reading disability (dyslexia): what have we learned in the past four decades? *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 45 (1), 2–40

- Wagner, K.R., & Torgesen, J.K. (1987). The Nature of Phonological Processing and Its Causal Role in the Acquisition of Reading Skills. *Psychological Bulletin*, 101 (2), 192-212
- Waligora, K. (2003). Neuere Testverfahren. In Lehmkuhl, U. & Streeck-Fischer, A. (Hrsg.), *Praxis der Kinderpsychologie und Kinderpsychiatrie* (pp. 744-747). Göttingen: Vandenhoeck & Ruprecht
- Westhoff, K. (1991). Das Akku-Modell der Konzentration. In: Barchmann, H. Kinze, W. Roth, N. *Aufmerksamkeit und Konzentration im Kindesalter* (pp. 47-55). Berlin: Verlag Gesundheit
- Westhoff, K. (1995). Aufmerksamkeit und Konzentration. In M. Amelang (Hrsg.), *Verhaltens- und Leistungsunterschiede. Band 2 Differentielle Psychologie und Persönlichkeitsforschung, Enzyklopädie der Psychologie* (pp. 375-402). Göttingen: Hogrefe.
- Willcutt, E., 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 (1), 35–78
- Wolf, M. & Bowers, P.G. (1999). The Double-Deficit Hypothesis for the Developmental Dyslexias. *Journal of Educational Psychology*, 91, 415-438
- Wolf, M., Bowers, P.G., & Biddle, K. (2000a). Naming-speed processes, timing, and reading: a conceptual review. *Journal of Learning Disabilities*, 33, 387–407
- Wolf, M., Goldberg O' Rourke, A., Gidney, C., Lovett, M., Cirino, P. & Morris, R. (2002). The second deficit: An investigation of the independence of phonological and naming – speed deficits in developmental dyslexia. *Reading and Writing: An interdisciplinary Journal*, 15, 43-72

Zakopoulou, V., Anagnostopoulou, A., Christodoulides, P., Stavrou, L., Sarri, I., Mavreas, V. & Tzoufi, M. (2011). An interpretative model of early indicators of specific developmental dyslexia in preschool age: A comparative presentation of three studies in Greece. *Research in Developmental Disabilities, 32*, 3003-3016

Zöfel, P. (2002). *Statistik verstehen - Ein Begleitbuch zur computergestützten Anwendung*. München: Addison-Wesley Verlag

A) Informationsbrief für die Eltern der Probanden



Universitätsklinikum • Klinik für Psychiatrie, Psychosomatik und Psychotherapie des Kindes- und Jugendalters, Neuenhofer Weg 21, 52074 Aachen

Klinik für Psychiatrie, Psychosomatik und Psychotherapie des Kindes- und Jugendalters
-Direktorin:
Univ.-Prof. Dr. med. Beate Herpertz-Dahlmann

MEDIZINISCHE FAKULTÄT
RWTH AACHEN

Telefon: 0241-80-80213
Telefax: 0241-80-82544

AACHEN, den
Auskunft: Dr. Günther

Informationen für Eltern der Probanden zur Vorbereitung der mündlichen Aufklärung durch den Prüfer

„Zeichen und Laute – ein Paradigma zur Untersuchung neuronaler Korrelate von Laut-Symbol-Assoziationen bei Vorschulkindern“

Sehr geehrte Frau, sehr geehrter Herr,

Wir möchten Sie und Ihr Kind gerne zur Teilnahme an einem Forschungsvorhaben einladen, bei dem wir uns mit den Grundlagen zum Lese- und Rechtschreiberwerb beschäftigen.

Bei einer Lese- und Rechtschreibstörung (LRS) handelt es sich um eine der meist vorkommenden Störungen im Kindes- und Jugendalter, deren Problematik häufig bis ins Erwachsenenalter hinein bestehen bleibt. Charakteristisch ist eine eindeutige Beeinträchtigung in der Entwicklung der Lese- und Rechtschreibfertigkeiten, die nicht allein durch das Entwicklungsalter, Wahrnehmungsstörungen oder unangemessene Beschulung erklärt werden kann. Für Betroffene geht die Störung oft mit erheblichen Schwierigkeiten in sozialen und schulischen Bereichen einher. Um eine optimale Behandlung anbieten zu können ist es daher sehr wichtig die genauen Ursachen der Störung zu erforschen.

