

Beeinträchtigungen der visuellen Wahrnehmungsleistungen von Kindern und Jugendlichen mit Entwicklungsauffälligkeiten

Kumulative Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde
Dr. rer. nat. durch den Promotionsausschuss
am Fachbereich Gesundheits- und Humanwissenschaften
der Universität Bremen

vorgelegt von
Dipl. Psych. Lina Werpup

Betreuer: Prof. Dr. Franz Petermann

1. Gutachterin: Prof. Dr. Ulrike Petermann
2. Gutachterin: PD Dr. Monika Daseking

Das Kolloquium fand am 14. Januar 2016 statt.

Danksagung

An dieser Stelle möchte ich mich auch bei denen bedanken, die mir in den letzten Jahren unterstützend zur Seite gestanden haben.

Zunächst möchte ich mich bei meinem Doktorvater Prof. Dr. Franz Petermann für seine fortwährende Unterstützung, den fachlichen Austausch und die gemeinsamen Diskussionen, die diese Arbeit ermöglicht haben, bedanken.

Mein besonderer Dank gilt Prof. Dr. Monika Daseking, deren fachliche Inspiration und Beratung ebenso wie die stetige Wertschätzung meiner Arbeit für das Entstehen meiner Dissertation unersetzlich waren.

Zudem möchte ich mich bei meiner Gutachterin Prof. Dr. Ulrike Petermann herzlich für die die Bereitschaft, meine Arbeit zu bewerten, bedanken.

Mein herzlicher Dank gilt meiner ehemaligen Kollegin Dipl.-Psych. Tanja Tischler sowie meinen Kolleginnen und Kollegen Dr. Marc Schipper, Dr. Julia Jaščenoka, Dr. Julia Reißling und M.Sc. Jessica Melzer für ihre fachliche und moralische Unterstützung.

Mein Abschließender Dank gilt meiner Familie, die mich stets unterstützt und mir Halt gegeben hat.

Zusammenfassung

Die visuelle Wahrnehmung gilt als einflussreichster Sinn und spielt bei der kindlichen Entwicklung eine entscheidende Rolle. Ergänzend zu den Erkenntnissen aus denen im Vorfeld publizierten Fachartikeln werden die visuellen Wahrnehmungsleistungen von Kindern mit Lese-Rechtschreibstörung (LRS), mit Rechenstörung (RS), von motorisch auffälligen Kinder (MAK) und Kindern, die einen Schlaganfall (SA) hatten, miteinander verglichen.

Es bestehen verschiedene Modelle über den visuellen Wahrnehmungsprozess und unterschiedliche Definitionen von visuellen Wahrnehmungsleistungen. Die vorliegende Arbeit bezieht sich auf ein dreistufiges Wahrnehmungsmodell nach Frostig, bei dem die visuelle Wahrnehmung als Verarbeitungsschritt zwischen Sinnesempfindung und Kognition definiert ist. Die Diagnose „Visuellen Wahrnehmungsstörung“ existiert weder in der ICD-10 noch im DSM-5. Im Rahmen dieser Dissertation wird daher die Leitlinie der Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften (AWMF) aus dem Jahr 2009 verwendet.

Für die Dissertation wurden die visuellen Wahrnehmungsleistungen von insgesamt 241 Kindern im Alter von 9 bis 14 Jahren anhand von Frostigs Entwicklungstest der visuellen Wahrnehmung - Jugendliche und Erwachsene (FEW-JE) miteinander verglichen. Die Vergleiche erfolgen anhand des nonparametrischen H-Tests nach Kruskal-Wallis. Zudem wird der prozentuale Anteil der Kinder aus den unterschiedlichen Gruppen ermittelt, die klinisch relevante visuelle Wahrnehmungsleistungen aufweisen, und der Anteil der Kinder, die die Diagnose „visuelle Wahrnehmungsstörung“ nach den Kriterien der AWMF erhalten würden.

Die Kinder mit LRS erzielen im FEW-JE besser Leistungen als die anderen Gruppen. In der FEW-JE-Gesamtskala „Allgemeine visuelle Wahrnehmung“ ergeben die paarweisen Vergleiche einen tendenziellen Unterschied zwischen den Kindern mit RS und den Kindern mit LRS. In der Skala „Motorik-reduzierte visuelle Wahrnehmung“ ergeben sich keine signifikanten Unterschiede. Im Gruppenvergleich in der Skala „Visuo-motorische Integration“ zeigen die paarweisen Vergleiche einen signifikanten Unterschied zwischen den Leistungen der SA- und der LRS-Gruppe. Signifikante Unterschiede ergeben sich ebenfalls in den Untertests „Formkonstanz“ (LRS vs. RS), „Abzeichnen“ (LRS vs. MAK) und „Visuo-motorische Geschwindigkeit“ (LRS vs. RS und LRS vs. SA).

Eine klinisch auffällige Gesamtleistung im visuellen Wahrnehmungstest (Testwert im FEW-JE, der mind. 1.5 *SD* unterhalb des Normmittelwertes liegt) zeigen 39 % der Kinder mit RS, 36 % der Kinder, die einen SA hatten, 33 % der MAK und 11 % der Kinder, die eine LRS aufweisen. Die Kinder, die einen SA hatten, zeigen besonders häufig eine auffällige Leistung in der FEW-JE-Skala „Visuo-motorische Integration“ (43 %), aber auch in den motorik-freien Untertests „Gestaltschließen“ und „Formkonstanz“ (jeweils 18

%). Die Leistungen der Kinder, die eine LRS haben, sind zumeist auffällig in den Untertests „Abzeichnen“ und „Gestaltschließen“ (jeweils 17 %). Die Kinder mit RS erzielen insbesondere in den Untertests „Gestaltschließen“ (23 %), „Formkonstanz“, „Abzeichnen“ und „Visuo-motorische Suche“ (jeweils 26 %) eine klinisch auffällige Leistung. Die Leistungen der MAK sind am häufigsten im Untertest „Abzeichnen“ (38 %) defizitär. Zudem zeigen sie Schwierigkeiten in den Untertest „Formkonstanz“ (24 %), „Gestaltschließen“ (19 %), „Figur-Grund“ und „Visuo-motorische Suche“ (jeweils 14 %).

Eine visuelle Wahrnehmungsstörung nach AWMF-Kriterien (Testwert im FEW-JE, der mind. 1.5 *SD* unterhalb des Normmittelwertes und mind. 1.5 *SD* unter dem Gesamt-IQ liegt) weisen 11 % der Kinder, die einen SA hatten, und jeweils 3 % der Kinder mit LRS oder RS auf. Wird das Sprachverständnis anstelle des Gesamt-IQ als Referenzwert zur visuellen Wahrnehmungsleistung gesetzt, kann die Diagnose bei 21 % der Kinder aus der SA-Gruppe, bei 3 % der Kinder mit LRS und bei 13 % mit RS vergeben werden.

Die Ergebnisse zeigen, dass visuelle Wahrnehmungsdefizite bei allen untersuchten Entwicklungsauffälligkeiten häufig auftreten, wobei Kinder mit LRS seltener betroffen sind. Die verschiedenen Gruppen weisen jedoch Defizite in unterschiedlichen visuellen Wahrnehmungsfähigkeiten auf. Im Rahmen der klinischen Diagnostik und der Therapieplanung dieser Störungsbilder sollte daher immer ein standardisierter visueller Wahrnehmungstest durchgeführt werden. Zukünftige Studien sollten zudem die Wirksamkeit von der Förderung visueller Wahrnehmungsleistungen bei Kindern mit motorischen Auffälligkeiten, Lernstörungen und nach kindlichen Schlaganfällen prüfen. Eine Präzisierung der Diagnose „Visuelle Wahrnehmungsstörung“ ist notwendig.

Abstract

Visual perception is an important cognitive ability with major influence on child development. To support the results of studies published previously the visual perceptual abilities of children suffering from dyslexia, dyscalculia, and developmental coordination disorder as well as children that had a perinatal or early childhood stroke are compared.

Different models of visual perceptual processing exist. The present work refers to Frostig's three level model describing visual perception as an exceptional level between sensation and cognition. As the diagnosis "Visual Perceptual Disorder" is neither provided by the ICD-10 nor by the DSM-5 the guidelines of the "Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften (AWMF)" (German working committee of the scientific medical professional associations) are used within the framework of this dissertation.

The scores of 241 children aged between 9 and 14 years on the German version of the Developmental Test of Visual Perception - Adolescent and Adult (DTVP-A) are compared. The nonparametric Kruskal-Wallis-H-Test was used for comparative analyses. Furthermore the percentage of children of the different groups who achieved clinical relevant scores and those children who have visual perceptual disorders based on the guidelines of the AWMF are presented.

Children with dyslexia achieve superior results compared to children from the other groups. Based on pairwise comparisons results of the main scale "General Visual Perception Index" tend to differ between the dyscalculia and the dyslexia group. No significant differences between groups are found in the subscale "Motor-Reduced Visual Perception Index". In the subscale "Visual-Motor Integration Index" stroke and dyslexia group differ significantly in pairwise comparisons. Further significant differences are observed in the pairwise group comparisons of the scores in the subtests "Form Constancy" (dyslexia vs. dyscalculia), "Copying" (dyscalculia vs. coordination disorder) and "Visual-Motor Speed" (dyslexia vs. dyscalculia and dyslexia vs. stroke).

39 % of the children suffering from dyscalculia, 36 % of the children who suffered a stroke, 33 % of the children with coordination disorder and 11 % of those with dyslexia achieve clinical relevant scores (= scores at least 1.5 *SD* below standardized average) on the "General Visual Perception Index". Children within the stroke group remarkably often achieve clinical relevant scores in the "Visual-Motor Integration Index" (43 %) as well as in the subtests "Visual Closure" and "Form Constancy" (18 %, respectively). A large amount of children with dyslexia achieve clinical relevant results in the subtests "Copying" and „Visual Closure“ (17 %, respectively). Within the dyscalculia group a large number of children perform 1.5 *SD* below average in the subtests "Visual Closure" (23 %), "Form Constancy", "Copying" and "Visual-Motor Search" (26 %, respectively). Children with coordination disorder most frequently achieve clinical relevant results in the subtests "Copying" (38 %), "Form Constancy" (24 %), "Visual Closure" (19

%), "Figure-Ground" and "Visual-Motor Search" (14 %, respectively). Interestingly, as compared to the other groups children with dyslexia show less overall visual perceptual deficits.

A "Visual Perceptual Disorder" according to the AWMF-criteria (total score 1.5 *SD* below average on the DTVP-A and 1.5 *SD* below the "General IQ") can be diagnosed for 11 % of the children of the stroke group and for 3 % of the dyslexia as well as the dyscalculia group. When using the "Verbal Comprehension Index" as reference score instead of the "General IQ" this pattern changes: 21 % of the stroke, 3 % of the dyslexia and 13 % of the dyscalculia group preserve the diagnosis.

Concluding, the results presented in this dissertation thesis show the high incidence of visual perceptual deficits in children with developmental problems. As deficits in visual perceptual abilities differ between groups it seems important to use standardized visual perceptual tests in developmental diagnostics and intervention design. Furthermore, the diagnosis "Visual Perceptual Disorder" has to be defined more precisely. Hence, further studies on the role of visual perceptual deficits in children with developmental disorders such as developmental coordination disorder, dyscalculia, dyslexia and childhood stroke seem necessary. The same holds for studies on the effectiveness of visual perceptual therapies.

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis.....	VI
Tabellenverzeichnis.....	VII
Kastenverzeichnis.....	IX
Abkürzungen.....	X
Einleitung.....	1
Wissenschaftliches Tätigkeitsfeld.....	3
Publikationen.....	4
THEORETISCHER HINTERGRUND.....	5
1 Visuelle Wahrnehmung.....	5
1.1 Visuelle Wahrnehmungsfähigkeiten.....	5
1.2 Entwicklung der visuellen Wahrnehmungsfähigkeiten.....	8
1.3 Visuelle Wahrnehmung in Intelligenzkonzepten.....	9
1.4 Visuelle Wahrnehmungsdefizite.....	12
2 Wahrnehmungsdefizite bei Entwicklungsauffälligkeiten.....	18
2.1 Lernstörungen.....	18
2.2 Motorische Entwicklungsstörungen.....	26
2.3 Entwicklungsauffälligkeiten nach Schlaganfall in der Kindheit.....	29
3 Fragestellung.....	31
EMPIRISCHER TEIL.....	35
4 Methoden.....	35
4.1 Beschreibung der Stichproben.....	35
4.2 Erhebungsinstrumente.....	38
4.2.1 Visuelle Wahrnehmungsleistungen.....	38
4.2.2 Intelligenz.....	39
4.2.3 Lesen und Schreiben.....	41
4.2.4 Rechnen.....	42
4.2.5 Motorische Fähigkeiten.....	42
4.3 Statistische Verfahren.....	42
5 Ergebnisse.....	46
5.1 Gruppenvergleiche zu den visuellen Wahrnehmungsleistungen.....	46
5.2 Gruppenvergleiche zu den Intelligenzleistungen.....	49
5.3 Studienspezifische Gruppenvergleiche.....	53

5.4	Anteil der Kinder mit visuellen Wahrnehmungsdefiziten	54
5.5	Klinisch auffällige visuelle Wahrnehmungsleistungen	56
5.6	Angaben zu visuellen Wahrnehmungsstörungen	58
5.7	Zusammenhänge zwischen der visuellen Wahrnehmung und anderen Fähigkeiten	59
5.7.1	Visuelle Wahrnehmung und Motorik	59
5.7.2	Visuelle Wahrnehmung und Schulleistung.....	60
5.7.3	Visuelle Wahrnehmungsleistungen und Intelligenz.....	63
5.7.4	Intelligenz und Schulleistung.....	64
6	Diskussion.....	66
6.1	Unterschiede und Gemeinsamkeiten: Entwicklungsauffälligkeiten	68
6.2	Zusammenhänge zwischen visueller Wahrnehmung und Intelligenz.....	74
6.3	Visuelle Wahrnehmung und Schulleistungen	79
6.4	Visuelle Wahrnehmung und Motorik.....	81
7.	Schlussfolgerungen.....	82
7.1	Diagnose „Visuelle Wahrnehmungsstörung“	82
7.2	Therapeutische Förderung entwicklungsauffälliger Kinder	85
8.	Kritik und Limitationen	88
9.	Ausblick.....	89
	Literaturverzeichnis.....	90
	Anhang	101

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Das Neuropsychologische Gebäude des Rechenerwerbs (entnommen aus Jacobs et al., 2013, S. 188).	19
Abbildung 2:	Kausalmodell zu den Einflussfaktoren für die Entwicklung von Rechenleistungen (modifiziert nach Landerl & Kaufmann, 2013)..	20
Abbildung 3:	Mehrebenen-Ursachenmodell der LRS (aus Schulte-Körne & Remschmidt, 2003, S. A397).....	22
Abbildung 4:	Gruppenspezifische Verteilung der Leistungen in „Allgemeine visuelle Wahrnehmung“	47
Abbildung 5:	Gruppenspezifische Verteilung der Leistungen in „Motorik-reduzierte visuelle Wahrnehmung“	48
Abbildung 6:	Gruppenspezifische Verteilung der Leistungen in „Visuo-motorische Integration“ ..	49
Abbildung 7:	Gruppenspezifische Verteilung der Leistungen im Gesamt-IQ.	51
Abbildung 8:	Gruppenspezifische Verteilung Leistungen im „Matrizentest“	52
Abbildung 9:	Gruppenspezifische Verteilung der Leistungen im „Wortschatztest“	52

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Übersicht über die empirischen Publikationen	4
Tabelle 2:	Primärfähigkeiten des sekundären Intelligenzfaktors „Visuelle Verarbeitung“ (modifiziert nach Horn & Blankson, 2012; Schneider & McGrew, 2012)	11
Tabelle 3:	Visuelle Wahrnehmungsstörungen in der Neuropsychologie	15
Tabelle 4:	Diagnosekriterien: Umschriebene Entwicklungsstörung motorischer Funktionen (modifiziert nach Blank et al., 2012)	27
Tabelle 5:	Erhebungszeitraum der Stichproben der empirischen Publikationen	35
Tabelle 6:	Ausgewählte Stichprobenmerkmale der untersuchten Kinder aller Studien	36
Tabelle 7:	Untertests des FEW-JE und erfasste Fähigkeiten	39
Tabelle 8:	Überblick über die in den Studien eingesetzten statistischen Verfahren	44
Tabelle 9:	Gruppenmittelwerte im FEW-JE	46
Tabelle 10:	Gruppenmittelwerte in der WISC-IV	50
Tabelle 11:	Prozentualer Gesamtanteil der Kinder mit visuellen Wahrnehmungsdefiziten	55
Tabelle 12:	Prozentualer Anteil der Kinder mit klinisch auffälligen Wahrnehmungsleistungen ...	57
Tabelle 13:	Prozentualer Anteil der Kinder mit visueller Wahrnehmungsstörung auf Skalen / Untertestebene unter Verwendung des Gesamt-IQ als Ankerwert	58
Tabelle 14:	Prozentualer Anteil der Kinder mit visueller Wahrnehmungsstörung auf Skalen / Untertestebene unter Verwendung des Indexwertes „Sprachverständnis“ als Ankerwert	59
Tabelle 15:	Überblick der Zusammenhänge zwischen visueller Wahrnehmung und Schulleistung	62
Tabelle 16:	Korrelationen zwischen IQ und „Allgemeine visuelle Wahrnehmung“	63

Kastenverzeichnis

Kasten 1:	Zusammenfassung der visuellen Wahrnehmungsdefizite der Gruppen	72
Kasten 2:	Zusammenfassung der kognitiven Defizite der Gruppen	74

Abkürzungen

AWMF	Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften
DGKJP	Deutsche Gesellschaft für Kinder- und Jugendpsychiatrie und -psychotherapie
ELFE 1-6	Ein Leseverständnistest für Erst- bis Sechstklässler
DTVP	Developmental Test of Visual Perception
DTVP-2	Developmental Test of Visual Perception - 2
DTVP-A	Developmental Test of Visual Perception - Adolescent and Adult
FEW-2	Frostigs Entwicklungstests der visuellen Wahrnehmung -2
FEW-JE	Frostigs Entwicklungstest der visuellen Wahrnehmung - Jugendliche und Erwachsene
HAWIE-R	Hamburg Wechsler Intelligenztest für Erwachsene - Revision
K-ABC	Kaufman Assessment Battery for Children
KG	Kontrollgruppe
LGVT 6-12	Lesegeschwindigkeits- und -verständnistest für die Klassen 6-12
LRS	Lese-Rechtschreibstörung
M-ABC-2	Movement Assessment Battery for Children -2
MAK	Motorisch auffällige Kinder
NSL	Nichtsprachliche Lernstörung
ROCF	Rey-Osterrieth Complex Figure Test
RS	Rechenstörung
RS 1	Gruppe der Kinder mit einer Rechenstörung, deren IQ unterdurchschnittlich ist
RS 2	Gruppe der Kinder mit einer Rechenstörung, deren IQ durchschnittlich ist
RZD 2-6	Rechenfertigkeiten- und Zahlenverarbeitungs-Diagnostikum für die 2. Bis 6. Klasse
SA	Schlaganfall
TVPS-R	Test of Visual-Perceptual Skills (Non-Motor)-Revised
UEMF	Umschriebene Entwicklungsstörung der motorischen Funktionen
WISC-IV	Wechsler Intelligence Scale for Children -IV
WNV	Wechsler Nonverbal Scale of Ability
ZLT-II	Zürcher Lesetest-II
ZVW	Zentral-visuelle Wahrnehmung

Einleitung

Visuelle Wahrnehmung wird häufig als der einflussreichste menschliche Sinn beschrieben. Bei der Wahrnehmung der externen Welt spielt dieser Sinn eine dominante Rolle. Weil das visuelle System so komplex ist, fällt es schwer, sich vorstellen, welchen Einfluss visuelle Wahrnehmungsdefizite auf das tägliche Leben haben (Schneck, 2010).

Die Pionierin im Bereich der Diagnostik und Förderung visueller Wahrnehmungsleistungen war Marianne Frostig. Sie definierte die visuelle Wahrnehmung als Fähigkeit, visuelle Stimuli zu erkennen, zu diskriminieren und durch Verknüpfung mit früheren Erfahrungen zu deuten. Zudem schlussfolgerte sie aus ihrer jahrelangen praktischen Arbeit als Lerntherapeutin, dass Lernstörungen mit defizitären Wahrnehmungsleistungen einhergehen. Sie beobachtete beispielsweise, dass Kinder, die Schwierigkeiten beim Lesen und Schreiben zeigten, ebenfalls Defizite beim Bearbeiten einfacher visueller Wahrnehmungsaufgaben aufwiesen (Frostig, 1972, 1994a, 1994b). Auf diesen Beobachtungen basierend entwickelte sie ein Testverfahren zur Erfassung der visuellen Wahrnehmungsleistungen, den Developmental Test of Visual Perception (DTVP; Frostig, Lefever & Whittlesey, 1961, 1966; Maslow, Frostig, Lefever & Whittlesey, 1964) sowie verschiedene Wahrnehmungstrainings wie beispielsweise das Developmental Program in Visual Perception (Frostig, Horne & Miller, 1966).

Der DTVP wurde von Hammill, Pearson und Voress (1993) überarbeitet und weiter entwickelt (DTVP-2) und von Büttner, Dacheneder, Schneider und Weyer (2008) ins Deutsche übersetzt und unter dem Namen Frostigs Entwicklungstests der visuellen Wahrnehmung -2 (FEW-2) herausgegeben. Parallel ergänzten und adaptierten Reynolds, Pearson und Voress (2002) die Aufgaben des DTVP für die Erfassung der visuellen Wahrnehmungsleistungen im Jugendlichen- und Erwachsenenalter im Developmental Test of Visual Perception - Adolescent and Adult (DTVP-A). Die deutsche Adaption des DTVP-A ist für Kinder, Jugendliche und Erwachsene ab neun Jahren normiert. Hierbei handelt es sich um Frostigs Entwicklungstest der visuellen Wahrnehmung - Jugendliche und Erwachsene (FEW-JE; Petermann, Waldmann & Daseking, 2013). Der FEW-JE wird im Rahmen dieser Dissertation verwendet. Er ermöglicht eine standardisierte Erfassung der visuellen Wahrnehmungsleistungen bei Kindern und Jugendlichen. Dadurch bietet sich die Chance, die visuellen Wahrnehmungsleistungen von Kindern und Jugendlichen mit diesen Auffälligkeiten systematisch zu überprüfen und miteinander zu vergleichen.

In der psychologischen Diagnostik nimmt die Durchführung psychometrischer Testverfahren einen wesentlichen Stellenwert ein. Besonders bei Kindern und Jugendlichen sind die Ergebnisse in psychometrischen Testverfahren unabdingbar, um Fragestellungen bezüglich des Entwicklungsniveaus und der kognitiven Leistungsfähigkeiten zu beantworten. Der Einsatz standardisierter Testverfahren kann das Aufdecken von Störungen und Stellen von Entwicklungsprognosen sowie das Ermitteln eines entsprechenden Förderbedarfs erleichtern (vgl. Daseking, Janke & Petermann, 2006).

Ergebnisse der empirischen Forschung geben Hinweise auf das Vorliegen von visuellen Wahrnehmungsdefiziten bei Kindern mit verschiedenen Entwicklungsauffälligkeiten. Besonders bei Kindern mit Lese-Rechtschreibstörung (LRS) oder Rechenstörung (RS) zeigen sich visuell-räumliche Wahrnehmungsdefizite (Knievel, Daseking & Petermann, 2010; Lonnemann, Linkersdörfer, Hasselhorn & Lindberg, 2011; Pache, Weber, Klumpp, Gutzwiller & Kaiser, 2004; Weber, Pache, Kaiser & Lütschg, 2002), aber auch bei Kindern mit motorischen Einschränkungen (MAK; Kastner et al., 2011) sowie nach Schlaganfällen (SA) im Kindesalter (Everts et al., 2008). Diese visuellen Wahrnehmungsdefizite wurden bislang nicht ausreichend erforscht.

Die vorliegende Dissertation untersucht die visuellen Wahrnehmungsleistungen von Kindern und Jugendlichen ab neun Jahren, die Entwicklungsauffälligkeiten aufweisen. Hierzu wurden die visuellen Wahrnehmungsleistungen von Kindern mit LRS, Kindern mit RS und MAK sowie von Kindern, die in ihrer Vergangenheit von einem perinatalen oder frühkindlichen SA betroffen waren, untersucht.

Die Arbeit ist in zwei Hauptteile untergliedert. Im ersten Abschnitt - dem theoretischen Rahmen - erfolgt im ersten Kapitel zunächst eine Beschreibung der visuellen Wahrnehmungsfähigkeiten und der Entwicklung der visuellen Wahrnehmungsleistungen. Darauf folgt eine Einordnung der visuellen Wahrnehmungsleistungen in das CHC-Modell, um die Verknüpfung von visuellen Wahrnehmungs- und Intelligenzleistungen darzustellen. Im Anschluss werden die bestehenden Ansätze zur Definition von visuellen Wahrnehmungsstörungen beschrieben. Im zweiten Kapitel werden die im Rahmen der Dissertation untersuchten Entwicklungsauffälligkeiten im Lesen, Schreiben und Rechnen sowie in den motorischen Funktionen und nachkindlichen Schlaganfällen dargestellt und die mit ihnen assoziierten visuellen Wahrnehmungsdefizite skizziert. Aufbauend auf der in den ersten beiden Kapiteln dargestellten Theorie erfolgt im dritten Kapitel eine Herleitung der Fragestellungen.

Der empirische Teil beginnt mit einer Darstellung der Methoden in Kapitel vier. Dieses Kapitel beinhaltet eine Beschreibung des Projektablaufs, der untersuchten Stichproben, der verwendeten Testverfahren und der eingesetzten statistischen Analysen. Im fünften Kapitel werden einige ausgewählte Ergebnisse aus den Studien dargestellt sowie darüberhinausgehende Vergleiche zwischen den einzelnen Gruppen berechnet. Die Ergebnisse werden im Anschluss daran im sechsten Kapitel diskutiert. Hierzu erfolgt zunächst eine Skizzierung der visuellen Wahrnehmungsauffälligkeiten, die die Kinder aus den einzelnen Gruppen gemeinsam haben und eine Gegenüberstellung ihrer Defizitprofile. Im Anschluss daran werden die zwischen den visuellen Wahrnehmungs- und Intelligenzleistungen ermittelten Zusammenhänge interpretiert und Schlussfolgerungen für mögliche Diagnosekriterien für visuelle Wahrnehmungsstörungen abgeleitet.

Wissenschaftliches Tätigkeitsfeld

Die Promotion im Fach Klinische Psychologie mit dem Schwerpunkt Diagnostik fand am Zentrum für Klinische Psychologie und Rehabilitation (ZKPR) der Universität Bremen statt. Der Schwerpunkt des Forschungsgebietes umfasste innerhalb der Arbeitsgruppe Testentwicklung die Erhebung der kognitiven Leistungen von Kindern, Jugendlichen und Erwachsenen. Dies beinhaltete u. a. die Mitarbeit an der deutschen Adaption der Wechsler Adult Intelligence Scale - Fourth Edition (WAIS-IV; Petermann, 2012) und der Wechsler Nonverbal Scale of Ability (WNV; Petermann, 2014). Der inhaltliche Schwerpunkt der wissenschaftlichen Tätigkeit lag im Bereich der Diagnostik der visuellen Wahrnehmungsleistungen von Kindern und Jugendlichen mit Entwicklungsauffälligkeiten. Hierzu gehörte auch die Mitarbeit an Frostigs Entwicklungstest der visuellen Wahrnehmung (FEW-JE; Petermann et al., 2013).

Neben den promotionsrelevanten Studien wurden innerhalb der Forschungstätigkeit zusätzlich die folgenden Studien und Kongressbeiträge verfasst:

Daseking, M., Werpup-Stüwe, L., Wienert, L. M., Menke, B., Petermann, F. & Waldmann, H.-C. (2015). Sprachfreie Intelligenzdiagnostik bei Kindern mit Migrationshintergrund. *Kindheit und Entwicklung, 24*, 253-251.

Werpup, L., Petermann, F. & Daseking, M. (2011). Schlaganfall im Kindes- und Jugendalter: Klinisches Bild, Versorgungssituation und elterliche Beanspruchung. *Aktuelle Neurologie, 38*, 68-74.

Werpup, L., Petermann, F. & Daseking, M. (2011). Schlaganfälle im Kindes- und Jugendalter- Versorgungssituation und familiäre Belastungen [Abstract]. In *Deutsche Rentenversicherung Bund (Hrsg.), 20. Rehabilitationswissenschaftliches Kolloquium. Nachhaltigkeit und Vernetzung von 14. Bis 16. März 2011 in Bochum.* (S. 522-523). Berlin: Heenemann.

Werpup-Stüwe, L., Petermann, F. & Daseking, M. (2015). Der Einfluss von visuellen Wahrnehmungsleistungen auf die Ergebnisse in der Wechsler Nonverbal Scale of Ability (WNV). *Das Gesundheitswesen, 77*, 1-6.

Werpup, L., Petermann, F., Fischer, C. & Daseking, M. (2013). Visual perceptual abilities after perinatal and early childhood stroke [Abstract]. *Perception, 42 Supplement, 76.*

Publikationen

Die vorliegende kumulative Dissertation basiert auf den empirischen Publikationen, die in Tabelle 1 dargestellt werden. Die Publikationen werden in der Dissertation durch arabische Ziffern gekennzeichnet.

Tabelle 1: Übersicht über die empirischen Publikationen

Studie 1 (vgl. Anhang C)
Werpup-Stüwe, L., Petermann, F. & Daseking, M. (2014). Visuelle Wahrnehmungsstörungen nach kindlichen Schlaganfällen. <i>Monatsschrift Kinderheilkunde</i> , 162, 1018-1025.
Studie 2 (vgl. Anhang D)
Werpup-Stüwe, L. & Petermann, F. (2015). Visuelle Wahrnehmungsleistungen bei Kindern mit Leserechtschreibstörung. <i>Zeitschrift für Kinder- und Jugendpsychiatrie und Psychotherapie</i> , 43, 195-205.
Studie 3 (vgl. Anhang E)
Werpup-Stüwe, L. & Petermann, F. (eingereicht). Visuelle Wahrnehmungsdefizite bei Kindern mit Rechenstörungen. <i>Zeitschrift für Entwicklungspsychologie und Pädagogische Psychologie</i> .
Studie 4 (vgl. Anhang F).
Werpup-Stüwe, L. & Petermann, F. (2015). Visuelle Wahrnehmungsleistungen bei motorisch auffälligen Kindern - eine Pilotstudie. <i>Praxis der Kinderpsychologie und Kinderpsychiatrie</i> , 64, 601-614.

THEORETISCHER HINTERGRUND

1 Visuelle Wahrnehmung

Visuelle Wahrnehmung ist ein dynamischer Prozess, bei dem Informationen über sensorische Impulse aufgenommen werden. Diesen Informationen wird, basierend auf Vorerfahrungen, eine Bedeutung zugeordnet. Dieser konstruktive Vorgang bildet die Grundlage der wahrgenommenen Realität (vgl. Brown, Mullins & Stagnitti, 2008; Reynolds et al., 2002). Der visuelle Wahrnehmungsprozess ist schwer von Intelligenzleistungen abzugrenzen, da beide durch Bottom-up- und Top-down-Beziehungen miteinander verknüpft sind.

Neuronal bestehen zwei anatomisch und funktional spezialisierte, aber eng miteinander verknüpfte visuelle Projektionssysteme: das dorsale und das ventrale visuelle System. Sie verlaufen vom primären visuellen Kortex (V1, Area 17) hin zu extrastriären kortikalen Arealen im Parietal- und Temporallappen. Die dorsale visuelle Route dient vorwiegend der Analyse visuell-räumlicher Information (Bewegung, Tiefe, Position, Orientierung, dreidimensionale Merkmale von Objekten). Sie verläuft von Area 17 zu Arealen des oberen Temporallappens und des superioren Parietallappens (Area 5 und 7; vgl. Kerkhoff, 2002). Über den dorsalen Strang werden die Informationen aus dem visuellen System über den Parietallappen in den Prämotorkortex weitergeleitet. So kann die räumliche Orientierung direkt zur motorischen Kontrolle genutzt werden (Jäncke, 2013). Die ventrale visuelle Route befasst sich hingegen mit der Mustererkennung (Analyse von Formen, Farben, Objekten, Gesichtern und komplexen räumlich-topographischen Szenen). Sie führt von Area 17 in Areale des unteren Temporallappens (V4, infero-temporaler Kortex). Der dorsale Pfad erhält seinen Input überwiegend aus peripheren, der ventrale Pfad aus fovealen Gesichtsfeldrepräsentationen der vorgeschalteten extrastriären visuellen Areale (Kerkhoff, 2002).

Da in der Fachliteratur unterschiedliche Definitionen des Konstruktes „Visuelle Wahrnehmung“ existieren und unterschiedliche Wahrnehmungsfähigkeiten benannt werden, sollen im folgenden Abschnitt zunächst die Begriffe definiert werden. Darauf folgt ein kurzer Überblick über die kindliche Entwicklung der visuellen Wahrnehmungsfähigkeiten. Im Anschluss werden die visuellen Wahrnehmungsleistungen in Intelligenzkonzepte eingeordnet. Der letzte Abschnitt widmet sich den unterschiedlichen Definitionen der visuellen Wahrnehmungsstörung.

1.1 Visuelle Wahrnehmungsfähigkeiten

Die visuelle Wahrnehmung als psychologisches Konstrukt wird in der Literatur unterschiedlich definiert. Nach Dacheneder (2009) existieren drei unterschiedliche Modellformen. Im einfachsten Modell wird die Wahrnehmung als Inbegriff der Informationsaufnahme gesehen. Die visuelle Wahrnehmung

umfasst hier den gesamten rezeptiven Prozess. Es besteht keine Differenzierung zwischen der Sinnesaufnahme, der Weiterleitung und dem Erleben der Sinneseindrücke bis hin zum Verstehen des Gesehenen.

Einige Autorengruppen gehen von einem zweistufigen Wahrnehmungsprozess aus, der sich aus einer visuell-rezeptiven Komponente (Sensation), bei der die visuell empfangenen Stimuli aus der Umgebung extrahiert und organisiert werden, und einer visuell-kognitiven Komponente, die zur Interpretation des Gesehenen benötigt wird und ihm eine Bedeutung verleiht, zusammensetzt (Schneck, 2010). Sensation bezieht sich auf das einfache Bewusstwerden von Sinneseindrücken, wie beispielsweise Farbigkeit, Bewegtheit oder auch Unregelmäßigkeit in der Form. Die visuelle Wahrnehmung wird als Teil der Kognition gesehen. Hierbei handelt es sich um bewusste Erfahrungen, die durch aktive Prozesse der Selektion, Organisation und Interpretation der Informationen erfolgen (Dacheneder, 2009).

Die kognitive Komponente umfasst die folgenden Aspekte: die „visuelle Aufmerksamkeit“, das „visuelle Gedächtnis“, das „visuelle Vorstellungsvermögen“ und die „visuelle Unterscheidung.“ Auf der Basis der visuellen Aufmerksamkeit und des visuellen Gedächtnisses können Stimuli kategorisiert werden. Diese Fähigkeiten werden benötigt, um Ähnlichkeiten und Unterschiede zwischen Formen und Symbolen unterschiedlicher Komplexität zu ermitteln und diese mit Gedächtnisinhalten abzugleichen. Beim visuellen Vorstellungsvermögen handelt es sich um eine Leistung, bei der man sich anhand der verbalen Beschreibung eines Objektes visuell vorstellt, wie es aussieht (Schneck, 2010).

Die Fähigkeiten der visuellen Unterscheidung lassen sich den zwei Verarbeitungspfaden zuordnen. Der ventrale Pfad dient der Objekt- und Formwahrnehmung, also der Identifikation von Objekten durch ihre Farbe, Oberflächenstruktur, Form und Größe (dem Was?). Bei den auf diesem Wege verarbeiteten visuellen Wahrnehmungsfähigkeiten handelt es sich um Formkonstanz, Gestaltschließen und Figur-Grund-Unterscheidung. Über den dorsalen Pfad werden überwiegend Informationen verarbeitet, die der räumlichen Orientierung dienlich und für die motorischen Prozesse entscheidend sind (dem Wo?). Auf diesem Weg werden die kategoriale Situation (Unterscheidung in oben/unten, links/rechts) und die koordinierte Raumwahrnehmung (Erfassen bestimmter Orte, die für spezifische Bewegungen relevant sind), die Lage von Objekten im Raum, ihre räumliche Beziehung (in/vor/zwischen), die dreidimensionale Tiefenwahrnehmung und die topografische Orientierung verarbeitet (Goodale, 2013; Schneck, 2010).

Andere Autorengruppen gehen von einem dreistufigen visuellen Wahrnehmungsmodell aus (u. a. Frostig et al., 1961; Hammill et al., 1993). Der Wahrnehmungsprozess wird in Sinnesempfindung, Wahrnehmung und Kognition unterteilt. Die visuelle Wahrnehmung wird dabei als Verbindungsglied zwischen der Sinnesempfindung (passive Reaktion der Rezeptorzellen) und der Kognition (komplexere Prozesse wie gesprochene und geschriebene Sprache, Denken und Schlussfolgern) gesehen. Die visu-

ellen Wahrnehmungsfähigkeiten beinhalten dabei beispielsweise das Wiedererkennen und Identifizieren von Formen, Objekten und Farben. Hierdurch ist eine Person dazu in der Lage, genaue Angaben über die Größe, die Gestalt und das räumliche Verhältnis von Objekten zu machen (Reynolds et al., 2002).

In diesem dreistufigen Modell lassen sich vier visuelle Wahrnehmungsfähigkeiten unterscheiden: „Formkonstanz“, „Figur-Grund-Unterscheidung“, „Lage im Raum“ und „Räumliche Beziehungen“. Aufgaben zur Erfassung der Formkonstanz beinhalten das Erkennen von dominanten Merkmalen bestimmter Figuren oder Formen, wenn diese in verschiedenen Größen, Schattierungen, Lagen und mit unterschiedlicher Oberflächenstruktur vorkommen. Die Fähigkeit, bestimmte Figuren, die in einen allgemeinen sensorischen Hintergrund eingebaut sind, zu erfassen, wird als „Figur-Grund-Unterscheidung“ bezeichnet. Die Fähigkeit „Lage im Raum“ erfordert das Beachten von Spiegelungen und Rotationen von Figuren. Der Aspekt „Räumliche Beziehungen“ umfasst die Analyse von Formen und Mustern in Bezug zum eigenen Körper und zum Raum (Reynolds et al., 2002).

Die Qualitätskommission der Deutschen Gesellschaft für Sozialpädiatrie und Jugendmedizin (DGSPJ) beschreibt ähnliche visuelle Wahrnehmungsfunktionen: Erkennen und Differenzieren von Größe und Form. Hierbei handelt es sich um die Figur-Grund-Wahrnehmung (= Analysieren und Zusammenfügen von Figuren, Wörtern und Sätzen vor anderem strukturiertem Hintergrund), die Formkonstanz, die Wahrnehmung der Lage im Raum (= Wahrnehmung des Körpers, eines Körperteils oder eines Gegenstandes in seiner ruhenden oder sich bewegenden Beziehung zur Umwelt), die Wahrnehmung räumlicher Beziehungen, Objektlokalisierung im Raum (= Fähigkeit, die Lage von zwei oder mehreren Gegenständen zu beobachten und ihrer Beziehung zueinander wahrzunehmen), die visuelle Mengenerfassung, die Farberkennung und -zuordnung sowie die Helligkeit (vgl. Rosenkötter, Kühne, Kull & Weyhreter, 2007).

Auch in der ergotherapeutischen Förderung werden die vier spezifischen Typen der visuellen Wahrnehmung nach Frostig (vgl. u. a. Frostig et al., 1961; Frostig, Lefever, et al., 1966) unterschieden. Die Wahrnehmung der Formkonstanz stellt demnach die Fähigkeit dar, ein bestimmtes Merkmal eines Gegenstandes oder einer Person trotz wechselnder Bedingungen zu erkennen. Bei den Merkmalen handelt es sich u. a. um die Form, die Größe, die Schattierung die Lage oder die Oberfläche. Hierzu wird auch das Transformieren einer zweidimensionalen Abbildung in die dreidimensionale Ebene und umgekehrt gezählt. So wird der Buchstabe „A“ immer als „A“ erkannt, unabhängig davon, in welcher Schriftart, Größe oder Farbe er dargestellt ist oder aus welcher Position er betrachtet wird (vgl. Günther & Jäger, 2004).

Die Figur-Grund-Wahrnehmung ist die Fähigkeit, eine bestimmte Figur vor ihrem Hintergrund zu erkennen. Hierbei wird die Aufmerksamkeit auf wichtige Reize gelenkt, und undeutliche Reize werden

ignoriert oder weniger deutlich wahrgenommen. Im Alltag entspricht dies z. B. der Fähigkeit, eine Person aus einer großen Menschenmenge zu entdecken, auch wenn sich viele andere Personen in unmittelbarer Nähe befinden. Das Erkennen der Lage im Raum bezieht sich auf die Fähigkeit, die räumliche Beziehung zwischen einem Objekt und der eigenen Person einzuschätzen. Entscheidend ist hierbei u. a. die Bestimmung von oben, unten, links, rechts sowie von Spiegelungen und Drehungen. So können u. a. eigene Körperteile oder der Stuhl neben der Person lokalisiert werden (vgl. Günther & Jäger, 2004). Kinder, die Schwierigkeiten in diesem Bereich haben, nehmen beispielsweise oftmals auch b als d, p als q, an als na, 6 als 9, 24 als 42 usw. wahr, was zu Schwierigkeiten beim Erlernen des Lesens, Schreibens und Rechnens führen kann (Reinartz & Reinartz, 1974).

Der Wahrnehmungstyp „Räumliche Beziehungen“ ist eine Weiterentwicklung von „Lage im Raum“. Hierbei geht es nicht nur um die Fähigkeit, Objekte in Bezug zur eigenen Person, sondern auch zueinander wahrzunehmen. Beim Hämmern wird z. B. sowohl die Lage des Nagels und des Hammers zur eigenen Person als auch die räumliche Beziehung zwischen den beiden wahrgenommen (vgl. Günther & Jäger, 2004).

1.2 Entwicklung der visuellen Wahrnehmungsfähigkeiten

Bereits in der 24. Schwangerschaftswoche sind die groben anatomischen Strukturen im Gehirn des Embryos vorhanden. Die visuellen Pfade sind zu diesem Zeitpunkt bereits ausgebildet. Bis zur Geburt des Kindes wird das visuelle System, insbesondere die Retina und der visuelle Kortex, einer umfassenden Reifung und Differenzierung unterzogen (Glass, 1993). Im fünften Schwangerschaftsmonat sind erste Augenbewegungen zu beobachten (DeQuiros & Schraner, 1979). Bei der Geburt verfügt das Kind bereits über die rudimentäre Fähigkeit, Stimuli visuell zu fixieren und kurz zu verfolgen. Das visuelle System ist zu diesem Zeitpunkt im Vergleich zu anderen sensorischen Systemen noch relativ unreif (Glass, 1993). Am Ende des zweiten Lebensmonats setzt die Fähigkeit zur Akkommodation und Konvergenz ein (Bouska, Kauffman & Marcus, 2006). Das Kind beginnt, scharf und stereoskopisch (räumlich) zu sehen. Die Akkommodation erreicht im fünften Lebensjahr ihre maximale Ausprägung. Im Kindergartenalter ist das Kind schließlich dazu in der Lage, vertikale, diagonale und kreisende Augenbewegungen in alle Richtungen kontrolliert durchzuführen (Schneck, 2010).

Einige visuell-kognitive Funktionen bestehen bereits von Geburt an, andere, höhere visuell-kognitive Funktionen entwickeln sich bis in die Adoleszenz (Schneck, 2010). Die Fähigkeit zur Figur-Grund-Unterscheidung verbessert sich stark im Alter von drei bis fünf Jahren und wird im Alter ab sechs bis sieben Jahren stabil. In diesem Zeitraum ist ein massiver Entwicklungsfortschritt der Formkonstanz zu verzeichnen, der sich in abgeschwächter Form bis ins achte oder neunte Lebensjahr fortsetzt. Ab dem neunten Lebensjahr ist die Objekt- bzw. Formwahrnehmung komplett ausgereift. Die Entwicklung der visuell-räumlichen Leistungen ist etwas später abgeschlossen. Die Fähigkeit, die Lage eines Objektes

im Raum zu erkennen, ist im Alter von sieben bis neun Jahren komplett entwickelt, während die Fähigkeit zum Ermitteln der räumlichen Beziehungen zwischen Objekten und im Bezug zum eigenen Körper sich noch bis ins zehnte Lebensjahr verbessern kann (vgl. Schneck, 2010; Williams, 1983).

1.3 Visuelle Wahrnehmung in Intelligenzkonzepten

Obwohl es sich bei der Intelligenz um eine der am besten erforschten Persönlichkeitseigenschaften handelt, fehlt es bis heute an einer einheitlichen Definition des Konzeptes der „Intelligenz“. Ein Grund hierfür ist, dass sich das Konstrukt „Intelligenz“ aus verschiedenen Perspektiven und Forschungsansätzen entwickelt hat. Zudem ist Intelligenz nicht direkt messbar, sondern kann nur in Leistungssituationen ermittelt werden (Holling, Preckel & Vock, 2004; Petermann, 2006).