Universitätsklinikum Aachen (UKA)
Anstalt des öffentlichen Rechts
Sitz: Aachen
Pauwelsstraße 30 • 52074 Aachen
Telefon:
Call- & Service-Center: 0241-80 84 444

USH-ID-Nr.: DE 813100566

Aufsichtsratsvorsitzender:
Dr. Robert G. Gossink

Vorstandsvorsitzender:
Prof. Dr. Thomas Ittel

Kaufmännischer Direktor:
Dipl.-Kfm. Peter Asché

Banken:
Sparkasse Aachen
Konto-Nr.: 13004015 (BLZ: 390 500 00)
IBAN: DE 27 3905 0000 0013 0040 15
BIC: AACSD33
Commerzbank AG
Konto-Nr.: 2 033 094 00 (BLZ: 390 800 05)
IBAN: DE 79 3908 0005 0203 3094 00
BIC: DRESDEFF390

In den letzten Jahren wurden mehrere Studien zur LRS mit sogenannten „bildgebenden Verfahren“ durchgeführt, die es erlauben, die Aktivität des Gehirns zu messen während der Proband bestimmte Tätigkeiten, z. B. Lesen, ausführt. Eine wichtige Voraussetzung für das Lesenlernen ist die Fähigkeit, gesprochene Laute mit geschriebenen Buchstaben in Verbindung zu bringen: auf diese Weise lernt man den Zusammenhang zwischen Sprache und Schrift. Einige Studien haben gezeigt, dass unser Gehirn in der Lage ist zu erkennen, wenn ein gelesener Buchstabe einem gleichzeitig gehörten Laut entspricht (Kongruenzeffekt). Die Ziele dieser Studie sind zum einen festzustellen, ob der Kongruenzeffekt bereits vor dem Lesenlernen besteht und ob hier bereits ein Unterschied besteht zwischen Kindern, die ein erhöhtes Risiko auf eine LRS haben und denen, die kein erhöhtes Risiko haben. Zum anderen soll untersucht werden wie sich der Kongruenzeffekt im Laufe des Lesenlernens entwickelt und ob in dieser Entwicklung ein Unterschied besteht zwischen Kindern die Schwierigkeiten beim Lesenlernen haben und denen, die keine Schwierigkeiten haben. Die Studie wird sich daher über insgesamt drei Jahre erstrecken, und Ihr Kind wird zu insgesamt drei Zeitpunkten untersucht werden: vor der Einschulung, gegen Ende des ersten Schuljahres und gegen Ende des zweiten Schuljahres. Zu jedem dieser Zeitpunkte werden mehrere Untersuchungen an mehreren Tagen erfolgen.

Vor der Einschulung werden zunächst einige Tests durchgeführt, deren Ergebnisse dabei helfen, einzuschätzen, ob bei Ihrem Kind ein Risiko auf die Entwicklung einer LRS vorliegt. Hierbei wird Ihr Kind am Computer einige Aufgaben ausführen. So wird es z. B. die Verbindung zwischen einigen Bildern, Zeichen und Lauten lernen und auf Bilder mit einem Knopfdruck reagieren. Bei anderen Tests wird Ihr Kind Silben und Wörter hören und hierzu Fragen beantworten. Alle Tests sind altersgerecht und erprobt.

Danach soll Ihr Kind mit einem Computerprogramm einige Silben lesen lernen, z. B. „KI“. Dieses Programm kann bei Ihnen zu Hause installiert werden. Ihr Kind soll damit vier Wochen lang etwa 15 Minuten täglich üben. Eine Mitarbeiterin/ein Mitarbeiter des Lehr- und Forschungsgebietes Neuropsychologie des Kindes- und Jugendalters wird zudem zweimal wöchentlich mit Ihrem Kind eine Übungs- und Testeinheit von ca. 30 Minuten abhalten.

Nach der Trainingsphase wird eine funktionelle Magnetresonanztomographie (fMRT) durchgeführt. Während das Kind die Silben sieht und hört, die es während der Trainingsphase gelernt hat, wird die Hirnaktivität gemessen. Das MRT wird seit vielen Jahren im Rahmen von Studien und Diagnostik sowohl bei Kindern als auch bei Erwachsenen eingesetzt. Für diese Untersuchungsmethode sind keinerlei Beeinträchtigungen der Gesundheit bekannt. Die gesamte Untersuchungsdauer im MRT beläuft sich auf max. 45 Minuten.

Zum zweiten und dritten Untersuchungszeitpunkt, also gegen Ende des ersten und zweiten Schuljahres, wird bei Ihrem Kind jeweils der Stand der Sprach- und Leseentwicklung mit

verschiedenen psychologischen Tests untersucht, und es wird jeweils wiederum eine funktionelle Magnetresonanztomographie durchgeführt.