An dieser Stelle kann kein allumfassender Überblick über sämtliche Intelligenzmodelle gegeben werden. Daher werden lediglich die für die vorliegende Arbeit relevantesten Konzepte kurz dargestellt. Der erste Forscher, der Generalfaktoren der Intelligenz beschrieb, auf dem alle kognitiven Leistungen basieren, war Spearman (1904). Er nahm zudem an, dass diese allgemeine Intelligenz hierarchisch auf mehreren intellektuellen Fähigkeiten (spezifischen Faktoren) aufbaut (vgl. Wasserman, 2012). Intelligenztests aus der Wechsler-Reihe wurden mit dem Ziel konzipiert, Spearmans Generalfaktoren zu erhalten (Holling et al., 2004).

Im Zwei-Komponenten-Modell nach Horn und Cattell (1966) werden zwei Intelligenzfaktoren unterschieden: die fluide und die kristalline Intelligenz. Die fluide Intelligenz gilt als genetisch vorbestimmt und wird auch als Fähigkeit zum Problemlösen und Schlussfolgern umschrieben. Die kristalline Intelligenz umschreibt hingegen die Fähigkeit, Lernerfahrungen und kulturabhängige Einflüsse zur Lösung von Problemen anzuwenden (vgl. Wasserman, 2012). Die Three-Stratum-Theorie von Carroll (1993) basiert auf der Annahme, dass Intelligenz in drei Schichten aufgegliedert werden kann. Auf oberster Ebene des Konstrukts befindet sich die allgemeine Intelligenz (Stratum III). Die zweite Ebene (Stratum II) ist in acht Fähigkeitsbereiche aufgegliedert, zu denen u. a. die fluide Intelligenz und kristalline Intelligenz, aber auch Gedächtnis und Lernen, sowie basale Wahrnehmungsleistungen und die Verarbeitungsgeschwindigkeit gehören. Die unterste Ebene (Stratum I) beinhaltet 69 Fähigkeiten, die sich mehreren Fähigkeitsbereichen auf Stratum II zuordnen lassen. Die Fähigkeiten sind also nicht unabhängig voneinander (vgl. Wasserman, 2012).

Im Cattell-Horn-Carroll-Modell (CHC-Modell) werden die Konzepte aus dem Zwei-Komponenten-Modell und der Three-Stratum-Theorie integriert. Hierbei wurde die Drei-Ebenen-Struktur von Carroll übernommen (Schneider & McGrew, 2012). Das Zwei-Faktoren-Modell nach Cattell und Horn wurde um mehrere Faktoren erweitert. Einer dieser Faktoren, die „Visuelle Verarbeitung“ („Visual Processing“), erfasst die visuellen Wahrnehmungsleistungen (Horn & Blankson, 2012) und ist mit dem Faktor

„Basale visuelle Wahrnehmung“ („Broad visual perception“) im CHC-Modell vergleichbar. Einige Faktoren aus dem CHC-Modell wie das fluide Denken, das Kurzzeitgedächtnis, das Langzeitgedächtnis, die Verarbeitungsgeschwindigkeit und die Reaktions- und Entscheidungsgeschwindigkeit stehen nicht im Zusammenhang mit spezifischen sensorischen Systemen. Andere Faktoren sind abhängig von Sensorik und Motorik. Sie hängen mit klar definierten Regionen und Funktionen des zerebralen Kortex zusammen und haben gemein, dass sie schwer zu definieren sind. Hierzu gehört neben der auditiven Verarbeitung sowie den olfaktorischen, den taktilen, den kinesthetischen und den psychomotorischen Fähigkeiten auch die visuelle Verarbeitung (vgl. Schneider & McGrew, 2012).

Dieser Faktor beinhaltet das Erzeugen, Speichern, Abrufen und Transformieren strukturierter visueller Bilder (beispielsweise das mentale Umkehren oder Rotieren von Formen im Raum). Diese Fähigkeiten werden durch Aufgaben erfasst, zu deren Lösung die Wahrnehmung und Transformation von visuellen Gestalten, Formen und Bildern notwendig ist und durch Aufgaben, bei denen die räumliche Orientierung konstant gehalten werden muss, während die Objekte sich verändern oder bewegen. Die visuelle Verarbeitung wird als die Fähigkeit definiert, künstliche mentale Bilder (häufig in Verbindung mit gerade wahrgenommenen Bildern) zu verwenden, um Probleme zu lösen. Sobald die Augen visuelle Information verarbeitet haben, führt das Gehirn automatisch eine große Anzahl an Wahrnehmungsverarbeitung auf niedriger Ebene durch (Erkennen von Rändern und Kanten, Hell-Dunkel-Wahrnehmung, Farbunterscheidung, Bewegungswahrnehmung etc.). Die Ergebnisse der Wahrnehmungsverarbeitung auf niedriger Ebene werden von verschiedenen Prozessen höherer Ordnung verwendet, um Schlussfolgerungen zu komplexeren Aspekten der visuellen Bilder zu treffen (Objektwiedererkennung, Konstruieren von Modellen der räumlichen Gestalt, Bewegungseinschätzung etc.). Testverfahren, die die visuelle Verarbeitung erfassen, sind darauf ausgelegt, individuelle Unterschiede in diesen Verarbeitungsprozessen höherer Ordnung zu messen. Dazu gehört das Bemerken relevanter Informationen (z. B. „Da kommt ein Zug!“) und das Lösen von visuell-räumlichen Problemen (z. B. „Wie bekomme ich ein großes sperriges Möbelstück durch eine schmale Tür?“; vgl. Schneider & McGrew, 2012).

In Tabelle 2 sind die Primärfaktoren der visuellen Verarbeitung nach Horn und Blankson (2012) und Schneider und McGrew (2012) zusammengestellt. Der Primärfaktor „Visualisierung“ stellt nach Schneider und McGrew (2012) das Kernstück der visuellen Verarbeitung dar.

Tabelle 2: Primärfähigkeiten des sekundären Intelligenzfaktors „Visuelle Verarbeitung“ (modifiziert nach Horn & Blankson, 2012; Schneider & McGrew, 2012)

Primärfähigkeit	Engl. Bezeichnung	Beschreibung
Visualisierung	Visualization	Formen mental so zu manipulieren, dass man „sieht“, wie sie unter veränderten Bedingungen aussehen würden (z. B. rotiert, in der Größe verändert, teilweise verdeckt)
Räumliche Orientierung	Spatial orientation	Einzelteile visuell von ihrem Platz wegdecken und an eine andere Stelle setzen (z. B. Puzzleaufgaben)
Gestaltwahrnehmung	Speed of closure/ Closure speed/ Gestalt perception	eine Gestalt identifizieren, wenn einige Teile des Ganzen fehlen
Figur-Grund-Unterscheidung	Flexibility of closure	eine bestimmte Figur, die zwischen ablenkenden Linien und Figuren eingebettet ist, finden
Räumliches Planen	Spatial planning/ Spatial scanning	ein räumliches Feld inspizieren, um einen Weg hindurch zu finden (z. B. Labyrinth)
Figürliche Flexibilität	Figural flexibility	mögliche Anordnungen von visuellen Bildern ausprobieren und das Muster herausfinden, das den Bedingungen entspricht
Längenschätzen	Length estimation	die Länge von Distanzen zwischen Punkten schätzen
Figürliche Gewandtheit	Figural fluency	unter Verwendung der Linien einer Stimulusfigur verschiedene Figuren produzieren
Illusionen sehen	Seeing illusions	optische Illusionen in Tests wie dem „Müller-Lyer, Sanders, Poggendorf“* anzeigen
Rotationsgeschwindigkeit	Speeded rotation (Spatial relations)	Probleme schnell durch mentales Rotieren einfacher Bilder lösen (z. B. bei gedrehten Buchstaben schnell erkennen, ob sie gespiegelt dargestellt sind oder nicht)
Visuelles Gedächtnis	Visual memory	komplexe Bilder über eine kurze Zeitspanne (< 30 Sekunden) erinnern
Serielle Wahrnehmungsintegration	Serial perceptual integration	ein Objekt erkennen, nachdem einzelne Teile in schneller Folge gezeigt werden
Wahrnehmungswechsel	Perceptual alternatives	Beständigkeit in Wechselquote zwischen verschiedenen visuellen Wahrnehmungen (z. B. Necker Cube**)
Bildliche Darstellung	Imagery	mental sehr anschauliche Bilder erzeugen

Anmerkungen: * Diese Testverfahren erfassen z. B. optische Illusionen zur Längenschätzung von Linien. Wird bei zwei gleich langen Linien eine Linie mit nach außen weisenden Pfeilspitzen begrenzt (<->), sieht diese kürzer aus als die Linie, welche durch zwei nach innen weisende Pfeilspitzen begrenzt ist (>-<; vgl. Müller-Lyer, 1889). ** Necker Cube = Figur, bei der die Ränder so dargestellt sind, dass man nicht weiß, welche Seite nach vorne zeigt.

Im Gegensatz zum Drei-Ebenen-Modell rezeptiver Fähigkeiten (vgl. Kapitel 1.1) unterschieden Schneider und McGrew (2012) nicht zwischen Sinnesempfindung, Wahrnehmung und Kognition, sondern nur zwischen Sinnesempfindung und Wahrnehmung. Die Sinnesempfindung bezieht sich auf die Entdeckung eines Stimulus. Die Wahrnehmung beschreibt eine komplexe Verarbeitung sensorischer Informationen, um relevante Informationen daraus zu erschließen. Die Wahrnehmung soll einen Sinn ergeben. Diese Fähigkeiten umfassen Wahrnehmungsleistungen, beziehen sich aber auch auf eine übergeordnete und zielgerichtete Verarbeitung sensorischer Informationen (z. B. sich vorzustellen, wie anders ein Raum aussehen würde, wenn er in einer dunkleren Farbe gestrichen wäre). Die Definition des Primärfaktors „Visualisierung“ (vgl. Tabelle 2) ähnelt stark der basalen visuellen Wahrnehmungsleistung „Formkonstanz“ nach Reynolds et al. (2002); die Beschreibung des Primärfaktors „Figur-Grund-Unterscheidung“ (vgl. Tabelle 2) gleicht der Darstellung von „Figur-Grund-Unterscheidung“ nach Reynolds et al. (2002).

1.4 Visuelle Wahrnehmungsdefizite

Kinder mit visuellen Wahrnehmungsdefiziten fallen meist bereits im Kindergarten- und Vorschulalter dadurch auf, dass sie sich in bestimmten Bereichen langsamer entwickeln als Gleichaltrige. Im Spielverhalten meiden sie bestimmte Spielformen wie das konstruktive Bauen oder das Puzzeln. Zudem können sie in ihrer Malentwicklung mit Gleichaltrigen nicht mithalten. Sie malen selten gegenständlich und beim Ausmalen können sie die Begrenzungen nicht einhalten. Parallel scheinen viele dieser Kinder sich auf ihre sprachlichen Fähigkeiten zu konzentrieren (vgl. Dacheneder, 2009). Die visuelle Wahrnehmung kann durch unterschiedliche Faktoren verzögert bzw. gestört sein. Nach Rosenkötter et al. (2007) zählen hierzu familiäre Dispositionen, prä- und perinatale Erkrankungen, Hirnfunktionsstörungen, Deprivation sowie emotionale und soziale Beeinträchtigungen.

Ebenso uneinheitlich wie die Definition von visuellen Wahrnehmungsfähigkeiten ist die Definition von visuellen Wahrnehmungsdefiziten. Eine eindeutige Klassifikation „visuelle Wahrnehmungsstörung“ gibt es weder nach ICD-10 noch nach DSM-5. Im englischen Sprachraum wurde in den 1990er Jahren der Begriff „Cerebral visual impairment“ eingeführt, um die visuellen Wahrnehmungsdefizite bei Kindern zu beschreiben. Dieses Störungsbild wurde definiert als neurologische Störung der retrochiasmatischen visuellen Pfade, ohne dass eine gravierende Augenkrankheit vorliegt (Ortibus, de Cock & Lagae, 2011). Unter diesem Begriff lassen sich auch die „Cognitive visual dysfunctions“ einordnen. Hierbei handelt es sich um Einschränkungen bei der Analyse und Wahrnehmung visueller Informationen, also um Störungen in den höheren visuellen Funktionen (Fazzi et al., 2009).

Einen weiteren Ansatz zur Beschreibung klinisch auffälliger visueller Wahrnehmungsleistungen liefern Weber et al. (2002). Mit dem Begriff „Zentral-visuelle Wahrnehmung (ZVW)“ bezeichnen sie eine kognitive Leistung, die der Integration einzelner Wahrnehmungsobjekte zu einer Objektwahrnehmung,

der Assoziation des visuell Wahrgenommenen mit den eigenen Erfahrungen und Gedächtnisinhalten des Wahrnehmenden und der Nutzung der visuellen Objekterfassung zur Handlungsplanung und Verhaltensreaktion dient. Nach ihrer Auffassung können u. a. folgende Teilbereiche der ZVW gestört sein: visuelle Diskriminationsfähigkeit, Gestalterfassung, Formkonstanz, Figur-Hintergrund-Differenzierung und Ablenkbarkeit.

Aus neuropsychologischer Sicht lässt sich die hier verwendete Definition von visuellen Wahrnehmungsdefiziten als Störung der visuell kognitiven Leistungen einordnen. Hierzu werden die Differenzierung von Formen und Figuren, die Figur-Grund-Unterscheidung sowie die Objekt- und Gesichterkonstanz, also Teilleistungen, die vor allem im Dienst des visuellen Erkennens stehen, gezählt (vgl. Zihl & Priglinger, 2002).

Des Weiteren werden die im Rahmen von neurologischen Erkrankungen häufigen Störungen der visuellen Raumwahrnehmung und Raumkognition in die vier folgenden Kategorien aufgeteilt: räumlich-perzeptive Störungen, räumlich-kognitive Störungen, räumlich-konstruktive Störungen und räumlich-topografische Störungen (Kerkhoff, 2006). Räumliche Störungen spielen u. a. bei visuo-motorischen Leistungen (Zeichnen, räumliche Anordnung beim Schreiben und Rechnen) eine wichtige Rolle. Bei räumlich-perzeptiven Störungen kommt es zu Einbußen elementarer perzeptiver Leistungen wie Haupttraumachsen (visuelle Vertikale und Horizontale), Orientierungsschätzung (Fähigkeit zur Differenzierung verschiedener Neigungswinkel von Linien und Objekten), Längenschätzung (Ausdehnung innerhalb von Objekten), Distanzschätzung (räumliche Abstände zwischen Objekten), Formschätzung, Positionsschätzung (Genauigkeitsverlust sowie systematische Verschiebung der reproduzierten Positionen) sowie subjektive Geradeausrichtung und Linienhalbierung. Sie treten nach distinkten Läsionen parietookzipitaler Hirnregionen (meist der rechten Hemisphäre) auf. Posteriore Läsionen führen eher zu Defiziten in der Wahrnehmung der geometrischen Raumausdehnung oder der im Raum lokalisierten Objekte (Distanz, Länge), während anteriore Läsionen der parietookzipitalen Route Störungen der Haupttraumachsen und der visuellen Orientierungsschätzung verursachen (Kerkhoff, 2002).

Bei räumlich-kognitiven Störungen handelt es sich um Einbußen visueller Raumoperationen, die eine mentale Raumoperation erfordern (mentale Rotation, Maßstabstransformation). Parietale und parietookzipitale Hirnregionen beider Hemisphären scheinen hier eine wichtige Rolle zu spielen (Kerkhoff, 2002). Eine räumlich-konstruktive Störung liegt vor, wenn die einzelnen Elemente einer Figur mit der Hand nicht zu einem Ganzen zusammengesetzt werden können. Bei räumlich-topografischen Störungen bestehen Navigationsdefizite im vorgestellten oder realen dreidimensionalen Raum (Zihl, 2009). Räumliche Störungen spielen daher u. a. bei visuo-motorischen Leistungen (Zeichnen, räumlich Anordnung beim Schreiben und Rechnen) eine wichtige Rolle. Bei Orientierungsproblemen im realen oder vorgestellten dreidimensionalen Raum handelt es sich um räumlich-topografische Störungen. Sie tre-

ten nach (para)hippocampalen Läsionen auf oder als sekundäres Defizit beim Neglect oder Balint-Syndrom. Die Hauptursache der topografischen Orientierungsstörung nach ventralen Läsionen ist eine gestörte Aktualisierung und räumliche Vorstellung der eigenen Raumposition auf einer mentalen Landkarte bzw. die Speicherung dieser Informationen (Kerkhoff, 2002).

Basale Defizite stellen die zentralen visuo-perzeptiven Störungen dar. Häufige zentrale visuo-perzeptive Störungen sind Störungen des Gesichtsfeldes, der Sehschärfe und des Kontrastsehens, des Farbsehens sowie Stereopsis und das Balint-Syndrom. Bei Störungen des Gesichtsfeldes kann es sekundär zu Lesestörungen und einer Beeinträchtigung des Unterscheidens von Figur- und Objektdetails kommen. Beim Balint-Syndrom handelt es sich um eine bilaterale Einengung des Überblicks. Zusätzlich kommt es zu Störungen der räumlichen Orientierung, des Lesens und visuellen Erkennens sowie visuell abhängiger Handlungen wie beispielsweise dem Greifen (Zihl, 2009).

Im Rahmen dieser Arbeit werden die visuell-kognitiven und die räumlich-perzeptiven Störungen als visuelle Wahrnehmungsstörungen verstanden. Tabelle 3 gibt einen Überblick über die unterschiedlichen Störungen, die Defizite und ihre Lokalisation (ventraler vs. dorsaler Verarbeitungspfad).

Zudem bieten die Leitlinien der AWMF (2009) die Möglichkeit, die Diagnose einer (zentral-) visuellen Wahrnehmungsstörung zu stellen. Die Diagnostik erfolgt hierbei in Anlehnung an Diagnosekriterien anderer Entwicklungsstörungen. Die visuellen Wahrnehmungsleistungen sollten deutlich von der Norm und von dem allgemeinen kognitiven Niveau der Kinder abweichen. Hierbei sollten standardisierte Leistungs-, Entwicklungs- und Intelligenztests eingesetzt werden. Als doppeltes Diskrepanzmaß sollte eine signifikante Abweichung (1.5 bis 2 Standardabweichungen) im visuellen Wahrnehmungstest zum Normwert und zum IQ verwendet werden. Zudem ist es notwendig, die visuellen Wahrnehmungsstörungen von einer allgemeinen Intelligenzminderung abzugrenzen, sie zu spezifizieren und ihren Schweregrad abzuschätzen. Die Diagnoseleitlinien der AWMF werden aktuell durch die Gesellschaft für Neuropädiatrie überarbeitet.

In der Sozialpädiatrie werden klinisch auffällige visuelle Wahrnehmungsleistungen gemeinsam mit auditiven Wahrnehmungsdefiziten als „Umschriebene Entwicklungsstörungen der Wahrnehmung“ eingeordnet. In diesem Zusammenhang definieren Rosenkötter et al. (2007, S. 230) eine visuelle Wahrnehmungsstörung als „Störung von Funktionen der Wahrnehmung bei normaler Intelligenz und bei ungestörten Sinnesleistungen“. Sie beschreiben weiter, dass visuelle Wahrnehmungsstörungen in Kombination mit umschriebenen Entwicklungsstörungen auftreten bzw. dass sie Teil einer komplexen Entwicklungsstörung sein können. Zudem kommen visuelle Wahrnehmungsstörungen auch als Funktionsbeeinträchtigungen bei Intelligenzminderungen und Lernstörungen vor. Die Autoren empfehlen, in diesen Fällen die geistige Störung bei der Klassifikation nach dem ICD-10 als übergeordnete Störung anzugeben. Nach dieser Definition ist also keine Diskrepanz zwischen visueller Wahrnehmungsleistung

und Intelligenz erforderlich. Allerdings setzten Rosenkötter et al. (2007) eine durchschnittliche Intelligenz und ein normal entwickeltes Sehvermögen zur Definitionserfüllung voraus.

Tabelle 3: Visuelle Wahrnehmungsstörungen in der Neuropsychologie

Visuell-kognitive Störungen	
Lokalisation	ventral
Wahrnehmungsfähigkeiten	Formkonstanz Figur-Grund-Unterscheidung
Beschreibung	Beeinträchtigungen der Differenzierungsleistungen von Formen und Figuren, Figur-Grund-Unterscheidung, visuelle Konstanzleistungen (Form- und Größenkonstanz)
Visuell-räumliche Störungen	
Lokalisation	dorsal
Wahrnehmungsfähigkeiten	Lage im Raum räumliche Beziehungen
räumlich-perzeptiv	
Beschreibung	Verarbeitung visuell-räumlicher Informationen: Winkel, Abstände und Positionen zwischen und innerhalb von Objekten
räumlich-kognitiv	
Beschreibung	gedanklich-räumliche Operationen: mentale Rotation, Spiegelung, vorausschauendes Erkennen von Bewegungsabläufen/-richtungen
räumlich-konstruktiv	
Beschreibung	Umsetzung gedanklich-räumlicher Operationen in Handlungen: basteln, bauen, schreiben, packen usw.
räumlich-topografisch	
Beschreibung	fehlerhafte reale oder gedankliche Aktion im dreidimensionalen Raum (z. B. Orientierung im Raum oder Perspektivwechsel)

Des Weiteren gehen Rosenkötter et al. (2007, S. 231) davon aus, dass die „Existenz von Wahrnehmungsstörungen als diagnostische Entität [...] ausreichend gesichert“ ist. „Die Abgrenzung zu umschriebene Entwicklungsstörungen, zu allgemeinen und spezifischen Lernstörungen und Aufmerksamkeitsstörungen fällt jedoch oft schwer, und die therapeutische Relevanz ist nicht immer gesichert.“ Sie nehmen an, dass visuelle Wahrnehmungsstörungen mit einer Häufigkeit von 3 bis 8 % auftreten.

Ein Versuch, den visuellen Wahrnehmungsstörungen eine eigene Diagnosekategorie und -ziffer im ICD-10 zuzuordnen, wird in der Mehrdimensionalen Bereichsdiagnostik der Sozialpädiatrie unternommen. Hollmann, Schmid und Kretzschmar (2003) schlagen vor, visuelle Wahrnehmungsstörungen unter der Kategorie F88 (Andere Entwicklungsstörungen) einzuordnen. Sie benennen folgende vier zusätzliche Diagnoseziffern, die allerdings noch nicht empirisch validiert sind:

F 88.x2 Störung der visuellen Raumlageerfassung

F 88.x3 Störung der visuellen Erfassung und Differenzierung

F 88.x3 Störung der visuellen Figur-Grund-Wahrnehmung

F 88.x6 Visuo-motorische Koordinationsstörung

Zur Abklärung einer visuellen Wahrnehmungsstörung sollten eine umfassende neuropädiatrische Diagnostik und eine augenärztliche Untersuchung erfolgen. Neurologische- und Sehstörungen sind auszuschließen. Der Einsatz von bildgebenden Verfahren oder die Erstellung eines EEGs sind fakultativ. Differenzialdiagnostisch ist eine Abgrenzung zu einer allgemeinen Entwicklungsstörung entscheidend. Hierzu ist eine umfassende Entwicklungsdiagnostik notwendig, die die Durchführung eines Intelligenztests und eines visuellen Wahrnehmungstests beinhaltet (vgl. Rosenkötter et al., 2007).

Nach Dacheneder (2009) sollten bei der Beurteilung von Testergebnissen im Rahmen der Diagnose einer visuellen Wahrnehmungsstörung einige wichtige Punkte beachtet werden. Zunächst gelten Testergebnisse in einem Wahrnehmungstest als auffällig, wenn der Gesamtwert mindestens eine Standardabweichung unter dem Testmittelwert liegt. Auffällige Leistungen in einzelnen Untertests sind ebenfalls möglich. Hierbei sollte allerdings beachtet werden, dass ein Profil aus einzelnen intraindividuellen Stärken und Schwächen nicht immer interpretiert werden darf. Es sollte immer bedacht werden, dass Schwächen in einzelnen Untertest auch Scheinprofile darstellen können. Profilschwankungen ergeben sich oftmals aus einer geringen Reliabilität der Untertests oder unterschiedlichen Boden- und Deckeneffekten. Daher lässt sich aus einem einzelnen unterdurchschnittlichen Untertest nur dann ein Behandlungsbedarf ableiten, wenn diese Schwäche vom Kind nicht kompensiert werden kann und für seine weitere Entwicklung relevant ist.

Des Weiteren fordert Dacheneder (2009), differenzialdiagnostisch durch einen Augenarzt zu überprüfen, ob die Schwächen im Wahrnehmungstest primär den Sinnesapparat betreffen und gegebenenfalls durch eine augenärztliche Behandlung oder eine Brillenversorgung ausgeglichen werden können. Zudem empfiehlt er, die Aufmerksamkeitsleistung der Kinder zu überprüfen, da die in visuellen Wahrnehmungstests erzielten Ergebnisse auch durch Probleme in der Aufmerksamkeitssteuerung zustande kommen können. Hierfür liefert eine Beobachtung während der Testdurchführung erste Hinweise. Im

Einzelfall sollte eine spezifische Abklärung erfolgen und kontrolliert werden, ob die Symptome modalitätsspezifisch im Bereich der visuellen Wahrnehmung auftreten (visuelle Aufmerksamkeit, visuelles Scanning) oder ob eine komorbide modalitätsübergreifende Aufmerksamkeitsstörung besteht.

Dacheneder (2009) erachtet auch die Testung der allgemeinen Intelligenzleistung für unverzichtbar. Hierbei sollten sprachgebundene und nonverbale Aspekte erfasst werden. Die Feststellung der Intelligenzleistung sollte nicht nur erfolgen, um den zur Feststellung der Diagnose notwendigen Diskrepanzwert zur Leistung im visuellen Wahrnehmungstest zu ermitteln. Darüber hinaus ist die Überprüfung der Intelligenzleistung relevant, weil die visuelle Wahrnehmung nicht einfach nur eine Vorläuferfähigkeit der Intelligenz ist, sondern beide auch durch Bottom-up- und Top-down-Beziehungen miteinander in einer engen Wechselbeziehung stehen. Von einem Kind mit schwachen Intelligenzleistungen sind dadurch weniger differenzierte Wahrnehmungsleistungen zu erwarten. Eine Intelligenzminderung lässt sich andersherum jedoch nicht allein auf eine visuelle Wahrnehmungsstörung reduzieren.

Die klinisch erkennbaren Symptome von visuellen Wahrnehmungsstörungen sind nur selten spezifisch und betreffen meist mehrere Teilsysteme. Schwierigkeiten in der Hand-Auge-Koordination bestehen häufig bei feinmotorischen Problemen, eine Formkonstanzproblematik wird gelegentlich bei Kindern mit Lese-Rechtschreibschwäche beobachtet, und Schwächen im Erkennen räumlich-konstruktiver Beziehungen finden sich häufig bei Kindern mit Rechenschwäche (Rosenkötter et al., 2007).

Visuelle Wahrnehmungsstörungen spielen in der Literatur zur Entwicklung von Lernstörungen traditionell eine große Rolle. Sie gelten als unspezifische Vorläuferfähigkeiten für diese (Dacheneder, 2009). Schulkinder, die visuelle Wahrnehmungsstörungen haben, lassen sich meist leicht ablenken und ermüden schneller; sie verstehen die Anweisungen der Lehrer nicht oder nicht richtig und fragen deshalb häufig nach. In Gruppensituationen sind sie oftmals überfordert. Die Kinder schenken visuellen Reizen keine oder nur wenig Beachtung. Sie haben Probleme beim Erkennen relevanter visueller Merkmale (z. B. bei der Unterscheidung von Formen und Farben). Mehrfach fallen sie durch unkoordinierte fein- (z. B. beim Einhalten von Begrenzungen oder beim Anmalen) oder grobmotorische Bewegungen (z. B. beim Fangen von Bällen) auf sowie durch Unsicherheiten und Fehler beim Einschätzen von räumlichen Entfernungen und Positionen im Raum. Dies kann sich negativ auf das schulische Lernen, insbesondere auf das Erlernen der Kulturtechniken Lesen, Schreiben und Rechnen auswirken (Greisbach, 2010).

2 Wahrnehmungsdefizite bei Entwicklungsauffälligkeiten

Die im ICD-10 aufgeführten Entwicklungsstörungen haben gemeinsam, dass sie im Kleinkind- oder Kindesalter beginnen, dass Funktionen, die eng mit der biologischen Reifung des Zentralnervensystems zusammenhängen, in der Entwicklung eingeschränkt oder verzögert sind und dass sie einen stetigen Verlauf aufweisen. Häufig liegen Defizite in Sprache, visuell-räumlichen Fertigkeiten und der Bewegungskoordination vor. Die Beeinträchtigungen der Kinder gehen üblicherweise mit dem Älterwerden der Kinder zurück. Leichtere Einschränkungen sind allerdings oft noch im Erwachsenenalter beobachtbar. Die genauen Entstehungsursachen sind meist unbekannt bzw. unerforscht (vgl. Dilling, Mombour & Schmidt, 2013). Nach dieser Definition ist also von Reifestörungen auszugehen und nicht davon, dass möglicherweise neurologische Schädigungen vorliegen. Die Annahmen anderer Autoren widersprechen dieser Definition. Rourke (1989) beschreibt drei Subtypen von Lernstörungen, von denen einer Schwierigkeiten in Lesen, Schreiben und Rechnen aufweist, ein anderer lediglich Defizite im Lesen und Schreiben bei guten Rechenleistungen zeigt und einen dritten Subtyp, der durch schwache Rechenleistungen auffällt. Die dritte Gruppe weist in Relation zu den anderen beiden Gruppen ebenfalls Defizite in visuellen Wahrnehmungsleistungen auf. Hierbei handelt es sich um das Syndrom „Nichtsprachliche Lernstörung“ (NSL; vgl. Knievel & Petermann, 2008; Petermann, Knievel & Tischler, 2010). Die Symptome der NSL werden durch eine Unterentwicklung, Schädigung oder Dysfunktion in der weißen Substanz (myelinisierte axonale Nervenstränge), insbesondere in der rechten Hirnhälfte, verursacht (vgl. Rourke, 1995; Rourke et al., 2002). Falls bei Lernstörungen doch minimale zerebrale Schädigungen vorliegen, ließen sich diese Störungsbilder besonders gut mit der Entwicklung nach kindlichen Schlaganfällen vergleichen. Die Kinder mit umschriebenen Entwicklungsstörungen schulischer Fertigkeiten (RS und LRS) und mit umschriebener Entwicklungsstörung der motorischen Funktionen haben mit Kindern, die einen Schlaganfall erlitten haben, gemein, dass im Rahmen der Symptomatik oft visuelle Wahrnehmungsdefizite beschrieben werden (vgl. u. a. Daseking & Petermann, 2011; Frostig, 1994c; Tsai, Wilson & Wu, 2008; Warnke & Baier, 2013). Im Folgenden werden diese vier Entwicklungsauffälligkeiten beschrieben und ein Überblick zu möglichen Defiziten in den visuellen Wahrnehmungsleistungen bei den Entwicklungsauffälligkeiten gegeben.

2.1 Lernstörungen

Lernstörungen werden im ICD-10 als umschriebene Entwicklungsstörungen schulischer Fertigkeiten (F81) definiert. Dieser Erwerb ist schon von frühen Entwicklungsstadien an beeinträchtigt und basiert nicht auf einer Intelligenzminderung, einer erworbenen Hirnschädigung oder ist Folge eines Mangels an Lerngelegenheiten (Dilling et al., 2013). LRS und RS treten häufig komorbid auf (von Aster, 2007;

Schulte-Körne, 2012). Die Prävalenzrate für eine RS liegt bei 3 bis 7 %, die für Lesestörungen bei etwa 4 bis 9 % (Landerl & Moll, 2010).

Bei einer RS (F81.2) liegt eine Beeinträchtigung der Rechenfertigkeiten vor, die nicht auf eine Intelligenzminderung oder unangemessene Beschulung zurückzuführen ist. Insbesondere die grundlegenden Rechenfertigkeiten (Addition, Subtraktion, Multiplikation und Division) sind defizitär (Dilling et al., 2013). Es wird von einem multikausalen Erklärungsmodell für RS ausgegangen, bei dem sich aus eher ursächlichen Präpositionen und Risikofaktoren ein Störungsbild entwickelt, das dann durch die Wechselwirkung mit ungünstigen Umwelteinflüssen zusätzlich negativ beeinflusst werden kann. Zu den Ursachen zählen u. a. auch mangelhafte Wahrnehmungsfähigkeiten (Jacobs & Petermann, 2003; Petermann & Lemcke, 2005). Jacobs und Petermann (2007) entwickelten aus der Praxis heraus ein Gebäude des Rechenerwerbs aus neuropsychologischer Perspektive. Das Fundament des Rechenerwerbs in diesem Modell stellen die vier Leistungen Aufmerksamkeit, Arbeitsgedächtnis, visuell-räumliche Wahrnehmung und Sprache dar. Auf ihnen basieren das Konzept- und das Prozedurale Wissen, aus denen sich der Rechenerwerb vollzieht. Eine aktuelle, von Jacobs, Petermann und Tischler (2013) erweiterte Version dieses Modells ist in Abbildung 1 dargestellt. Das Fundament des Gebäudes des Rechenerwerbs bilden nun fünf Säulen (Intelligenz und Basisfunktionen). Hauptsächlich wurde das Fundament um die fünfte Säule, das logisch-schlussfolgernde Denken, erweitert. Die restlichen Säulen wurden sprachlich präzisiert. So wird die visuell-räumliche Verarbeitung im neuen Modell als „Visuelle

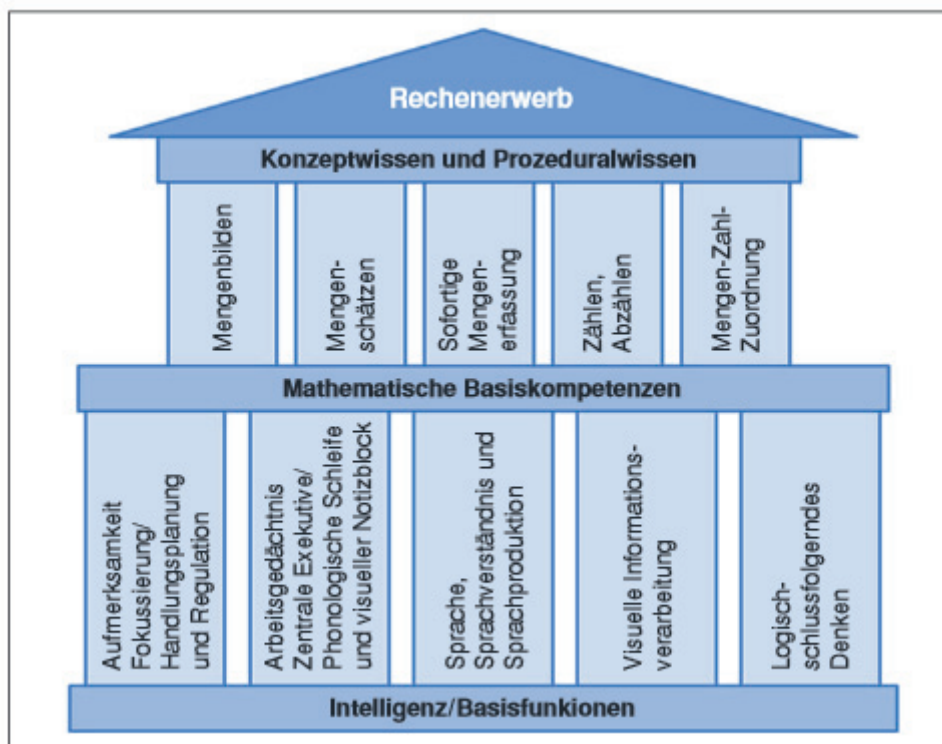


Abbildung 1: Das Neuropsychologische Gebäude des Rechenerwerbs (entnommen aus Jacobs et al., 2013, S. 188).

Informationsverarbeitung“ bezeichnet. Hinzugekommen ist ebenfalls eine Zwischenebene: Die mathematischen Basiskompetenzen (Mengenbilden, Mengenschätzen, sofortige Mengenerfassung, Zählen, Anzählen sowie Mengen-Zahl-Zuordnung) fußen auf der Intelligenz und den Basisfunktionen und stellen somit die Grundlage für das Konzept- und Prozeduralwissen dar (vgl. Jacobs et al., 2013).

Nach Landerl und Kaufmann (2013) handelt es sich bei der RS um ein heterogenes Störungsbild, auf das viele unterschiedliche Faktoren Einfluss nehmen können. Sie stellen diese Faktoren in Form eines Kausalmodells dar, das aus drei Ebenen besteht (vgl. Abbildung 2). Auf der obersten Ebene stehen neuro-biologischen Grundlagen (insbesondere die neurologischen Strukturen), auf denen die kognitiven Funktionen (mittlere Ebene) basieren. Zu den kognitiven Faktoren gehören: Leseleistung, verbale Fähigkeiten, visuell-räumliche Verarbeitung, Exekutivfunktionen, Arbeitsgedächtnis und Gedächtnis, Aufmerksamkeit sowie die basisnumerische Verarbeitung (u. a. approximative Mengenrepräsentation, arabische und verbale Repräsentation und mentaler Zahlenstrahl). Auf der unteren Ebene wird das sichtbare Verhalten, also die Rechenleistung, abgebildet.

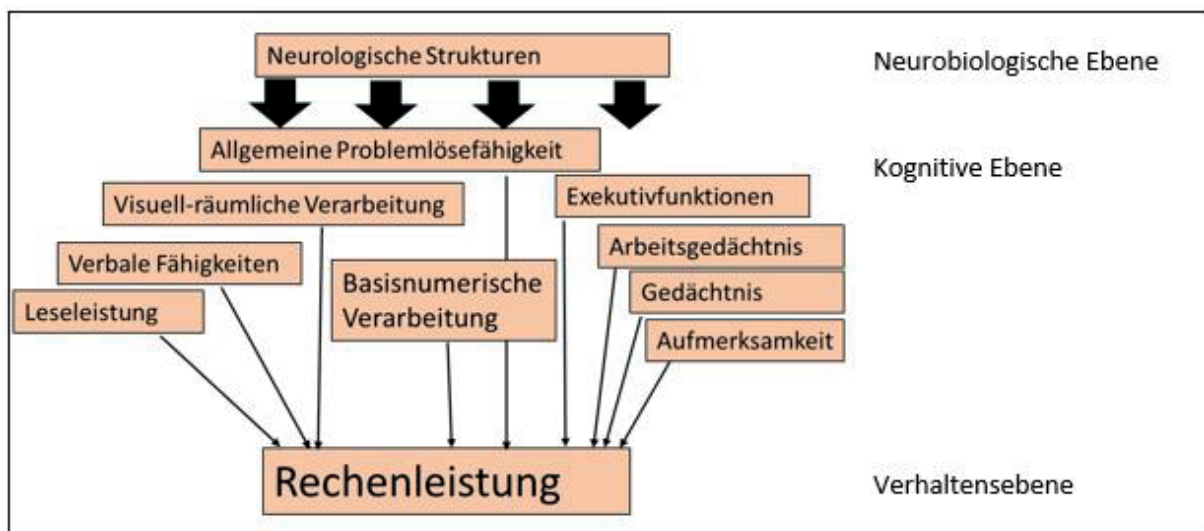


Abbildung 2: Kausalmodell zu den Einflussfaktoren für die Entwicklung von Rechenleistungen (modifiziert nach Landerl & Kaufmann, 2013).

In der klinischen Praxis fallen Kinder mit visuellen Wahrnehmungsdefiziten oftmals durch schwache Rechenleistungen auf. Beim schriftlichen Rechnen bestehen die Probleme darin, dass die Kinder Schwierigkeiten beim Einhalten der Spalten haben. Dadurch werden die falschen Zahlen miteinander in Bezug gesetzt und die Lösungen sind falsch. Insbesondere für Kinder mit Problemen in der Figur-Hintergrund-Unterscheidung können Arbeitsblätter mit vielen Zeilen und Spalten verwirrend wirken. Aufgrund der hohen visuell-räumlichen Anforderungen zeigen Kinder mit entsprechenden Defiziten schwache Leistungen in der Geometrie (vgl. Schneck, 2010). Frostig (1994a) gibt zudem an, dass Kinder

mit defizitären visuellen Wahrnehmungsleistungen auch Schwierigkeiten haben, die relevanten Zahlen bei einer „eingekleideten“ Rechenaufgabe zu finden.

Defizite in der Auge-Hand-Koordination führen häufig dazu, dass die Kinder beim Schreiben von Zahlen und Buchstaben Schwierigkeiten haben, auf der Linie zu bleiben und auch Probleme damit haben, Zahlen senkrecht untereinander zu schreiben. Das Lösen von (mathematischen) Aufgaben, bei denen sie vergleichen, (zu-)ordnen oder zählen müssen, fällt ihnen ebenfalls schwer. Ein Zählprinzip, welches Kinder im Alter von vier bis sieben Jahren entwickeln, besteht darin, dass die Kinder auf den mit der Zahl benannten Gegenstand zeigen oder die Gegenstände mit dem Finger beim Zählen berühren. Entscheidend für das Erlernen dieses Zählprinzips ist, dass die Nennung des Zahlworts und das Berühren des Gegenstands synchron ablaufen. Hierbei ist eine gute Auge-Hand-Koordination nötig, um den Zählrhythmus zu erfassen und einzuhalten (Barth, 2012). Durch das Erfahren des Gesehenen mit den Händen wird ein Vorstellungsbild verinnerlicht, das beim mentalen Hinzutun oder Wegnehmen im Rechenprozess verwendet wird (Milz, 2004).

Die Leistungen eines Kindes in der Figur-Grund-Unterscheidung wirken sich auf das Lernen insgesamt aus, weil diese entscheidend am Prozess der selektiven Aufmerksamkeit beteiligt ist (Milz, 2004). Kinder mit Defiziten in der Figur-Grund-Unterscheidung haben Schwierigkeiten beim Erkennen der Ziffern in mehrstelligen Zahlen. Auch räumliche Begriffe wie beispielsweise „zwischen“, Reihenfolgen und das Sich-Vorstellen und Einordnen von Elementen in Gruppen bereiten diesen Kindern Schwierigkeiten. Dadurch ist das Strukturieren und Umgehen mit Mengen für die Kinder komplizierter und es zeigen sich bereits im Bereich des ersten Zehners rechnerische Probleme (vgl. Knauf, Kormann & Umbach, 2006; Milz, 2004).

Probleme in der Wahrnehmung der Formkonstanz können dazu führen, dass die betroffenen Kinder mitunter auch gleiche Zahlen in einem anderen Stellenwert (z. B. als Einer, Zehner, Hunderter usw.) nicht als identisch erkennen. Zudem zeigen diese Kinder auch erhebliche Schwierigkeiten beim Erkennen konstanter Mengen (Knauf et al., 2006). Eine defizitäre Wahrnehmung der Lage im Raum führt zu Problemen in der Differenzierung von Zahlen und Zeichenformen, die sich nur in ihrer Raumlage unterscheiden (z. B. 6 - 9, 3 - E, 7 - F, 1 - l, + - x; vgl. Milz, 2004). Das Wahrnehmen von Beziehungen im Raum ist für den Rechenerwerb ebenfalls relevant. Beim Rechnen einer Aufgabe (z. B. $4 + 5$) muss das Kind die Zahlen sowohl nebeneinander als auch untereinander schreiben können. Daher sind die Positionen links - rechts sowie oben - unten zur Bearbeitung der Aufgabe relevant. Insbesondere komplexe Divisionsaufgaben mit mehrstelligen Ziffern können die Kinder nicht bewältigen, da sie keine strukturelle Basis für einfache formale mathematische Aspekte haben. Des Weiteren entstehen durch Richtungsunsicherheiten Fehler bei der Arbeit am Zahlenstrahl. Der Zahlenstrahl, der eigentlich als Hilfsmittel zum Rechenerwerb gedacht ist, verwirrt die Kinder eher (Knauf et al., 2006). Außerdem er-

schwert die Sprechweise von zweistelligen Zahlen in der deutschen Sprache, die die Einer zuerst benennt, den Kindern das Schreiben der Zahlen. Die Kinder machen Rechenfehler, die nicht durch das Rechnen an sich verursacht werden, sondern auf dem Vertauschen von Einer und Zehner basieren (Milz, 2004).

Eine Lese- und Rechtschreibstörung (F81.0) äußert sich durch Schwierigkeiten beim Lesen, Leseverständnis und bei der Rechtschreibung. Bei einer Lesestörung bestehen Defizite in der Lesegenauigkeit und im Lesetempo (u. a. Auslassen und Ersetzen von Worten bzw. Wortteilen, niedrige Lesegeschwindigkeit, Verlieren der Zeile im Text und Vertauschen von Wörtern im Satz oder Buchstaben in Wörtern). Zusätzlich treten Schwächen im Leseverständnis, wie z. B. die Unfähigkeit, Gelesenes wiederzugeben oder aus dem gelesenen Text Schlüsse zu ziehen, auf. Die Rechtschreibleistungen sind in Abhängigkeit zum schulischen Entwicklungsstand eines Kindes zu beurteilen. Typische Fehler sind Reversionen (Verdrehungen von Buchstaben im Wort wie b – d, p – q und u - n), Sukzessionsfehler (z. B. die – dei), Regelfehler (z. B. Groß- und Kleinschreibung), Wahrnehmungsfehler (z. B. Verwechslung von d - t oder g – k) sowie Auslassungen oder Einfügungen von Buchstaben (Warnke & Baier, 2013).

Bei der LRS wird ebenfalls von einem Mehrebenen-Ursachenmodell ausgegangen (vgl. Abbildung 3). Eine wesentliche Rolle bei der Entstehung spielen dabei das visuelle und das auditive Informationsverarbeitungssystem (Schulte-Körne & Remschmidt, 2003).