Insgesamt sollen die Ergebnisse dieser Studie helfen, die Ursachen der LRS genauer zu erforschen und längerfristig bessere Behandlungs- und Diagnosemöglichkeiten für betroffene Patienten/innen mit einer LRS zu entwickeln. Mit der Teilnahme an der aktuellen Studie tragen Sie und Ihr Kind dazu bei, dass wir diesem Ziel näher kommen.

Sie treffen Ihre Entscheidung zur Teilnahme an der Studie nach der mündlichen Aufklärung freiwillig und können Ihr Einverständnis jederzeit zurücknehmen, ohne dass Ihnen daraus Nachteile entstehen. Durch die Teilnahme Ihres Kindes an der beschriebenen Studie entstehen Ihnen keine Kosten.

Zum Schutz der Teilnehmer steht die Haftpflichtversicherung des Universitätsklinikums Aachen ein. Die Haftpflichtversicherung des UK Aachen wurde bei der Zürich Versicherungs-AG mit der Versicherungsschein-Nummer 813.380.000.270 abgeschlossen. Sie sind dann versichert, wenn der Versicherungsfall auf das Verschulden des Hauses oder eines seiner Angestellten zurückzuführen ist. Eine gesonderte Probandenversicherung oder Wegeunfallversicherung wurde für diese Studie nicht abgeschlossen. Falls Sie weitere Rückfragen haben oder nähere Informationen wünschen, können Sie sich jederzeit an Herrn Dr. Thomas Günther (0241-80 80213) oder an die bei der Studie beteiligten Mitarbeiter wenden (Wolfgang Scharke; 0241-80 80571).

Dr. T. Günther, Dipl.-Psych. Bc Logopäde

B) Einwilligungserklärung zur Teilnahme



Universitätsklinikum • Klinik für Psychiatrie, Psychosomatik und Psychotherapie des Kindes- und Jugendalters, Neuenhofer Weg 21, 52074 Aachen

Klinik für Psychiatrie, Psychosomatik und Psychotherapie des Kindes- und Jugendalters
-Direktorin:
Univ.-Prof. Dr. med. Beate Herpertz-Dahlmann

MEDIZINISCHE FAKULTÄT
RWTH AACHEN

Telefon: 0241-80 80213
Telefax: 0241-80 82544

AACHEN, den
Auskunft: Dr. Günther

Einwilligungserklärung zur Teilnahme an dem Forschungsvorhaben

„Zeichen und Laute – ein Paradigma zur Untersuchung neuronaler Korrelate von Laut-Symbol-Assoziationen bei Vorschulkindern“

Wir sind heute über das Ziel, die Bedingungen und die Dauer der Untersuchung unseres Kindes

.....

(Name des Kindes)

ausreichend und in uns verständlicher mündlicher Form aufgeklärt worden. Wir haben die Information gelesen, fühlen uns ausreichend informiert und haben verstanden, worum es geht. **Unser Arzt hat uns ausreichend Gelegenheit gegeben, Fragen zu stellen, die alle für uns ausreichend beantwortet wurden. Wir hatten genügend Zeit, uns zu entscheiden.**

Wir sind damit einverstanden, dass unser Kind an der Untersuchung teilnimmt. **Unsere Einwilligung erfolgt ganz und gar freiwillig. Wir wurden darauf hingewiesen, dass wir unsere Einwilligung jederzeit ohne Angabe von Gründen widerrufen können, ohne dass uns oder unserem Kind dadurch irgendwelche Nachteile entstehen. Wir wurden darauf hingewiesen, dass uns durch die Teilnahme unseres Kindes an der Untersuchung keine Kosten entstehen.**

Wir wurden darüber informiert, dass zum Schutz der Teilnehmer die Haftpflichtversicherung des Universitätsklinikums Aachen bei der Zürich Versicherungs-AG mit der Versicherungsschein-Nummer 813.380.000.270 einsteht, dass wir dann versichert sind, wenn der Versicherungsfall

Universitätsklinikum Aachen (UKA)
Anstalt des öffentlichen Rechts
Sitz: Aachen
Pauwelsstraße 30 • 52074 Aachen
Telefon:
Call- & Service-Center: 0241-80 84 444
UST-ID-Nr.: DE 813100566

Aufsichtsratsvorsitzender:
Dr. Robert G. Gossink
Vorstandsvorsitzender:
Prof. Dr. Thomas Ittel
Kaufmännischer Direktor:
Dipl.-Kfm. Peter Asché

Banken:
Sparkasse Aachen
Konto-Nr.: 13004015 (BLZ: 390 500 00)
IBAN: DE 27 3905 0000 0013 0040 15
BIC: AACSD33
Commerzbank AG
Konto-Nr.: 2 033 094 00 (BLZ: 390 800 05)
IBAN: DE 79 3908 0005 0203 3094 00
BIC: DRESDEFF390

C) Logbuch für die Eltern der Probanden

Logbuch

Liebe Eltern,

wir möchten Sie bitten, täglich den Verlauf des Trainings festzuhalten.