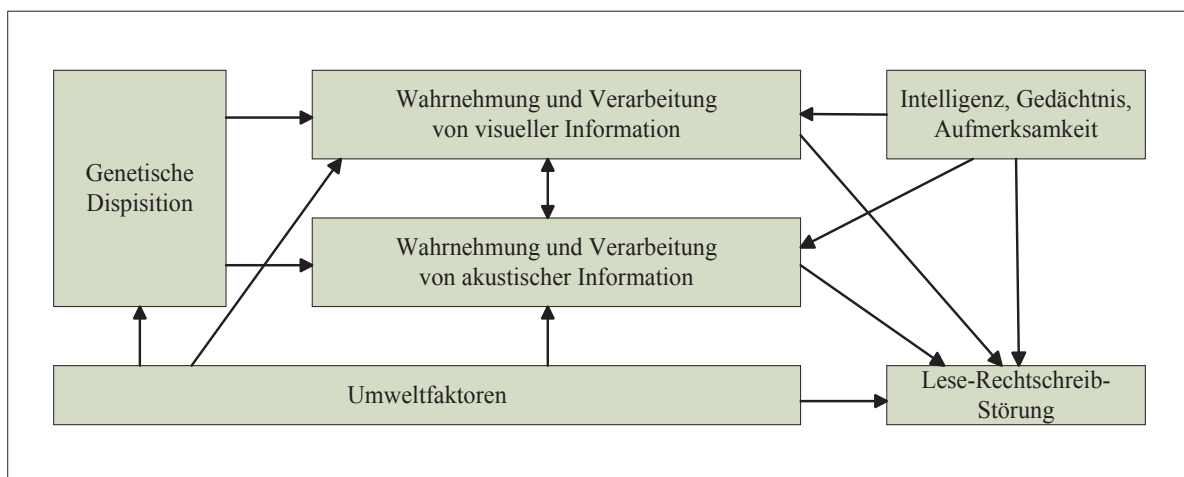


Abbildung 3: Mehrebenen-Ursachenmodell der LRS (aus Schulte-Körne & Remschmidt, 2003, S. A397).

Um den Zusammenhang zwischen visuellen Wahrnehmungsleistungen und dem Lesen zu erkennen, ist es notwendig, den Leseprozess zu verstehen. Die folgenden Eigenschaften geschriebener Sprache ermöglichen laut Schneck (2010) das Lesen: die grafische Gestaltung der Wörter, die Reihenfolge der Buchstaben, die Phonologie (repräsentierter Klang) des Wortes und die Semantik (Bedeutung). Ein Kind kann beim Lesen von diesen Eigenschaften gleichermaßen profitieren. Wenn es Schwierigkeiten

bei der Erfassung einer der Eigenschaften hat, kann es auf die anderen Eigenschaften zurückgreifen, um ein Wort zu erkennen. In der ersten Phase des Leseerwerbs ist zunächst das Erkennen der visuellen Konfiguration (grafische Beschaffenheit) und Orthografie des geschriebenen Wortes entscheidend. Das Kind muss das geschriebene Wort dann in seine Phoneme zerlegen, diese im Arbeitsgedächtnis halten und zu einem wiedererkennbaren Wort zusammensetzen (Semantik). Nach Lukatela, Eaton, Lee und Turvey (2001) stellt die visuelle Wortwiedererkennung eine Stufe vor der phonetischen Verarbeitung dar.

Nachdem dieser Prozess des Zerlegens, Zuordnens und Wiedererkennens erlernt und geübt wurde, ist das Kind in der Lage, das Wort anhand seiner Gestalt bzw. in seiner Gesamtheit zu erfassen. Die Gestalt der Wörter wird als visuelles Vokabular im Gedächtnis abgespeichert. Die Wörter des visuellen Vokabulars werden augenblicklich anhand ihrer Gestalt erkannt. Mit der Zeit wird dieses Vokabular immer größer. Das Kind kann Wörter schneller und automatisch erkennen und sich somit stärker auf das Verstehen und Abspeichern des Gelesenen konzentrieren (Schneck, 2010).

Das Verstehen von Sätzen erfordert zudem noch die Einordnung von Kontext (Reihenfolge der Wörter) und Syntax (grammatische Konstruktion). Das Dekodieren der Wörter erfolgt beim Lesen von Textabschnitten automatisch. Jede Fehlentwicklung in diesem hierarchischen Prozess kann das Dekodieren der Wörter und das Textverständnis beeinträchtigen. Der beschriebene Segmentierungsprozess der Wörter in der frühen Phase des Leseerwerbs erfordert mehrere Fähigkeiten. Zunächst muss das Kind in der Lage sein, die verschiedenen Buchstaben zu erkennen. Dies erfordert visuelle Aufmerksamkeit, visuelle Merkfähigkeit und visuelle Diskriminationsfähigkeit (vgl. Schneck, 2010).

Zwei Aspekte des Wortlesens sind wichtig für das Leseverständnis: Genauigkeit und Geschwindigkeit. Je mehr Aufmerksamkeitsressourcen durch niedrige Stufen im Leseprozess (u. a. Worterkennung) verbraucht werden, desto weniger Ressourcen sind noch für das Leseverständnis verfügbar. Wahrnehmungsprobleme können sich beispielsweise in Form von visuellen Diskriminationsschwierigkeiten zeigen. Die Kinder können Probleme beim Erkennen der Symbole haben und dadurch verlangsamt Buchstaben und Zahlen erkennen. Sie haben oftmals Schwierigkeiten, die Buchstaben p, q und g, a und o oder b und d zu unterscheiden (vgl. Schneck, 2010).

Probleme in der visuellen Diskriminierung, im Gestaltschließen, der Figur-Hintergrund-Differenzierung und in visuell-räumlichen Leistungen können nach Schneck (2010) Schwierigkeiten beim Schreiben mit der Hand führen. So fallen Kindern mit defizitären Diskriminationsleistungen beispielsweise Fehler in der eigenen Handschrift nicht auf. Da sie, wie bereits dargestellt, Schwierigkeiten beim Identifizieren von Buchstaben und Wörtern haben, wenn diese in unterschiedlichen Schrifttypen dargestellt sind, fällt es ihnen ebenfalls schwer, einen gedruckten Text mit der eigenen Handschrift ins Arbeitsheft zu übertragen. Ein Kind, das Probleme im Gestaltschließen hat, muss permanent das gesamte Wort sehen, das es gerade (ab-)schreibt. Defizite in der Figur-Hintergrund-Differenzierung können dazu führen, dass

das Kind wichtige Teile des Wortes oder Satzes auslässt oder wesentlich langsamer schreibt als andere Kinder. Schwache visuell-räumliche Leistungen beeinflussen die Handschrift am vielfältigsten. Die Kinder verdrehen beispielsweise Buchstaben (m zu w, b zu d etc.) und haben Schwierigkeiten, die Schrift von der linken zur rechten Seite verlaufen zu lassen, weil sie beide Seiten verwechseln. Zudem lassen sie häufig zu viel oder zu wenig Abstand zwischen den einzelnen Wörtern und haben Probleme, Begrenzungen in Form von Hilfslinien einzuhalten.

Ähnliche Beobachtungen schildert auch Frostig (1994b). Sie stellte fest, dass Lernschwierigkeiten von Kindern häufig auf Störungen der visuellen Wahrnehmung beruhen, die sich mit dem DTVP (Frostig et al., 1961; Frostig, Lefever, et al., 1966; Maslow et al., 1964) erfassen lassen. Im Untertest „Figur-Grund-Unterscheidung“ des DTVP müssen sich überschneidende Figuren differenziert und versteckte Figuren gefunden werden. Es wurde beobachtet, dass Kinder, die Schwierigkeiten bei dieser Aufgabe hatten, auch dazu tendierten, Probleme beim Lesen und Buchstabieren zu haben und dass ihr Verständnis für das Gelesene dabei ebenfalls beeinträchtigt sein könnte (Frostig, 1994b). Frostig (1994a) schloss daraus, dass Probleme bei der Figur-Grund-Unterscheidung zu Fehlern bei der Analyse längerer Wörter führen können, da hierbei Buchstabengruppen und Silben sukzessiv zusammengesetzt werden müssen. Es wurde beobachtet, dass es den Kindern häufig schwer fiel, ein Wort in einem Wörterbuch bzw. eine Seitenzahl in einem Inhaltsverzeichnis zu finden, sowie eine Frage, die sich auf einen bestimmten Satz auf einer Seite bezieht, zu beantworten.

Bei dem Untertest „Wahrnehmungskonstanz“ des DTVP muss das Kind eine vorgegebene Form wiedererkennen, die in Lage, Größe, Farbe oder Hintergrund verändert sein kann. Nach Frostig (1994a) können Schwierigkeiten bei der Formwahrnehmung auch zu Fehlern bei der Unterscheidung von Buchstaben der gleichen Richtung und ähnlicher Form führen (z. B. „n“ zu „r“ oder „n“ zu „m“); außerdem können Probleme bei der Zuordnung von Buchstaben und Wörtern auftreten, wenn sie in unterschiedlichen Drucktypen dargestellt sind.

Die dargestellten theoretischen Ursachenmodelle und klinischen Befunde zu visuellen Wahrnehmungsdefiziten bei Lernstörungen decken sich mit den Ergebnissen von Studien zur Früherkennung von schulischen Lernschwächen. Die Autoren dieser Studien gehen davon aus, dass dem Erlernen schulischer Fertigkeiten eine Reihe von kognitiven Basiskompetenzen zugrunde liegen, die sich bereits vor dem Schuleintritt erheben lassen (u. a. Knievel et al., 2010; Krajewski, 2008; Passolunghi, Mammarella & Altoe, 2008).

Knievel et al. (2010) gehen davon aus, dass die visuell-räumliche Wahrnehmung ein Prädiktor des Schriftspracherwerbs und der arithmetischen Fähigkeiten in den ersten Grundschuljahren ist. Des Weiteren gelten räumlich-konstruktive Leistungen als entscheidende Vorläuferfähigkeit für arithmetische Fertigkeiten (Passolunghi et al., 2008) bzw. für die Symbolisierung von Zahlen (Lorenz, 2005). Krajewski (2008) nennt das räumlich-visuelle Vorstellungsvermögen als Prädiktor für die Mathematikleistungen

im ersten und zweiten Schuljahr. Als weitere unspezifische Prädiktoren diskutieren Fritz und Ricken (2005) u. a. Beeinträchtigungen in der Wahrnehmungsverarbeitung, der räumlichen Orientierung, bei der Bewältigung visuo-motorischer Anforderungen sowie bei der Figur-Hintergrund-Differenzierung. Zusätzlich konnten Zusammenhänge zwischen dem visuell-räumlichen Gedächtnis und visuo-motorischen Leistungen (z. B. Labyrinth und Mosaiktest) im Vorschulalter mit späteren Rechenleistungen nachgewiesen werden. Die visuellen Leistungen konnten 40 % der Varianz in den späteren Rechenleistungen vorhersagen (Lorenz, 2005). Nach Cohen et al. (2002) bildet die zentrale visuelle Wahrnehmung die Grundlage des Schriftspracherwerbs.

Einige Studien beschäftigen sich auch mit den Zusammenhängen zwischen visuellen Wahrnehmungsleistungen und schulischen Fertigkeiten. Bei einer Untersuchung von Steinbrink, Schwanda und Vogt (2008) korrelierte die Rechtschreibleistung von 30 Erstklässlern signifikant mit der visuellen Wahrnehmung. Ardila, Galeano und Rosselli (1998) beobachteten in einer umfangreichen Studie mit 300 gesunden Personen im Alter von 17 bis 25 Jahren, dass Rechenfähigkeiten u. a. mit visuell-räumlichen, visuell-perzeptiven und visuell-konstruktiven Fähigkeitstests sowie Sprachtests korrelieren. Sie fanden ebenfalls einen Zusammenhang zwischen der Lesegeschwindigkeit und Leistungen in visuellen Wahrnehmungstests. Eine weitere Studie konnte Korrelationen zwischen einer visuellen Diskriminationsaufgabe und Leistungen in Lese- und Rechtschreibtests bei einer Gruppe von 5- bis 13-Jährigen finden. Die Leistungen der Kinder im Lesen und Schreiben korrelierten jedoch nicht mit denen im Gestaltschließen (Bell, McCallum & Cox, 2003).

Weitere Studien ergaben, dass Kinder mit Lernstörungen schwächere Leistungen in Aufgaben zur Erfassung der visuellen Wahrnehmung aufweisen als eine gesunde Kontrollgruppe. So konnten Karadi, Kovac, Spzepesi, Szabo und Kallai (2001) zeigen, dass Legastheniker bei mentalen Rotationsaufgaben wesentlich größere Schwierigkeiten haben als gesunde Kinder. Eine weitere Untersuchung der räumlich-kognitiven und räumlich-perzeptiven Fähigkeiten von 31 Kindern im Alter von acht bis zwölf Jahren ergab, dass Legastheniker abweichende Leistungen in diesen Bereichen aufweisen. Sie schnitten in den Untertests „Zunehmende Silhouetten“ und „Zahlen lokalisieren“ der Visual Object and Space Perception Battery (VOSP; Warrington & James, 1991) signifikant schlechter als die Kontrollgruppe ab. Im Untertest „Gestaltschließen“ der Kaufman Assessment Battery for Children (K-ABC; Melchers & Preuß, 1991) erzielten sie allerdings altersgemäße Leistungen (Pache et al., 2004). Bei 78 % der Kinder mit Lernstörungen ab neun Jahren treten visuelle Wahrnehmungsschwierigkeiten auf (vgl. Frostig, 1994c). Warnke und Baier (2013) schätzen, dass sich visuell-räumliche Wahrnehmungsstörungen bei etwa 5 bis 10 % der Kinder mit LRS zeigen.

2.2 Motorische Entwicklungsstörungen

Beeinträchtigungen der motorischen Funktionen werden mit unterschiedlichen Bezeichnungen umschrieben. Die Kernsymptome liegen in den Bereichen Grob- und Feinmotorik. Die Kinder haben Probleme beim Ausführen alltäglicher Handlungen und oftmals auch schlechte Schulleistungen. Grobmotorische Beeinträchtigungen fallen durch einen ungeschickten Umgang der Kinder mit dem Ball oder häufige Stürze auf; feinmotorische Störungen zeigen sich beim Schreiben oder Zeichnen (Kastner & Petermann, 2009). Das Störungsbild wird im englischen Sprachgebrauch seit 1994 einheitlich als „Developmental Coordination Disorder (DCD)“ (dt. Entwicklungsbedingte Koordinationsstörung) bezeichnet und nach DSM-5 diagnostiziert (Mandich & Polatajko, 2003). Das ICD-10 bietet eine vergleichbare Möglichkeit, Beeinträchtigungen der motorischen Leistungsfähigkeit zu erfassen; sie werden unter dem Begriff „Umschriebene Entwicklungsstörung der motorischen Funktionen“ (UEMF, F82) klassifiziert. Das Hauptmerkmal ist eine schwerwiegende Entwicklungsbeeinträchtigung der motorischen Koordination, welche nicht allein durch eine Intelligenzminderung oder eine neurologische Störung erklärbar sein darf und die Schulausbildung oder alltägliche Tätigkeiten beeinflussen muss. Die European Academy for Childhood Disability (EACD) hat Diagnosekriterien bereitgestellt, nach denen das Störungsbild sowohl nach ICD-10 als auch nach DSM-5 diagnostizierbar ist. Die Diagnosekriterien sind in **Tabelle 4** zusammengefasst. Die EACD empfiehlt, in englischsprachigen Ländern, in denen die Diagnose nach DSM-5 gestellt wird, den Begriff DCD zu verwenden und in Ländern, in denen das ICD-10 gültig ist (u. a. in Deutschland) den Begriff UEMF synonym zu verwenden (Blank, Smits-Engelsman, Polatajko & Wilson, 2012). In Studien werden zur Beschreibung des Störungsbildes zum Teil u. a. auch die Begriffe „motorische Ungeschicklichkeit“ (engl. auch „clumsiness“) oder „Kinder mit schwachen motorischen Fähigkeiten“ (engl. „children with low motor ability“) verwendet (vgl. Bonifacci, 2004; Schott & Roncesvalles, 2004).

Die Ursachen der Störung sind noch unklar; es wird allerdings von multikausalen Erklärungsansätzen ausgegangen (Kastner & Petermann, 2009). Die Art der Defizite der Kinder ist sehr variabel (Dewey & Wilson, 2001) und es wird vermutet, dass sie bis ins Erwachsenenalter bestehen (Cousins & Smyth, 2003; Mandich & Polatajko, 2003; Schott & Roncesvalles, 2004). Internationalen Studien zufolge liegt die Prävalenz der entwicklungsbedingten Koordinationsstörung bei über 5-6%, bei der moderaten entwicklungsbedingten Koordinationsstörung sogar bei ca. 9 % (Dewey & Wilson, 2001; Kadesjo & Gillberg, 1998; Mandich & Polatajko, 2003).

Tabelle 4: Diagnosekriterien: Umschriebene Entwicklungsstörung motorischer Funktionen (modifiziert nach Blank et al., 2012)

I.	Die motorische Leistung liegt wesentlich unter dem Niveau, das aufgrund des chronologischen Alters bei angemessenen Entwicklungsbedingungen zu erwarten wäre. Die schwache motorische Leistung kann sich in schwacher Balancefähigkeit, in Ungeschicklichkeit, im Fallenlassen von oder im Zusammenstoßen mit Objekten zeigen oder in anderen Schwierigkeiten beim Erwerb von basalen motorischen Fertigkeiten (z. B. Fangen, Werfen oder Schießen von Bällen sowie Rennen, Springen, Hüpfen, Schneiden, Anmalen, Drucken, Handschreiben). Ebenso können deutliche Verzögerungen im Erreichen von entwicklungsbedingten motorischen Meilensteinen (z. B. Laufen, Krabbeln, Sitzen) beobachtet werden.
II.	Die bestehenden motorischen Schwierigkeiten behindern die Alltagsaktivitäten oder Schulleistungen (z. B. Selbstfürsorge und -pflege, Handschrift, schulische/ berufliche Leistung, Freizeit- und Spielaktivitäten) wesentlich.
III.	Die Beeinträchtigung der motorischen Koordination ist nicht allein durch eine Intelligenzminderung zu erklären. Die Störung lässt sich nicht durch eine spezifische angeborene oder erworbene neurologische Schädigung oder psychosoziale Probleme (z. B. durch eine schwere Aufmerksamkeitsstörung) erklären.

Nach AWMF (2009) stellt die „Visuomotorik“ die Schnittstelle zwischen visueller Wahrnehmung und motorischer Handlung dar. Die Hirnregion, in der die visuo-motorischen Transformationen erfolgen, ist der intraparietale Sulcus, welcher als Teil des dorsalen visuellen Pfades ebenfalls bei der Verarbeitung der visuell-räumlichen Wahrnehmungsaspekte eine zentrale Rolle spielt (vgl. Kap. 1). Der anteriore intraparietale Sulcus ist u. a. für die Analyse dreidimensionaler Information im Zusammenhang mit Greifbewegungen zuständig. Zur visuellen Kontrolle von Bewegungen sind zudem Regionen im superioren Parietallappen relevant. Die Ergebnisse einiger Studien an Kindern mit motorischen Entwicklungsstörungen zeigen Auffälligkeiten in visuo-motorischen Leistungen und weisen somit auf defizitäre Funktionen in der dorsalen Wahrnehmungsverarbeitung hin. Im Rahmen der Validierung des FEW-2 zeigten Kinder mit UEMF im Alter von fünf bis acht Jahren beispielsweise schwächere Leistungen in der visuo-motorischen Integration als die Kontrollgruppe, erzielten in den motorik-reduzierten Leistungen im Durchschnitt aber altersgemäße Leistungen (Büttner et al., 2008). Eine Studie von Bonifacci (2004) an Kindern im Alter von sechs bis zehn Jahren kam zu ähnlichen Ergebnissen: Die Kinder mit geringen grobmotorischen Leistungen erzielten signifikant schlechtere Leistungen im Untertest „Visuo-motorische Geschwindigkeit“ des DTVP-2 (Hammill et al., 1993) als Kinder mit überdurchschnittlichen grobmotorischen Leistungen. In den motorik-reduzierten visuellen Wahrnehmungsaufgaben und

der Gesamtskala unterschieden sich beide Gruppen hingegen nicht. Eine weitere Studie von Schoemaker et al. (2001), bei der die visuellen Wahrnehmungsleistungen von sechs- bis zwölfjährigen Kindern mit UEMF mit denen einer gleichaltrigen Kontrollgruppe verglichen wurden, ergab ebenfalls signifikante Unterschiede in der Subskala „Visuo-motorische Integration“. Zusätzlich zeigten sich aber auch Gruppenunterschiede in den motorik-reduzierten Untertests „Gestaltschließen“ und „Lage im Raum“ des DTVP-2 (Hammill et al., 1993).

Die Ergebnisse weiterer Studien weisen darauf hin, dass ebenfalls die motorik-reduzierten Leistungen bei Kindern mit motorischen Entwicklungsstörungen schwächer sein können als bei gesunden Gleichaltrigen. Nach Wilson und McKenzie (1998) weisen Kinder mit entwicklungsbedingter Koordinationsstörung die größten Defizite in der visuell-räumlichen Verarbeitung auf. Bei einer anderen Untersuchung der visuellen Wahrnehmungsfähigkeiten von koordinationsgestörten Kindern im Alter von neun bis zehn Jahren mit dem Test of Visual-Perceptual Skills (Non-Motor)-Revised (TVPS-R; Gardner, 1996) schnitten die motorisch gestörten Kinder in der Gesamtskala und in allen Untertests signifikant schlechter ab als die gleichaltrige Kontrollgruppe. Insgesamt lagen etwa 31 % der Kinder mit Koordinationsstörungen im klinisch auffälligen Bereich (Testwerte < Prozentrang 15). Im Untertest „Gestaltschließen“ waren ca. 44 % der Kinder klinisch auffällig, im Untertest Formkonstanz 34 %, in den Aufgaben „Visuell-sequenzielles Gedächtnis“ und „Visuelle Diskrimination“ jeweils etwa 28 %. Weniger Kinder wiesen auffällige Testwerte in den Untertests „Visuelles Gedächtnis“ und „Figur-Grund“ (jeweils ca. 21 %) auf (vgl. Tsai et al., 2008). Beim Abzeichnen geometrischer Figuren erzielten Kinder mit entwicklungsbedingter Koordinationsstörung auffällige Werte und schnitten signifikant schlechter ab als unauffällige Gleichaltrige (Dewey & Wilson, 2001; Van Waelvelde, de Weerd, de Cock & Smits-Engelsman, 2004).

Kastner et al. (2011) konnten belegen, dass Kinder mit motorischen Entwicklungsstörungen im Alter von vier bis sechs Jahren aufgrund der vorliegenden Defizite in der visuellen Wahrnehmung signifikant geringere Leistungen in den Untertests „Mosaik-Test“ und „Matrizen-Test“ der Wechsler Preschool and Primary Scale of Intelligence-III (WPPSI-III; vgl. Petermann, 2011) erzielten als eine unauffällige Referenzgruppe. Kastner und Petermann (2010) verglichen die WISC-IV-Resultate von 40 Kindern mit einer entwicklungsbedingten Koordinationsstörung im Alter von acht Jahren mit denen einer nach Alter und Geschlecht zugeordneten Kontrollgruppe. Die koordinationsgestörten Kinder erbrachten in den Untertests des WISC-IV, die verschiedene Komponenten visueller Wahrnehmung erfassen, schlechtere Leistungen als die Kinder der Kontrollgruppe. Sie schnitten in den Untertests „Bildkonzepte“, „Matrizentest“, „Zahlen-Symbol-Test“ und „Symbol-Suche“ des WISC-IV signifikant schlechter ab.

2.3 Entwicklungsauffälligkeiten nach Schlaganfall in der Kindheit

Bei einem Schlaganfall handelt es sich um eine akute Erkrankung des Gehirns, bei der es durch einen Gefäßverschluss oder einer Blutung zu einer Schädigung des Hirngewebes kommt. Hieraus resultieren vorübergehende oder dauerhafte Einschränkungen von Funktionen, die durch die geschädigten Areale gesteuert werden (Daseking, Schlagheck & Petermann, 2011).

In der perinatalen Periode, welche nach Kirton und deVeber (2009) die Zeit von der 28. Schwangerschaftswoche bis zum 28. Tag nach der Geburt umfasst, besteht das höchste Risiko für ischämische Schlaganfälle im Kindesalter; es werden Inzidenzen von 1:1600 bis 1:5000 angegeben (Laugesaar et al., 2007; Lee et al., 2005; Lynch, 2009; Schulzke, Weber, Luetschg & Fahnenstich, 2005). Nach Daseking und Petermann (2011) erleiden in Deutschland jährlich zwischen 300 und 500 Kinder und Jugendliche einen Schlaganfall. Jungen sind mit einem Verhältnis von 60:40 häufiger von einer Ischämie betroffen (Golomb, Fullerton, Nowak-Göttl & deVeber, 2009).

Bei kindlichen Schlaganfällen wird meist eine Unterteilung nach dem Alter, in dem der Schlaganfall stattgefunden hat, vorgenommen. Hierbei werden folgende Gruppen unterschieden: perinatale Schlaganfälle (28. Schwangerschaftswoche bis 28. Lebenstag), frühkindliche Schlaganfälle (nach dem 28. Lebenstag und vor dem 72. Lebensmonat) und Schlaganfälle im Kindes- und Jugendalter (72. Lebensmonat bis 18. Lebensjahr, vgl. Westmacott, Askalan, MacGregor, Anderson & DeVeber, 2010).

Bei einem hohen Prozentsatz von Kindern, die einen Schlaganfall erlitten haben, muss als Folge mit vielfältigen neurologischen und kognitiven Einschränkungen sowie Verhaltensproblemen gerechnet werden, die umfangreiche und lang andauernde therapeutische Maßnahmen nach sich ziehen (Daseking et al., 2011). Im Rahmen einer Befragung von 86 Eltern schlaganfallerkrankter Kinder ermittelten Werpup, Petermann und Daseking (2011), dass die Kinder häufig kognitive Einschränkungen in den Bereichen Sprache, Aufmerksamkeit, Merkfähigkeit, Informationsverarbeitung, logisches Denken, Handlungsplanung und visuelle Wahrnehmung aufweisen. Eine Beeinträchtigung der visuellen Wahrnehmung haben demnach 33 % der Kinder; in der Gruppe der perinatal erkrankten Kinder sind es sogar 46 %. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass für 20 % der Kinder angegeben wird, dass sie einen Neglekt aufweisen, was sich negativ auf die visuellen Wahrnehmungsleistungen auswirkt. Zudem zeigte die Befragung der Autoren, dass ein Großteil der Kinder (74 %) eine Hemiparese hat. Als weitere neurologische Symptome, die nach kindlichen Schlaganfällen auftreten, geben sie Sehstörungen und Krampfanfälle an: Eine Hemianopsie haben 15 % der Kinder, 21 % von ihnen können nicht räumlich sehen und 13 % hatten mindestens einen Krampfanfall seit dem Schlaganfall. Zudem sind viele Kinder nach Schlaganfällen auf Medikamente angewiesen: 31 % erhalten Gerinnungshemmer, 13 % Antiepileptika. Viele Kinder fallen zudem durch ablenkbares, unaufmerksames Verhalten auf (78 %); einige Kinder sind

aggressiv (22 %), oppositionell (40 %), depressiv (15 %) oder leiden unter Stimmungsschwankungen (38 %), Schlafstörungen (23 %) oder Enuresis (20 %). Knapp die Hälfte der Kinder hat mindestens eine stationäre Rehabilitation erhalten, 97 % von ihnen haben mindestens eine ambulante Therapiemaßnahme erhalten. Die häufigsten ambulanten Fördermaßnahmen sind Ergotherapie (51 %) und Physiotherapie (48 %). Auf Hilfsmittel sind 57 % der Kinder angewiesen, eine Pflegestufe wurde für 40 % der Kinder bewilligt und 62 % haben einen Behindertenausweis (Werpup et al., 2011).

In Studien mit fünfjährigen Kindern, die einen Schlaganfall hatten, konnten bei zwei Dritteln der Kinder visuelle Wahrnehmungsdefizite festgestellt werden (Stiers et al., 2001; Van den Hout et al., 2000). In einer Untersuchung von 103 Kindern, die perinatal ($n = 34$), frühkindlich ($n = 31$) oder im Kindes- und Jugendalter ($n = 38$) einen Schlaganfall erlitten haben, wiesen 35 % in der Verlaufsdiagnostik (mittlerer Abstand zwischen Schlaganfall und Diagnostik = 63 Monate) einen unterdurchschnittlichen Gesamt-IQ und 46 % Beeinträchtigungen der sprachfreien Leistungen auf (Daseking & Petermann, 2011). In einer weiteren Studie mit 6- bis 21-Jährigen erbrachten die untersuchten Schlaganfallpatienten zwar durchschnittliche Ergebnisse im Gesamt-IQ (durchschnittlicher IQ = 97), wiesen im Vergleich zur Kontrollgruppe aber ebenfalls wesentlich schwächere Leistungen im Handlungsteil des Intelligenztests auf. Die Patienten zeigten häufiger Defizite in visuell-räumlichen als in sprachlichen Aufgaben (Everts et al., 2008).

Das Auftreten von visuellen Wahrnehmungsstörungen wird auch bei Kindern mit Zerebralparese, frühen Hirnschädigungen oder nach Frühgeburten beschrieben. In einer Studie von Stiers et al. (2002) wurden 96 Kinder mit Zerebralparese im Alter von 4 bis 21 Jahren untersucht, von denen 67 % eine Gehirnfehlbildung aufwiesen, 40 % eine spastische Zerebralparese und 38 % eine nach dem ersten Lebensjahr erworbene Hirnschädigung. Die Kinder bearbeiteten zwei visuo-konstruktive Aufgaben und sechs Aufgaben zur visuellen Objekterkennung. Kein Kind hatte auffällige Ergebnisse bei den visuo-konstruktiven Aufgaben, 38 % der Kinder zeigten auffällige Werte in mindestens einer der übrigen Aufgaben; 19 % schnitten bei zwei oder mehr Aufgaben unterdurchschnittlich ab. In einer weiteren Studie wurde nachgewiesen, dass frühgeborene Kinder (30.-34. Schwangerschaftswoche) im Alter von drei bis vier Jahren signifikant schlechtere Ergebnisse in visuellen Wahrnehmungstests als eine gleichaltrige Kontrollgruppe erzielten (Caravale, Tozzi, Albino & Vicari, 2005). Die visuellen Wahrnehmungsfähigkeiten von 18 japanischen Frühgeborenen mit Diplegie im Alter von fünf bis neun Jahren fielen in einer weiteren Untersuchung signifikant geringer aus als der Intelligenzquotient der Kinder (Koeda & Takeshita, 1992). In einer Untersuchung der visuellen Wahrnehmungsleistungen von Kindern mit Hemiplegie wurde beobachtet, dass die Kinder in den Untertests „Figur-Grund“ und „Formkonstanz“ des DTVP (Frostig et al., 1961; Frostig, Lefever, et al., 1966; Maslow et al., 1964) signifikant schwächere Ergebnisse erzielten als Kinder ohne Hirnschädigungen (Abercrombie, 1964).

3 Fragestellung

Im Rahmen dieses Forschungsvorhabens werden die visuellen Wahrnehmungsleistungen von Kindern und Jugendlichen mit Entwicklungsauffälligkeiten untersucht. Hierzu wurden die visuelle Wahrnehmung und andere Fertigkeiten von folgenden Gruppen untersucht: (1) Kinder, die perinatal oder frühkindlich einen Schlaganfall erlitten haben (SA-Gruppe), (2) Kinder, die eine Lese-Rechtschreibstörung aufweisen (LRS-Gruppe), (3) Kinder, die eine Rechenstörung haben (RS-Gruppe) und (4) motorisch auffällige Kinder (MAK-Gruppe). In diesem Kapitel werden zunächst die im Rahmen der Publikationen bearbeiteten Fragestellungen theoretisch begründet und dargestellt. Im Anschluss daran werden weitere Fragen formuliert, die innerhalb dieser Synopse beantwortet werden sollen.

Studie 1: Visuelle Wahrnehmungsstörungen nach kindlichen Schlaganfällen

Obwohl ein hoher Prozentsatz der Kinder, die perinatal oder im Kindesalter einen Schlaganfall erlitten haben, unter visuellen Wahrnehmungsstörungen leidet, wurden ihre visuellen Wahrnehmungsleistungen bisher wenig erforscht. Die Angaben über die Anzahl der betroffenen Kinder variieren von einem bis hin zu zwei Dritteln (vgl. z. B. Stiers et al., 2001; Van den Hout et al., 2000; Werpup et al., 2011). Zudem liegen bislang kaum systematische Studien zu den visuellen Wahrnehmungsleistungen von schlaganfallerkrankten Kindern im Schulalter vor. Die AWMF (2009) empfiehlt in ihren Leitlinien, visuelle Wahrnehmungsstörungen durch den Einsatz standardisierter Leistungs-, Entwicklungs- und Intelligenztests zu spezifizieren, ihren Schweregrad abzuschätzen und sie von einer allgemeinen Intelligenzminderung abzugrenzen. Daher wurde in Studie 1 untersucht, wie viele Kinder nach perinatalen und frühkindlichen Schlaganfällen unter visuellen Wahrnehmungsdefiziten und -störungen leiden und in welchen visuell-perzeptuellen Leistungen diese Defizite bestehen. Außerdem wurde erörtert, wie sich visuelle Wahrnehmungsstörungen nach kindlichen Schlaganfällen von einer allgemeinen Intelligenzminderung abgrenzen lassen.

Studie 2: Visuelle Wahrnehmungsleistungen bei Kindern mit Lese-Rechtschreibstörung

Obwohl visuelle Wahrnehmungsdefizite bei Kindern mit LRS in der klinischen Praxis häufig beobachtet werden (vgl. Frostig, 1994a, 1994b; Schneck, 2010), wurde die Erforschung visueller Wahrnehmungsdefizite bei Kindern mit LRS in den letzten Jahren vernachlässigt. Deshalb wurde untersucht, wie groß der Anteil der Kinder mit LRS ist, die leichte, klinisch relevante und schwere Defizite in den visuellen Wahrnehmungsleistungen aufweisen.

Da die bestehenden Forschungsergebnisse (u. a. von Karadi et al., 2001) darauf hinweisen, dass Kinder mit LRS schwächere Leistungen als normal lesende Kinder in Aufgaben aufweisen, die visuell-räumliche Fertigkeiten (u. a. Rotationen) erfassen, bei der eine Figur-Hintergrund-Unterscheidung oder eine schnelle Verarbeitung visueller Stimuli notwendig ist, wurde aufgezeigt, in welchen Aufgaben eines

standardisierten visuellen Wahrnehmungstests sich die Leistungen von Kindern mit LRS von denen einer Kontrollgruppe mit unauffälligen Leseleistungen unterscheiden.

Larsen und Hammill (1975) kritisieren, dass der IQ nachweislich einen Einfluss auf die visuellen Wahrnehmungsleistungen hat und dass dieser Einfluss in Studien zur visuellen Wahrnehmung trotzdem nur selten kontrolliert wird. Daher wurde zusätzlich ermittelt, wie der IQ die visuellen Wahrnehmungsleistungen bei LRS beeinflusst. Zudem wurde diskutiert, wie sich die visuellen Wahrnehmungsleistungen von visuell-kognitiven Leistungen, wie sie häufig in Intelligenztests erfasst werden, abgrenzen lassen.

Die Ergebnisse einiger Autorenguppen (z. B. Ardila et al., 1998; Bell et al., 2003; Steinbrink et al., 2008) zeigen Zusammenhänge zwischen verschiedenen Lese- und Rechtschreibleistungen und visuellen Wahrnehmungsfertigkeiten auf. Daher wurde in Studie 2 analysiert, welche Zusammenhänge zwischen einzelnen Lese- und Rechtschreibfertigkeiten und visuellen Wahrnehmungs- sowie Intelligenzleistungen bestehen.

Studie 3: Visuelle Wahrnehmungsleistungen bei Grundschulkindern mit Rechenstörungen

Visuelle Wahrnehmungsleistungen werden oft als Basisfertigkeiten für den Rechenerwerb diskutiert (vgl. Jacobs et al., 2013; Knievel et al., 2010; Landerl & Kaufmann, 2013). Um zu überprüfen, ob die visuellen Wahrnehmungsleistungen auch für die Rechenleistungen im Grundschulalter relevant sind, wurde untersucht, ob sich die visuellen Wahrnehmungsleistungen von Kindern mit RS von den Leistungen einer gleichaltrigen Kontrollgruppe unterscheiden.

Defizite in den kognitiven Leistungen (Gedächtnis-, Aufmerksamkeits- und exekutive Funktionen sowie visuelle Wahrnehmungsfähigkeiten) werden nicht nur als Ursachen einer RS, sondern auch als neuropsychologische Teilleistungsstörungen diskutiert (vgl. Landerl & Kaufmann, 2008; Petermann & Lemcke, 2005). Die visuellen Wahrnehmungsleistungen werden dabei oft durch Aufgaben aus den gängigen Intelligenztestbatterien erhoben. Zudem schneiden Kinder mit RS in Intelligenztests häufig schwächer ab als Gleichaltrige. Daher wurde in Studie 3 außerdem überprüft, ob sich die kognitiven Leistungen im Sprachverständnis, im logischen Denken, im Arbeitsgedächtnis und in der Verarbeitungsgeschwindigkeit von Kindern mit RS ebenfalls von Kindern, die unauffällige Rechenleistungen zeigen, unterscheiden.

Da Kinder mit RS oftmals vielfältige kognitive Defizite aufweisen und unklar ist, ob visuelle Wahrnehmungsdefizite die kognitiven Leistungen negativ beeinflussen, wurden die Kinder mit RS in Studie 3 für die Gruppenvergleiche anhand ihres Gesamt-IQ aufgeteilt. Kinder mit einem IQ zwischen 71 und 84 wurden einer Gruppe zugeordnet, Kinder mit einem IQ zwischen 85 und 114 gehörten zur anderen Gruppe. Es wurde geprüft, ob sich die visuellen Leistungen und die kognitiven Leistungen dieser beiden Gruppen unterscheiden.

Falls das Auftreten visueller Wahrnehmungsstörungen bei RS bislang unterschätzt worden ist, wäre aus klinischer Sicht zu überdenken, ob diagnostische und therapeutische Prozesse modifiziert werden müssen. Daher wurde in Studie 3 ebenfalls der Anteil der Grundschul Kinder mit RS berechnet, die eine klinisch auffällige visuelle Wahrnehmungsleistung zeigen sowie der Anteil der Kinder, die eine visuelle Wahrnehmungsstörung aufweisen.

Studie 4: Visuelle Wahrnehmungsleistungen bei motorisch auffälligen Kindern - eine Pilotstudie

Studien (vgl. z. B. Bonifacci, 2004) zeigen, dass MAK insbesondere Defizite in Aufgaben aus dem Bereich der visuo-motorischen Integration aufweisen. Schwache Leistungen in Tests zur Erfassung der visuo-motorischen Integration können jedoch keinen Hinweis darauf geben, ob die Defizite im Bereich der Motorik oder der visuellen Wahrnehmung bestehen oder ob in beiden Bereichen Schwierigkeiten vorliegen (vgl. Büttner et al., 2008). Daraus lässt sich ableiten, dass bei auffälligen Leistungen in der visuo-motorischen Integration immer die motorik-reduzierten visuellen Wahrnehmungs- und die motorischen Leistungen untersucht werden müssen. Die Befunde zu motorik-reduzierten visuellen Wahrnehmungsdefiziten bei motorisch auffälligen Kindern sind unklar (Bonifacci, 2004; Schoemaker et al., 2001; Tsai et al., 2008). In Studie 4 wurde daher überprüft, ob sich nur die Leistungen im Bereich der visuo-motorischen Integration von motorisch auffälligen Kindern von denen einer gleichaltrigen Kontrollgruppe unterscheiden oder ob auch Leistungsunterschiede in den motorik-reduzierten visuellen Wahrnehmungsleistungen bestehen.

Unter klinisch-kinderpsychologischen Gesichtspunkten ist zudem interessant, wie viele MAK im späten Kindesalter Defizite in den unterschiedlichen visuellen Wahrnehmungsleistungen aufweisen. Deswegen wurden der Anteil der motorisch auffälligen Kinder, die eine auffällige visuelle Gesamtleistung zeigen und der Anteil derer, die in den Teilbereichen auffällig sind, ermittelt.

Um zu überprüfen, ob die motorischen Fähigkeiten nur mit den visuo-motorischen Leistungen oder auch mit den motorik-reduzierten visuellen Wahrnehmungsleistungen zusammenhängen, wurde berechnet, welche Korrelationen zwischen den verschiedenen motorischen Leistungen (Handgeschicklichkeit, Ballfertigkeiten und Balance) und motorik-reduzierten sowie motorik-abhängigen visuellen Wahrnehmungsleistungen existieren.

Die dargestellten Fragestellungen wurden in den entsprechenden Publikationen beantwortet. Im Folgenden werden weitere Fragen hergeleitet, die im Rahmen dieser Synopse zusätzlich beantwortet werden sollen. Da in Studie 3 keine Berechnung möglicher Zusammenhänge zwischen den visuellen Wahrnehmungs- und den Rechenleistungen erfolgten, eine Studie von Ardila, Galeano und Rosselli (1998) aber Zusammenhänge zwischen visuellen Wahrnehmungs- und Rechenleistungen bei Erwachsenen

nachweisen konnten, soll in der vorliegenden Synopse zudem folgende Fragestellung beantwortet werden:

- Welche Zusammenhänge bestehen zwischen den Leistungen in einem Rechentest, in einem visuellen Wahrnehmungstest und in einem Intelligenztest?

Studienübergreifend sollen weitere Fragen beantwortet werden. Da bislang keine Vergleiche zwischen den visuellen Wahrnehmungsleistungen von Kindern mit LRS, RS und Kindern mit motorischen Auffälligkeiten sowie Kindern, die einen SA hatten, erfolgt sind, soll folgende Fragestellung untersucht werden:

- Bestehen Unterschiede in den visuellen Wahrnehmungsleistungen zwischen den verschiedenen Entwicklungsauffälligkeiten?

Neben der Schätzung von Warnke und Baier (2013), dass etwa 5 bis 10 % der Kinder mit LRS zusätzlich eine visuell-räumliche Wahrnehmungsstörung zeigen, sind in der Literatur keine Prävalenzangaben zu visuellen Wahrnehmungsstörungen bei Kindern mit Entwicklungsauffälligkeiten zu finden. Daher soll anhand der erhobenen Daten folgende Frage beantwortet werden:

- Wie viele Kinder mit Entwicklungsrisiken weisen visuelle Wahrnehmungsdefizite auf, wie viele klinisch auffällige Leistungen und wie viele eine visuelle Wahrnehmungsstörung?

Wenn die visuellen Wahrnehmungsleistungen primäre Intelligenzfähigkeiten darstellen, könnten defizitäre visuelle Wahrnehmungsleistungen bei einem Kind dazu führen, dass es auch schwächere Leistungen im Intelligenzfaktor „Visuelle Wahrnehmung“ erbringt und somit möglicherweise auch einen geringeren Gesamt-IQ erzielt. Daraus ergibt sich folgende Fragestellung:

- Welche Zusammenhänge bestehen zwischen den Leistungen in visuellen Wahrnehmungs- und Intelligenztests?

EMPIRISCHER TEIL

4 Methoden

4.1 Beschreibung der Stichproben

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wurden die Daten von insgesamt 241 Kindern und Jugendlichen im Alter von 9 bis 14 Jahren ausgewertet. Die Kinder wurden zum Großteil in den Räumen des Zentrums für klinische Psychologie und Rehabilitation (ZKPR) der Universität Bremen untersucht. Einige Testungen erfolgten auch in Kooperation mit Beratungsstellen und Förderzentren in Bremen und Niedersachsen. Sämtliche Daten wurden von Mai 2011 bis August 2014 erhoben. Eine Auflistung der Erhebungszeiträume bezogen auf die einzelnen Publikationen ist Tabelle 5 zu entnehmen.

Tabelle 5: Erhebungszeitraum der Stichproben der empirischen Publikationen

Publikation	Erhebungszeitraum	Stichprobe
Studie 1: Schlaganfall	Mai 2011 - November 2013	<i>N</i> = 56
Studie 2: Lese-Rechtschreibstörung	Oktober 2012 - April 2013	<i>N</i> = 65
Studie 3: Rechenstörung	Oktober 2012 - August 2014	<i>N</i> = 79
Studie 4: Motorische Auffälligkeiten	Dezember 2012 - August 2014	<i>N</i> = 41

Die Stichproben wurden über Pressemitteilungen akquiriert. Die Eltern konnten ihre Kinder telefonisch oder per E-Mail anmelden. Die Testungen dauerten pro Kind durchschnittlich drei Stunden und erfolgten in der Regel an einem einmaligen Termin. Nur in Ausnahmefällen wurden zwei Termine an aufeinanderfolgenden Tagen vereinbart. Je nach Fragestellung wurden standardisierte Testverfahren zur Erfassung der Leistungen im Lesen, Schreiben, Rechnen, der motorischen Fähigkeiten und der Intelligenz eingesetzt. Mit den Kindern aus allen Gruppen wurde der gleiche standardisierte visuelle Wahrnehmungstest durchgeführt. Die Testverfahren werden in Kapitel 4.2 beschrieben.