Bitte tragen Sie das Datum und den Buchstaben des jeweiligen Moduls ein. Außerdem bitten wir Sie aufzuschreiben, ob Ihr Kind Schwierigkeiten mit bestimmten Aufgaben hatte, was ihm besonders leicht fiel und sonstige Bemerkungen.

Alle Angaben werden anonymisiert und dienen ausschließlich zu Forschungszwecken.

Tag	Datum	Modul	Was hat gut geklappt ?	Womit gab es Probleme ?	Bemerkungen
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					

D) Evaluationsbogen für die Eltern der Probanden

Evaluationsbogen

1. Wie ist Ihr allgemeiner Eindruck des Trainings?

2. Hatte Ihr Kind Spaß am Training?

3. Welche Module haben Ihrem Kind gut gefallen, welche weniger?

4. Wie beurteilen Sie den Schwierigkeitsgrad des Trainings?

5. Waren die Anweisungen des Trainingsprogramms deutlich für Sie?

6. Hatten Sie technische Schwierigkeiten? Wenn ja, welche?

7. Fühlten Sie sich durch das Team gut begleitet (Erreichbarkeit, Raum für Fragen und Anmerkungen, Freundlichkeit, etc.)?

8. Haben Sie Verbesserungsvorschläge?

9. Besondere Anmerkungen:

Vielen Dank!

E) Tabelle: List of Modules

RPT – List of all modules

Note: for the pure test of each module (i. e. test the new syllable vs. nonsense distractors), the following rule holds: max. 2 errors in 8 trials.
 Failure after 1st run: repeat run. Failure after 2nd run: terminate experiment, contact us.

Response code for modules P and Z:

1 = HIT

2 = CR

3 = FA

4 = MISS

Module	Syllables	Nr of presentations during test	Design	Task	Criterion
A	MA, LO	MA,LO 2x6=12 Total 12	Landsc ape, animals	Learn MA, test MA vs. distractor (which pic matches with the sound?), learn LO, test LO vs. distractor (which pic matches with the sound?), test MA vs. LO (which bubble matches with the sound? Select 1 out of 2)	Test A: max. 2 errors in 12 trials (~83% correct). Failure after 1 st run: repeat run. Success after 1st or 2nd run: continue with F. Failure after 2 nd run: Continue with R. If Test MA or Test LO has 1 repetition: only 1 run Test A, else continue with R. If Test MA and Test LO each have 1 repetition: stop after Test LO, continue with R

R (repetition of A)	MA, LO	MA,LO 2x6=12 Total 12	Landsc ape, animals	Learn MA, learn LO, test MA vs. LO (which bubble matches with the sound? Select 1 out of 2)	Test R: max. 2 errors in 12 trials (~ 83% correct). Failure after 1 st run: repeat run. Success after 1st or 2nd run: continue with F. Failure after 2 nd run: Contact us
F	KE , MA, LO	MA,LO 2x4=8 KE 6 Total 14	Space, UFOs	Learn KE, test KE vs. distractor (which pic matches with the sound?). Test KE, MA, LO (which UFO matches the sound? Select 1 out of 2).	Test F: max. 3 errors in 14 trials (~79% correct). Failure after 1 st run: repeat run. Success after 1st or 2nd run: continue with U. Failure after 2 nd run: Continue with S. If Test KE has 1 repetition: Test F only 1 run. If failure after 1 st run: continue with S.
S (repetition of F)	KE, MA, LO	MA,LO 2x4=8 KE 6 Total 14	Space, UFOs	Test KE, MA, LO (which UFO matches the sound? Select 1 out of 2).	Test S: max. 3 errors in 14 trials (~79% correct). Failure after 1 st run: repeat run. Success after 1st or 2nd run: continue with U. Failure after 2 nd run: Contact us.
U	BU , KE, MA, LO	MA,LO 2x3=6 KE 4 BU 5 Total 15	Underw ater	Learn BU, test BU vs. distractor. Test BU, KE, MA, LO (which bubble matches with the sound? Select 1 out of 2)	Test U: max. 3 errors in 15 trials (80% correct) Success after 1 st or 2 nd run: continue with Q. Failure after 2 nd run: continue with C. If test BU has 1 repetition: only 1 run