Vorab wurden die Familien über den Ablauf der Testungen, die Teilnahmebedingungen und die Datenschutzvorkehrungen informiert. Die Eltern mussten vorab eine entsprechende Einverständniserklärung unterschreiben und einen Fragebogen ausfüllen. Die im Rahmen der einzelnen Studien eingesetzten Fragebögen unterschieden sich in einigen Punkten. In allen wurden allgemeine Informationen wie Geschlecht, Alter, und Händigkeit des Kindes sowie Angaben zur Familie, zum Entwicklungsstand und der Gesundheit des Kindes sowie zu bestehenden Diagnosen erfasst. Einige ausgewählte Stichprobenmerkmale sind in Tabelle 6 zusammengefasst.

Tabelle 6: Ausgewählte Stichprobenmerkmale der untersuchten Kinder aller Studien

		SA	LRS	RS	MAK
N		28	35	39	21
N Kontrollgruppe		28	30	40	20
Alter in Monaten		149 ± 26	132 ± 22	130 ± 16	132 ± 17
Geschlecht	männlich	19 (68 %)	22 (63 %)	14 (36 %)	14 (67 %)
	weiblich	9 (32 %)	13 (37 %)	25 (64 %)	7 (33 %)
Händigkeit	links	12 (43 %)	3 (9 %)	2 (5 %)	2 (10 %)
	rechts	16 (57 %)	31 (89 %)	36 (92 %)	19 (92 %)
	ambidex	-	1 (3 %)	1 (3 %)	-

Anmerkungen: LRS = Gruppe der Kinder mit Lese-Rechtschreibstörung, MAK = Gruppe der motorisch auffälligen Kinder, n = Stichprobengröße, RS = Gruppe der Kinder mit Rechenstörung, SA = Gruppe der Kinder, die einen Schlaganfall hatten.

Da für die unterschiedlichen Studien teilweise unterschiedliche Merkmale der Kinder relevant sind, werden im Folgenden die im Rahmen der einzelnen Studien untersuchten Kinder charakterisiert.

In Studie 1 wurden die visuellen Wahrnehmungsleistungen von 28 Kindern, die einen Schlaganfall (SA) erlitten haben und 28 gesunden Kindern (= Kontrollgruppe, kurz KG) erfasst. Der Schlaganfall erfolgte bei 15 Kindern perinatal (28. SSW bis 28. Lebenstag) und bei sechs Kindern im späten Kindes- und Jugendalter (72 Monate bis 18 Jahre). Sieben Kinder hatten einen frühkindlichen Schlaganfall (28. Lebenstag bis 72 Monate). Der Großteil (93 %) der Kinder hat einen ischämischen Schlaganfall erlitten. Bei über der Hälfte der Kinder (64 %) ist die linke Hemisphäre des Gehirns betroffen, bei sechs Kindern (21 %) die rechte und bei vier Kindern (14 %) beide Hemisphären. Dreiviertel der Kinder (75 %) haben eine Hemiparese, neun Kinder (32 %) eine LRS und sechs Kinder eine RS.

Für Studie 2 wurden die Daten von insgesamt 65 Kindern erhoben. Sie wurden anhand ihrer Leistungen in zwei Gruppen aufgeteilt: Die eine Gruppe umfasst die Kinder, bei denen die Diagnose LRS nach den Leitlinien der Deutschen Gesellschaft für Kinder- und Jugendpsychiatrie und -psychotherapie (DGKJP, 2007) gestellt werden konnte (LRS-Gruppe, n = 35). Die Kinder dieser Gruppe erzielten einen Prozentrang kleiner 10 in mindestens einem standardisierten Lesetest sowie einen IQ von mindestens 70 in einem standardisierten Intelligenztest. Zudem schnitten sie im Lesetest mindestens 1.2 Standardabweichungen (12 T-Wertpunkte) schlechter ab als im Intelligenztest. Die Kinder mit unauffälligen Leseleistungen (n = 30) wurden der KG zugeordnet.

Von den Kindern aus der LRS-Gruppe besuchen 46 % eine Grundschule, 26 % eine Haupt-, Real-, Gesamt- oder Oberschule (im Folgenden als „Mittelschule“ bezeichnet), 11 % gehen auf ein Gymnasium

und 14 % werden anderweitig beschult. Aus der KG besuchen 27 % eine Grundschule, 26 % eine Mittelschule, 37 % ein Gymnasium und 10 % eine andere Schulform. Bei 83 % der Kinder aus der LRS-Gruppe wird in der Familie nur deutsch gesprochen und bei 14 % deutsch und eine andere Sprache. Für ein Kind (3 %) wurden keine Angaben zur Sprache gemacht. Es wachsen 17 % der Kinder aus der KG mehrsprachig auf; in 83 % der Familien wird deutsch gesprochen. Von den Kindern mit LRS weisen acht Kinder (23 %) Defizite im Rechentest auf. Zudem haben jeweils fünf (14 %) Kinder laut Elternangaben eine UEMF bzw. eine Aufmerksamkeitsstörung.

In Studie 3 wurden die visuellen Wahrnehmungsleistungen von 39 Kindern mit RS mit den Leistungen von 40 KG-Kindern verglichen. Die Diagnose RS wurde nach den Kriterien der Leitlinien der DGKJP (2007) gestellt. Die Kinder dieser Gruppe erzielten einen Prozentrang von ≤ 10 in einem standardisierten Rechentest sowie einen IQ von ≥ 70 in einem standardisierten Intelligenztest. Zudem schnitten sie im Rechentest mindestens 1.2 *SD* (12 *T*-Wertpunkte) schlechter ab als im Intelligenztest. Von den Kindern mit RS gehen jeweils 41 % auf eine Grund- oder Mittelschule, 8 % besuchen ein Gymnasium und 10 % eine andere Schulform. Von den Kindern aus der KG gehen 63 % zur Grundschule, 11 % auf eine Mittelschule, 23 % auf ein Gymnasium. Eine andere Schulform besuchen 3 % der KG. In 74 % der Familien der Kinder mit RS wird deutsch gesprochen; bei 5 % eine andere Sprache. Es wachsen 21 % der Kinder mit RS mehrsprachig auf. Aus der Kontrollgruppe wachsen 13 % mehrsprachig auf; in den anderen Familien wird deutsch gesprochen. Die Kinder mit RS weisen im Durchschnitt einen geringen Gesamt-IQ von 88 (*SD* = 10) auf. Deshalb werden sie zusätzlich anhand ihrer Leistung im Intelligenztest aufgeteilt: Die Kinder, die einen durchschnittlichen Gesamtwert (IQ zwischen 85 und 114) erzielen, bilden die erste Gruppe (RS 1, *n* = 24) und die Kinder, deren Gesamt-IQ als unterdurchschnittlich (zwischen 71 und 84) einzustufen ist, gehören zur zweiten Gruppe (RS 2, *n* = 15). Aus der Gruppe der Kinder mit RS haben insgesamt neun (23 %) Schwierigkeiten beim Lesen- und Schreiben. Die Eltern von drei Kindern (8 %) gaben an, dass ihr Kind eine Aufmerksamkeitsstörung hat; für sechs Kinder (15 %) wird eine UEMF angegeben. In der Gruppe RS 1 haben drei Kinder (20 %) eine LRS, vier Kinder (27 %) haben eine UEMF und ein Kind (7 %) hat eine Aufmerksamkeitsstörung. Von den Kindern aus der Gruppe RS 2 weisen sechs (25 %) eine LRS und jeweils wie (8 %) eine UEMF oder eine Aufmerksamkeitsstörung auf.

Die im Rahmen von Studie 4 untersuchten Kinder wurden anhand ihrer Leistungen im Motoriktest in zwei Gruppen aufgeteilt. Kinder, die im Motoriktest einen Prozentrang kleiner als 15 erzielten, wurden der Gruppe der motorisch auffälligen Kinder (*n* = 21) zugeordnet. Die Kinder, die keine Defizite im Motoriktest aufwiesen, bilden die Kontrollgruppe (*n* = 20). Es wurden nur die Ergebnisse von Kindern in die Analysen mit einbezogen, die in den Untertests „Matrizentest“ und „Wortschatztest“ aus der WISC-IV (vgl. Kap. 4.2) ein Ergebnis von mindestens vier Wertpunkten (entspricht einem IQ-Wert von min-

destens 70) erreichen. So sollte ausgeschlossen werden, dass die untersuchten Kinder eine Intelligenzminderung ($IQ < 70$) aufweisen. Da laut Richtlinien der AWMF (2011a) zur Diagnosestellung eine vollständig Familien-, Patienten- und Krankheitsanamnese notwendig ist, die im Rahmen der Studie nur reduziert erfolgte, sowie die Durchführung eines kompletten Intelligenztests gefordert wird, wird anstelle der Diagnose UEMF der Terminus „motorisch auffällige Kinder“ (kurz: MAK) verwendet.

Von dem MAK besuchen fünf (24 %) eine Grundschule, jeweils ein Kind (5 %) geht auf eine Mittelschule oder auf ein Gymnasium, zwölf Kinder (57 %) lernen an einer Förderschule und zwei Kinder (10 %) werden anderweitig beschult. Es besuchen 50 % der KG eine Grundschule, 20 % eine Mittelschule, 25 % ein Gymnasium und ein Kind eine andere Schule. In 81 % der Familien der MAK wird deutsch gesprochen, in 14 % der Familien eine andere Sprache. Ein Kind (5 %) wächst mehrsprachig auf. In 85 % der Familien der KG wird deutsch gesprochen; 15 % der Kinder wachsen mehrsprachig auf.

Es weisen 81 % der MAK feinmotorische Defizite auf, 71 % zeigen Schwierigkeiten beim Werfen und Fangen und 67 % haben Defizite beim Balancehalten. Nach Elternangaben sind zwei Kinder (10 %) dieser Gruppe Frühgeborene (vor der 37. Schwangerschaftswoche geboren), vier Kinder (19 %) haben eine Aufmerksamkeitsstörung und drei Kinder (14 %) haben eine Autismus-Spektrum-Störung. Kinder mit LRS oder RS wurden nicht in die Analysen mit einbezogen.

4.2 Erhebungsinstrumente

Die eingesetzten Erhebungsinstrumente wurden nach verschiedenen Kriterien ausgesucht. Alle verwendeten Materialien sind kindgerecht. Für die Testverfahren bestehen standardisierte Durchführungsanweisungen. Des Weiteren verfügen sie über aktuelle Normwerte für die zu untersuchen Altersgruppen, bzw. bezogen auf die Schulleistungstests über klassenstufenspezifische Normwerte. Die Tests sind nach wissenschaftlichen Kriterien (Objektivität, Reliabilität und Validität) überprüft. Genaue Angaben hierzu sind den jeweiligen Testmanualen zu entnehmen.

4.2.1 Visuelle Wahrnehmungsleistungen

Zur Erhebung der visuellen Wahrnehmungsleistungen wurde der FEW-JE (Petermann et al., 2013) eingesetzt. Der FEW-JE ist für den Altersbereich von 9 bis 90 Jahren normiert. Der Wert der Gesamtskala „Allgemeine visuelle Wahrnehmung“ repräsentiert inhaltlich das, was im Rahmen dieser Dissertation unter visueller Wahrnehmung verstanden wird. Er wird aus den Leistungen in sechs Untertests gebildet, die unterschiedliche Aspekte der visuellen Wahrnehmung erfassen. Zudem lassen sich zwei Subskalen unterscheiden: Die eine Skala, „Motorik-reduzierte visuelle Wahrnehmung“, erfasst die visuellen Wahrnehmungsleistungen ohne den Gebrauch von handmotorischen Fähigkeiten. Sie wird aus den Untertests „Figur-Grund“, „Gestaltschließen“ und „Formkonstanz“ gebildet. Die andere Skala, „Visuomotorische Integration“, beinhaltet komplexe Aufgaben zur Auge-Hand-Koordination. Sie umfasst die

Untertests „Abzeichnen“, „Visuo-motorische Suche“ und „Visuo-motorische Geschwindigkeit“. Im Untertest „Figur-Grund“ besteht die Aufgabe darin, übereinander liegende Figuren und solche, die vor einem verwirrenden Hintergrund dargestellt sind, zu differenzieren. Beim „Gestaltschließen“ soll aus einer Auswahl fragmentiert gezeichneter Bilder dasjenige ausgewählt werden, welches der vollständig dargestellten Vorlage entspricht. Der Untertest „Formkonstanz“ erfordert das mentale Rotieren von Objekten: Eine vorgegebene Figur soll in einer Mehrfachauswahl aus einer anderen Perspektive und eingebaut in andere Objekte wiedererkannt werden. Beim „Abzeichnen“ sollen einfache Figuren abgezeichnet werden. Die „Visuo-motorische Suche“ ist eine Aufgabe, bei der Zahlen in der korrekten Reihenfolge möglichst schnell miteinander verbunden werden müssen. Beim Untertest „Visuo-motorische Geschwindigkeit“ müssen schnellstmöglich Kreuze und Striche in einfache Symbole gezeichnet werden.

Jeder der sechs Untertests des FEW-JE misst eine oder mehrere Formen visuell-perzeptueller Fähigkeiten, die in enger Wechselwirkung zueinander stehen. Hierbei handelt es sich um: „Formkonstanz“, „räumliche Beziehungen“, „Lage im Raum“ und „Figur-Grund-Unterscheidung“. Welcher Untertest welche visuell-perzeptuellen Fähigkeiten erfasst, ist Tabelle 7 zu entnehmen (vgl. Petermann et al., 2013).

Tabelle 7: Untertests des FEW-JE und erfasste Fähigkeiten

Untertest	Visuell-perzeptuelle Fähigkeit	Beteiligung motorischer Fähigkeiten	
		motorik-reduziert	motorik-abhängig
AZ	Räumliche Beziehungen		X
FG	Figur-Grund-Unterscheidung	X	
VMS	Figur-Grund-Unterscheidung		X
GS	Formkonstanz	X	
VMG	Formkonstanz, räumliche Beziehungen		X
FK	Formkonstanz	X	

Anmerkungen: **AZ** = Abzeichnen, **FG** = Figur-Grund, **FK** = Formkonstanz, **GS** = Gestaltschließen, **VMG** = Visuo-motorische Geschwindigkeit, **VMS** = Visuo-motorische Suche.

4.2.2 Intelligenz

Um die Intelligenz zu erfassen, wurden Leistungen aus der Wechsler Intelligence Scale for Children – Fourth Edition (WISC-IV; Petermann & Petermann, 2014) erhoben. Die WISC-IV beinhaltet zehn Kernuntertests, aus denen sich vier Indizes („Wahrnehmungsgebundenes logisches Denken“, „Sprachverständnis“, „Arbeitsgedächtnis“ und „Verarbeitungsgeschwindigkeit“) sowie ein Gesamt-IQ berechnen lassen.

Das „Wahrnehmungsgebundene logische Denken“ erfasst die fluide Intelligenz und das logische Denken. Dies beinhaltet auch Leistungen der Wahrnehmungsorganisation, der visuo-motorischen Integration und räumlich-konstruktive Leistungen. Es wird aus den Leistungen in den Untertests „Mosaik-Test“, „Bildkonzepte“ und „Matrizen-Test“ berechnet. Im Index „Verarbeitungsgeschwindigkeit“ wird die Geschwindigkeit der mentalen und grafomotorischen Verarbeitung erfasst. Er enthält aber auch visuelle Analysefähigkeiten sowie Aspekte des visuellen Kurzzeitgedächtnisses, die Aufmerksamkeit und der visuo-motorischen Koordination. Der Index wird anhand des „Zahlen-Symbol-Test“ und der „Symbol-Suche“ gebildet. Der Index „Sprachverständnis“ beinhaltet die Begriffsbildung, das sprachliche Schlussfolgern und den Umgang mit erworbenem Wissen. Hierzu gehören die Untertests „Gemeinsamkeiten finden“, „Wortschatz-Test“ und „Allgemeines Verständnis“. Der Index „Arbeitsgedächtnis“ erfasst das kurzfristige Behalten von Inhalten im Gedächtnis, die Durchführung von Operationen und Manipulationen, verschiedene Aufmerksamkeitskomponenten sowie Konzentrations- und Arbeitsgedächtnisaspekte. Die Leistungen in diesem Bereich werden durch die Untertests „Zahlen nachsprechen“ und „Buchstaben-Zahlen-Folgen“ berechnet (vgl. Petermann & Daseking, 2009; Petermann & Petermann, 2008).

Nach Petermann et al. (2010) können Defizite in den Untertests „Mosaik-Test“ und „Matrizen-Test“ aus dem Index „Wahrnehmungsgebundenes logisches Denken“ und die Untertests „Zahlen-Symbol-Test“ und „Symbol-Suche“ aus dem Index „Verarbeitungsgeschwindigkeit“ auf eine visuell-kognitive oder visuell-räumliche Wahrnehmungsstörung hinweisen. Beim „Mosaik-Test“ sollen rot-weiße Bildmuster mit Würfeln nachgelegt werden. Dieser Test erfasst die visuell-kognitiven Funktionen Figur-Grund-Unterscheidung (das Wahrnehmen der roten Figur auf weißem Hintergrund) und Wahrnehmungsorganisation (das mentale Zerlegen in einzelne Komponenten) sowie folgende visuell-räumliche Funktionen: die räumlich-perzeptive Leistung (das Finden der richtigen Lage der Diagonalen), die räumlich-kognitive Leistung (u. a. mentales Rotieren der Würfel, Spiegeln der gelegten Muster) und die räumlich-konstruktive Leistung (Würfel mit der Hand zur richtigen Figur anordnen). Laut Petermann et al. (2010) eignet sich dieser Untertest dadurch als Screeningverfahren für visuell-kognitive und visuell-räumliche Störungen sowie Defizite in Feinmotorik und Auge-Hand-Koordination.

Der „Matrizen-Test“ überprüft die Fähigkeit zum schlussfolgernden Denken. Es wird eine unvollständige Bildvorlage, die aus drei Bildern besteht, vorgelegt. Sie soll um ein viertes, passendes Bild aus fünf Vorgaben ergänzt werden. Auch in diesem Untertest werden visuell-kognitive (Objekt Konstanz: Größe, Farbe, Form, Lage) und visuell-räumliche Funktionen (räumlich-kognitiv: Spiegeln, Klappen und Rotieren von Figuren) erfasst. Im „Zahlen-Symbol-Test“ soll das Kind anhand eines vorgegebenen Lösungsschlüssels abstrakte Symbole Zahlen zuordnen, indem es diese unter die vorgegebenen Zahlen schnellstmöglich einzeichnet. Dieser Untertest beinhaltet Leistungen zur visuellen Diskriminationsfä-

higkeit (jeweils drei Itempaare sind Spiegelungen voneinander), Auge-Hand-Koordination und zum visuellen Kurzzeitgedächtnis. Bei der „Symbol-Suche“ muss das Kind unter Zeitdruck markieren, ob sich ein von zwei vorgegebenen abstrakten Symbolen in einer daneben angeordneten Reihe von ähnlichen Symbolen wiederfindet. Als visuelle Wahrnehmungsleistung wird hier die visuelle Differenzierungsfähigkeit erfasst (vgl. Petermann et al., 2010).

4.2.3 Lesen und Schreiben

Die Lese- und Rechtschreibtests sind, im Gegensatz zum Intelligenz- und visuellen Wahrnehmungstest, nicht nach Altersgruppen, sondern nach den Klassenstufen normiert. Das Leseverständnis wurde daher durch den Leseverständnistest für Erst- bis Sechstklässler (ELFE 1-6; Lenhard & Schneider, 2006) oder durch den Lesegeschwindigkeits- und –verständnistest für die Klassen 6-12 (LGVT 6-12; Schneider, Schlagmueller & Ennemoser, 2007) erfasst. Der ELFE 1-6 besteht aus drei Untertests („Wortverständnistest“, „Satzverständnistest“ und „Textverständnistest“), aus denen sich ein Gesamtwert ermitteln lässt. Beim „Wortverständnistest“ hat das Kind die Aufgabe, das Wort, das zu einem vorgegebenen Bild passt, zu unterstreichen. Im „Satzverständnistest“ soll das Kind aus einer Mehrfachauswahl das Wort markieren, welches in den Satz passt. Beim „Textverständnistest“ besteht die Aufgabe des Kindes darin, kurze Textabschnitte zu lesen und dabei Multiple-Choice-Fragen dazu zu beantworten. Bei allen Aufgaben ist eine möglichst rasche Bearbeitung entscheidend, da Zeitlimits zur Bearbeitung der Aufgaben vorgegeben werden. Beim LGVT 6-12 wird den Kindern ein Text vorgelegt, den sie schnellstmöglich lesen und zwischendurch in einer Dreifachauswahl das in den Zusammenhang passende Wort unterstreichen sollen. Bewertet werden die Anzahl der korrekt angestrichenen Wörter sowie die Gesamtanzahl der Wörter, die die Kinder innerhalb des Zeitrahmens gelesen haben.

Die Leistungen im Vorlesen (Geschwindigkeit und Fehlerzahl) werden für alle Altersgruppen durch den Zürcher Lesetest-II bestimmt (ZLT-II; Petermann & Daseking, 2012). Der ZLT-II ist für die Klassenstufen 1 bis 8 normiert. Es werden die Geschwindigkeit und Fehleranzahl für einzelne Wörter und Textabschnitte ermittelt. Zudem lassen sich die Leistungen im Nachsprechen von Pseudowörtern, im schnellen Benennen von Symbolen und in der Silbentrennung (mündlich und schriftlich) berechnen.

Die Rechtschreibleistung wurde je nach Klassenstufe anhand des Weingartener Grundwortschatz Rechtschreib-Tests für zweite und dritte Klassen (WRT 2+; Birkel, 2007a), des Weingartener Grundwortschatz Rechtschreib-Tests für dritte und vierte Klassen (WRT 3+; Birkel, 2007b), des Weingartener Grundwortschatz Rechtschreib-Tests für vierte und fünfte Klassen (WRT 4+; Birkel, 2007c), des Westermann Rechtschreibtests 6+ (WRT 6+; Rathenow, Vöge & Laupenmühlen, 1980) oder des Rechtschreibungstests (RT; Kersting & Althoff, 2004) erhoben. Bei allen Verfahren sollen die Kinder einzelne Wörter (meist im Rahmen von kurzen Geschichten eingebettet) korrekt schreiben.

4.2.4 Rechnen

Als standardisierter Rechentest zur Diagnostik der RS wurde das Rechenfertigkeiten- und Zahlenverarbeitungs-Diagnostikum für die 2. bis 6. Klasse (RZD 2-6; Jacobs & Petermann, 2014) eingesetzt. Es umfasst insgesamt 18 Untertests. Die genaue Item- und Untertestanzahl variiert in Abhängigkeit von der Teststufe. Für jeden Untertest lässt sich ein Power-Wert (Anzahl der korrekt gelösten Items) ermitteln. Die Bestimmung eines Speed-Wertes (Lösungsgeschwindigkeit der einzelnen Aufgaben) ist nur für einige Untertests vorgesehen. Die Untertests erfassen neben den Leistungen in den Grundrechenarten auch Basisleistungen wie Abzählen, Mengenschätzen und -Bewerten sowie das Verständnis von Rechenregeln. Als Gesamtindizes werden eine Power- und eine Speedkomponente bestimmt.