					Test U. If failure after 1 st run: Contact us.
C (repetition of U)	BU, KE, MA, LO	MA,LO 2x3=6 KE 4 BU 5 Total 15	Underwater	Test BU, KE, MA, LO (which bubble matches with the sound? Select 1 out of 2)	Test C: max. 3 errors in 15 trials (80% correct) Failure after 1 st run: repeat run. Success after 1 st or 2 nd run: continue with Q. Failure after 2 nd run: contact us.
Q	TI, BU, KE, MA, LO	MA,LO,KE 3x2 = 6 BU 4 TI 5 Total 15	Balloons	Learn TI, test TI vs. distractor. Test TI, BU, KE, MA, LO (which balloon matches with the sound? Select 1 out of 3)	Test Q: max. 3 errors in 15 trials (80% correct) Success after 1st or 2nd run: continue with L. Failure after 2 nd run: Continue with K. If Test Ti has 1 repetition: only 1 run Test Q. If failure after 1 st run: continue with K.
K (repetition of Q)	TI, BU, KE, MA, LO	MA,LO,KE 3x2 = 6 BU 4 TI 5 Total 15	Balloons	Test TI vs. distractor. Test TI, BU, KE, MA, LO (which balloon matches with the sound? Select 1 out of 3)	Test K: max. 3 errors in 15 trials (80% correct) Success after 1st or 2nd run: continue with L. Failure after 2 nd run: Contact us.

L	PA, TI, BU, KE, MA, LO	MA,LO,KE,BU 4x2 = 8 TI 3 PA 5 Total 16	Beach, animals	Test PA vs. distractor (which bubble matches the sound? Select 1 out of 3)	Test L: max. 4 errors in 16 trials (75% correct) Success after 1st or 2nd run: continue with P. Failure after 2 nd run: Continue with M. If Test PA has 1 repetition: only 1 run of test L. If failure after 1 st run: continue with M.
M (repetitio n of L)	PA, TI, BU, KE, MA, LO	MA,LO,KE,BU 4x2 = 8 TI 3 PA 5 Total 16	Beach, animals	Test PA vs. distractor (which bubble matches the sound? Select 1 out of 3)	Test L: max. 4 errors in 16 trials (75% correct) Success after 1st or 2nd run: continue with P. Failure after 2 nd run: Contact us.
P	SU, PA, TI, BU, KE, MA, LO	MA,LO 2x1 = 2 KE,BU,TI 3x2 = 6 PA 3 SU 5 Total 16	Airplan es	GO if spoken syllable matches with shown syllable (plane flies from R to L). NoGO if mismatch.	Test P: max. 4 errors in 16 trials (75% correct) Success after 1 st or 2 nd run: continue with B Failure after 2 nd run: Continue with I. If test SU has 1 repetition: only 1 run of Test P. Failure after 1 st run: Continue with I.

I (repetition of P)	SU, PA, TI, BU, KE, MA, LO	MA,LO 2x1 = 2 KE,BU,TI 3x2 = 6 PA 3 SU 5 Total 16	Airplanes	GO if spoken syllable matches with shown syllable (plane flies from R to L). NoGO if mismatch.	Test I: max. 4 errors in 16 trials (75% correct) Success after 1 st or 2 nd run: continue with B Failure after 2 nd run: Contact us.
B	FE, SU, PA, TI, BU, KE, MA, LO	MA,LO,KE 3x1 = 3 BU,TI,PA 3x2 = 6 SU 3 FE 5 Total 17	Desertplanet, monsters	Test FE, SU. PA, TI, BU, KE, MA, LO (which bubble matches with the sound? Select 1 out of 3)	Test B: max. 5 errors in 17 trials (~70% correct) Success after 1 st or 2 nd run: Continue with Z Failure after 2 nd run: continue with D If Test FE has 1 repetition: Only 1 run of Test B. Failure after 1 st run: Continue with D.
D (repetition of B)	FE, SU, PA, TI, BU, KE, MA, LO	MA,LO,KE 3x1 = 3 BU,TI,PA 3x2 = 6 SU 3 FE 5 Total 17	Desertplanet, monsters	Test FE, SU. PA, TI, BU, KE, MA, LO (which bubble matches with the sound? Select 1 out of 3)	Test D: max. 5 errors in 17 trials (~70% correct) Success after 1 st or 2 nd run: Continue with Z Failure after 2 nd run: contact us.

Z	FE, SU, PA, TI, BU, KE, MA, LO	All syllables 2x congruent, 1x incongruent total 24	Racecar s	Go/NoGo task: Go when same syllable is shown and spoken	Test Z: max. 5 errors in 24 trials (~80% correct) Success after 1 st or 2 nd run: training finished. Failure: repeat Z.
---	---	--	--------------	--	--