4.2.5 Motorische Fähigkeiten

Die motorischen Fähigkeiten der Kinder wurden mit der deutschsprachigen Adaption der Movement Assessment Battery for Children - Second Edition (M-ABC-2; Petermann, 2009) erhoben. Die M-ABC-2 erfasst die motorischen Leistungen in den Bereichen „Handgeschicklichkeit“, „Ballfertigkeiten“ und „Balance“. In der Skala „Handgeschicklichkeit“ werden die folgenden drei Aspekte operationalisiert: (1) Die Geschwindigkeit und Sicherheit der Bewegungen für jede Hand, (2) die Koordination beider Hände bei der Bearbeitung einer einzelnen Handlung und (3) die Auge-Hand-Koordination. Im Rahmen der Skala „Ballfertigkeiten“ wird erhoben, mit welcher Präzision ein Objekt aufgefangen und zielsicher geworfen wird. Die Skala „Balance“ erfasst folgende Bereiche: (1) Die statische Balance, bei der das Kind so lange wie möglich eine bestimmte Position halten soll, (2) die dynamische Balance bei langsamen und exakten Bewegungen und (3) die dynamische Balance bei schnellen, explosiven Bewegungen. Es werden jeweils acht Untertests durchgeführt, aus denen sich auch ein Gesamttestwert berechnen lässt. Je nach Altersgruppe kommen unterschiedliche Untertests zum Einsatz. Die M-ABC-2 ist für den Altersbereich von 3 bis 16 Jahren normiert.

4.3 Statistische Verfahren

Im Folgenden werden zunächst die statistischen Berechnungen, die in den einzelnen Studien erfolgten, dargestellt. Sie sind in Tabelle 8 zusammengefasst. Im Anschluss daran werden die in der Synopse zusätzlich verwendeten statistischen Verfahren erläutert.

In Studie 1 wurden die visuellen Wahrnehmungs- und Intelligenzleistungen zwischen der SA-Gruppe und der KG anhand von T-Tests durchgeführt. Dabei wurden die Vergleiche auf Untertestebene indexweise nach Bonferroni-Holm gegen eine Inflation des α -Fehlers abgesichert; das Gesamtsignifikanzniveau wurde auf $\alpha = .05$ festgelegt. Berichtet wird zudem die Effektstärke Cohens d . Bei einem Wert von $d = 0.2$ wurde von einer kleinen, bei $d = 0.5$ von einer mittleren und bei $d = 0.8$ von einer großen Effektstärke ausgegangen. Die Verteilung der klinisch relevanten Daten pro Gruppe wurde durch den

Likelihood-Ratio-Test überprüft. Die Korrelationen zwischen Intelligenz- und visuellem Wahrnehmungstest wurden durch Produkt-Moment-Korrelation nach Pearson (r) berechnet. Diese Berechnungen erfolgten für SA-Gruppe und KG getrennt. Bei $r = .1$ wurde von einem schwachen, bei $r = .3$ von einem mittleren und bei $r = .5$ von einem starken Zusammenhang gesprochen. Augenscheinliche Gruppenunterschiede bei den Korrelationen wurden durch Fishers-Z-Test auf Signifikanz überprüft. Diese Vergleiche wurden indexweise nach Bonferroni-Holm gegen eine Inflation des α -Fehlers abgesichert; das Gesamtsignifikanzniveau wurde auf $\alpha = .05$ festgelegt.

Die statistischen Berechnungen aus Studie 2 (LRS) sind in drei Abschnitte unterteilt: Im ersten Abschnitt wird der prozentuale Anteil der Kinder dargestellt, die auffällige Werte (mindestens 1 SD unterhalb des mittleren Normwertes) im FEW-JE, Werte von klinischer Relevanz (mindestens 1.5 SD unterhalb des mittleren Normwertes) und weit unterdurchschnittliche Werte (mindestens 2 SD unterhalb des mittleren Normwertes) erzielen. Im zweiten Abschnitt werden Varianz- und Kovarianzanalysen durchgeführt. Auf diese Weise soll ermittelt werden, ob Unterschiede zwischen den visuellen Wahrnehmungsleistungen der LRS-Gruppe und der KG bestehen, wenn die Intelligenzleistung berücksichtigt wird. Hierfür werden zunächst die reinen Effekte der Gruppe (LRS vs. KG) auf die visuellen Wahrnehmungsleistungen varianzanalytisch ermittelt. Danach werden Kovarianzanalysen mit dem Gesamt-IQ und den Indexwerten der WISC-IV als Kovariaten durchgeführt, um den Einfluss der Intelligenzfaktoren auf die Gruppeneffekte in den visuellen Wahrnehmungsleistungen zu ermitteln. Das Signifikanzniveau wird auf $\alpha = .05$ festgelegt. Es erfolgen keine α -Korrekturen, da die Berechnungen auf Skalen- und Untertestebene als eigenständige Fragestellungen zu sehen sind. Zudem werden die Effektstärken η^2 und d angegeben.

Im dritten Abschnitt werden die korrelativen Zusammenhänge zwischen der visuellen Wahrnehmungsleistung, den Intelligenzfaktoren und den Leistungen in den unterschiedlichen Lese- und Rechtschreibtests berechnet. Hierbei werden die einfachen Korrelationen (Produkt-Moment-Korrelation nach Pearson) zwischen visueller Wahrnehmung und Lese-Rechtschreibleistung in Kontrast gesetzt zu den Zusammenhängen zwischen beiden Leistungen unter Kontrolle des Einflusses der Intelligenzleistungen (Partialkorrelationen).

Die Berechnungen in Studie 3 sind in zwei Abschnitte unterteilt: Im ersten Schritt wird nonparametrisch überprüft, inwiefern gruppenbezogene Unterschiede (RS 1 vs. RS 2 vs. KG) in den visuellen Wahrnehmungsfähigkeiten und in den Intelligenzleistungen bestehen. Der Gruppenvergleich erfolgt durch den H-Test nach Kruskal-Wallis. Angegeben werden zudem die paarweisen Vergleiche zwischen den einzelnen Gruppen. Für die paarweisen Vergleiche wird die Effektstärke r anhand der Formel $r = z/\sqrt{N}$ berechnet. Das Signifikanzniveau wird auf $\alpha = .05$ festgelegt. Für die paarweisen Vergleiche wird die angepasste Signifikanz angegeben.

Danach wird der prozentuale Anteil der Kinder ermittelt, die eine auffällige visuelle Wahrnehmungsleistung aufweisen. Um zu überprüfen, ob die Anzahl der Kinder, die eine auffällige visuelle Wahrnehmungsleistung haben, sich zwischen den beiden Gruppen signifikant unterscheiden, wird der Likelihood-Quotient berechnet. Als Abschluss wird der Anteil der Kinder, die nach AWMF-Kriterien eine visuelle Wahrnehmungsstörung aufweisen, dargestellt. Hierbei soll neben dem Gesamt-IQ als Ankerwert auch der Indexwert „Sprachverständnis“ betrachtet werden.

Auch die statistischen Berechnungen in Studie 4 sind in drei Abschnitte unterteilt: Der erste Abschnitt enthält nonparametrische Gruppenvergleiche (MAK vs. KG), die anhand des U-Tests nach Mann-Whitney berechnet werden. Das Signifikanzniveau wird auf $\alpha = .05$ festgelegt. Die Vergleiche auf Untertesebene wurden indexweise nach Bonferroni-Holm gegen eine Inflation des α -Fehlers abgesichert. Zudem wird die Effektstärke d angegeben. Dann wird der prozentuale Anteil der Kinder dargestellt, die auffällige Werte (mindestens 1 SD unterhalb des mittleren Normwertes) im FEW-JE, Werte von klinischer Relevanz (mindestens 1.5 SD unterhalb des mittleren Normwertes) und weit unterdurchschnittliche Werte (mindestens 2 SD unterhalb des mittleren Normwertes) aufweisen. Im dritten Abschnitt folgt die Darstellung der korrelativen Zusammenhänge zwischen den visuellen Wahrnehmungs- und den motorischen Leistungen anhand der Produkt-Moment-Korrelation nach Pearson (r).

Tabelle 8: Überblick über die in den Studien eingesetzten statistischen Verfahren

Publikation	Methoden
Studie 1: SA	<ul style="list-style-type: none"> • T-Test • Likelihood-Ratio-Test • Produkt-Moment-Korrelation nach Pearson • Gruppenvergleich der Korrelationen durch Fisher's Z Test
Studie 2: LRS	<ul style="list-style-type: none"> • Varianzanalyse • Kovarianzanalyse • Produkt-Moment-Korrelation nach Pearson • Partialkorrelation
Studie 3: RS	<ul style="list-style-type: none"> • H-Test nach Kruskal-Wallis • Likelihood-Ratio-Test
Studie 4: MAK	<ul style="list-style-type: none"> • U-Test nach Mann-Whitney • Produkt-Moment-Korrelation nach Pearson

Anmerkungen: LRS = Lese-Rechtschreibstörung, MAK = motorisch auffällige Kinder, RS = Rechenstörung, SA = Schlaganfall.

Um in dieser Synopse die visuellen Wahrnehmungs- und Intelligenzleistungen der untersuchten Störungsgruppen zu vergleichen, werden aufgrund der teilweise geringen Stichprobengrößen nonparametrische Gruppenvergleiche anhand des H-Tests nach Kruskal-Wallis durchgeführt. Das Signifikanz-

veau wird auf $\alpha = .05$ festgelegt. Im Falle signifikanter Gruppenunterschiede werden die α -Fehler-korrigierten paarweisen Vergleiche angegeben. Die Leistungen der untersuchten Störungsgruppen werden anhand von Box-Whisker-Plots visualisiert.

Zudem wird für alle Störungsgruppen der prozentuale Anteil der Kinder dargestellt, die auffällige Werte (mindestens 1 *SD* unterhalb des mittleren Normwertes) im FEW-JE und Werte von klinischer Relevanz (mindestens 1.5 *SD* unterhalb des mittleren Normwertes) aufweisen. Des Weiteren wird angegeben, wie viele Kinder nach den Leitlinien der AWMF (2009) eine visuelle Wahrnehmungsstörung aufweisen. Hierfür werden die prozentualen Anteile der Kinder unter Verwendung des Gesamt-IQ und der einzelnen Indexwerte des WISC-IV als Ankerwert ermittelt und zueinander in Kontrast gesetzt.

Da in Studie 3 keine Zusammenhänge zwischen den visuellen Wahrnehmungs- und Rechenleistungen ermittelt worden sind, werden zusätzlich die Korrelationen anhand der Produkt-Moment-Korrelation nach Pearson ermittelt.

5 Ergebnisse

Der Ergebnisteil beinhaltet neue Berechnungen, anhand derer die Daten der vier Studien miteinander verglichen werden, sowie Gegenüberstellungen ausgewählter Ergebnisse der einzelnen Publikationen. Im ersten Abschnitt werden die durchschnittlichen visuellen Wahrnehmungsleistungen der untersuchten Gruppen dargestellt und miteinander verglichen. Darauf folgt die Darstellung der gruppenspezifischen Leistungen im Intelligenztest. Im Anschluss daran werden auch die in den einzelnen Publikationen erstellten Vergleiche zu der jeweiligen KG dargestellt. Der zweite Abschnitt enthält die prozentualen Häufigkeiten der Kinder, die eine auffällige bzw. klinisch relevante Leistung in den Skalen und Untertests des FEW-JE erzielen. Im dritten Abschnitt werden die Zusammenhänge zwischen den visuellen Wahrnehmungsleistungen und den anderen Fähigkeiten (IQ, Schulleistung und Motorik) dargestellt.

5.1 Gruppenvergleiche zu den visuellen Wahrnehmungsleistungen

Im Folgenden werden zunächst die Ergebnisse im visuellen Wahrnehmungstest der einzelnen Gruppen miteinander verglichen. Im Anschluss daran werden die Ergebnisse der in den einzelnen Studien durchgeführten Vergleiche in Relation zur jeweiligen Kontrollgruppe dargestellt. Die im FEW-JE erzielten Gruppenmittelwerte können Tabelle 9 entnommen werden.

Tabelle 9: Gruppenmittelwerte im FEW-JE

	SA		LRS		RS		MAK	
	(N = 28)		(N = 35)		(N = 39)		(N = 21)	
	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD
Allgemeine visuelle Wahrnehmung	85.7	19.0	94.6	15.6	83.4	14.6	84.1	20.9
Motorik-reduzierte visuelle Wahrnehmung	92.3	17.3	94.3	13.5	85.0	15.3	88.0	20.9
Figur-Grund	9.2	2.5	9.2	2.6	8.2	1.8	9.0	3.0
Gestaltschließen	8.9	3.4	8.2	3.1	7.4	3.4	7.6	3.7
Formkonstanz	9.3	3.4	10.0	2.1	7.5	3.3	8.1	4.0
Visuo-motorische Integration	83.7	19.2	95.2	15.0	89.6	12.8	86.1	17.4
Abzeichnen	7.5	4.1	8.7	3.0	7.5	2.9	6.0	3.2
Visuo-motorische Suche	8.3	4.0	9.6	2.6	8.2	3.2	8.3	3.0
Visuo-motorische Geschwindigkeit	7.6	2.8	10.1	2.5	10.2	2.5	9.7	2.8

Anmerkungen: LRS = Lese-Rechtschreibstörung, M = Mittelwert, MAK = motorisch auffällige Kinder, N = Stichprobengröße, RS = Rechenstörung, SA = Schlaganfall, SD = Standardabweichung.

In der Gesamtskala des FEW-JE „Allgemeine visuelle Wahrnehmung“ erzielen die Kinder mit RS ($M = 83.4$) und die MAK ($M = 84.1$) durchschnittliche Leistungen, die als auffällig (Skalenwert < 85) einzustufen sind. Der Mittelwert der Kinder, die einen SA erlitten haben, liegt gerade noch im unauffälligen Bereich ($M = 85.7$). Lediglich der Gruppenmittelwert der Kinder, die eine LRS haben, ist als unauffällig einzustufen ($M = 94.6$). Die Kinder mit RS ($M = 85.0$) und die MAK ($M = 88.0$) schneiden in der Skala „Motorik-reduzierte visuelle Wahrnehmung“ am schwächsten ab. Bessere Leistungen erzielen hier die Kinder mit LRS ($M = 94.3$) und die Kinder, die einen SA hatten ($M = 92.3$). In der Skala „Visuo-motorische Integration“ liegt der Mittelwert der SA-Gruppe im auffälligen Bereich ($M = 83.7$). Des Weiteren erzielen die MAK schwache Leistungen in dieser Skala ($M = 86.1$). Die durchschnittlichen Leistungen der Kinder mit LRS ($M = 95.2$) und RS ($M = 89.6$) sind unauffällig. Auf Untertestebene erbringen die Kinder mit SA die schwächsten Leistungen im „Abzeichnen“ ($M = 7.5$) und in der „Visuo-motorischen Geschwindigkeit“ ($M = 7.6$), die Kinder mit LRS im „Gestaltschließen“ ($M = 8.2$), die Kinder mit RS im „Gestaltschließen“ ($M = 7.4$), in der „Formkonstanz“ ($M = 7.5$) und im „Abzeichnen“ ($M = 7.5$). Die MAK schneiden am schlechtesten im Untertest „Abzeichnen“ ($M = 6.0$) ab. Dieser Untertestmittelwert ist bei den MAK der einzige, der im auffälligen Bereich (Wertpunkt < 7) liegt.

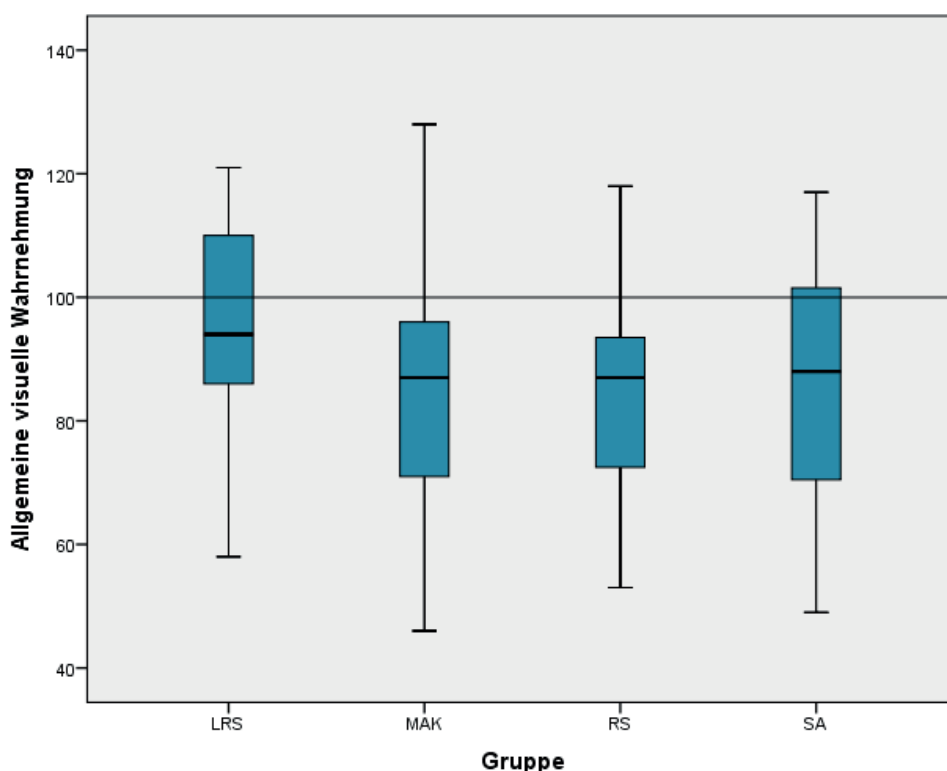


Abbildung 4: Gruppenspezifische Verteilung der Leistungen in „Allgemeine visuelle Wahrnehmung“.

Die Verteilungen der Gruppenleistungen in der Gesamtskala „Allgemeine visuelle Wahrnehmung“ sind in Abbildung 4 dargestellt. Sie unterscheiden sich signifikant ($H(3) = 7.883, p = .048$). Die paarweisen

Vergleiche mit angepassten p -Werten ergeben keinen signifikanten Unterschied. Zwischen den Kindern mit RS und den Kindern mit LRS zeigt sich ein tendenzieller Unterschied ($z = 2.543$, $p = .066$, $r = .30$). Während sich die Verteilungen der Gruppenergebnisse in der Skala „Motorik-reduzierte visuelle Wahrnehmung“ (vgl. Abbildung 5) nicht unterscheiden ($H(3) = 6.463$, $p = .091$) ergibt sich in der Skala

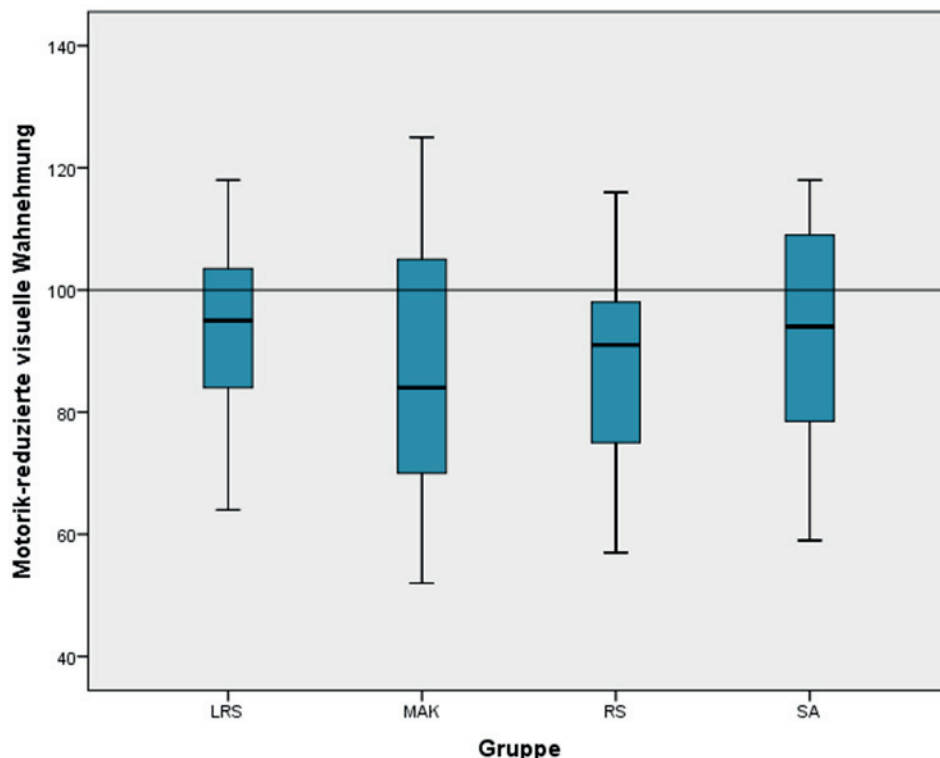


Abbildung 5: Gruppenspezifische Verteilung der Leistungen in „Motorik-reduzierte visuelle Wahrnehmung“.

„Visuo-motorische Integration“ (vgl. Abbildung 6) ein signifikanter Unterschied ($H(3) = 8.739$, $p = .033$). Dieser lässt sich anhand der paarweisen Vergleiche auf einen mittelstarken signifikanten Unterschied zwischen der SA- und der LRS-Gruppe zurückführen ($z = 2.776$, $p = .033$, $r = .35$).

Die Abbildungen der Box-Whisker-Plots zu gruppenspezifischen Verteilungen in allen Untertests sind dem Anhang zu entnehmen. Die Verteilungen der Gruppenleistungen in den Untertests „Figur-Grund“ ($H(3) = 5.666$, $p = .129$; vgl. Abbildung A 2), „Gestaltschließen“ ($H(3) = 3.402$, $p = .334$; vgl. Abbildung A 4) und „Visuo-motorische Suche“ ($H(3) = 3.760$, $p = .28$; vgl. Abbildung A 3) unterscheiden sich nicht signifikant. Für den Untertest „Formkonstanz“ besteht ein signifikanter Unterschied ($H(3) = 11.695$, $p = .009$; vgl. Abbildung A 6), der im paarweisen Vergleich auf den mittelstarken signifikanten Unterschied zwischen der RS- und der LRS-Gruppe zurückzuführen ist ($z = 3.152$, $p = .010$, $r = .37$). Die Verteilungen der Gruppenleistungen im Untertest „Abzeichnen“ unterscheiden sich ebenfalls signifikant voneinander ($H(3) = 8.571$, $p = .036$; vgl. Abbildung A 1). Der paarweise Vergleich zeigt hier einen signifikanten Unterschied zwischen der Gruppe der MAK und der Gruppe der Kinder mit LRS ($z = 2.904$,

$p = .022$, $r = .39$). Zudem besteht ein signifikanter Unterschied zwischen den Verteilungen der Grup-

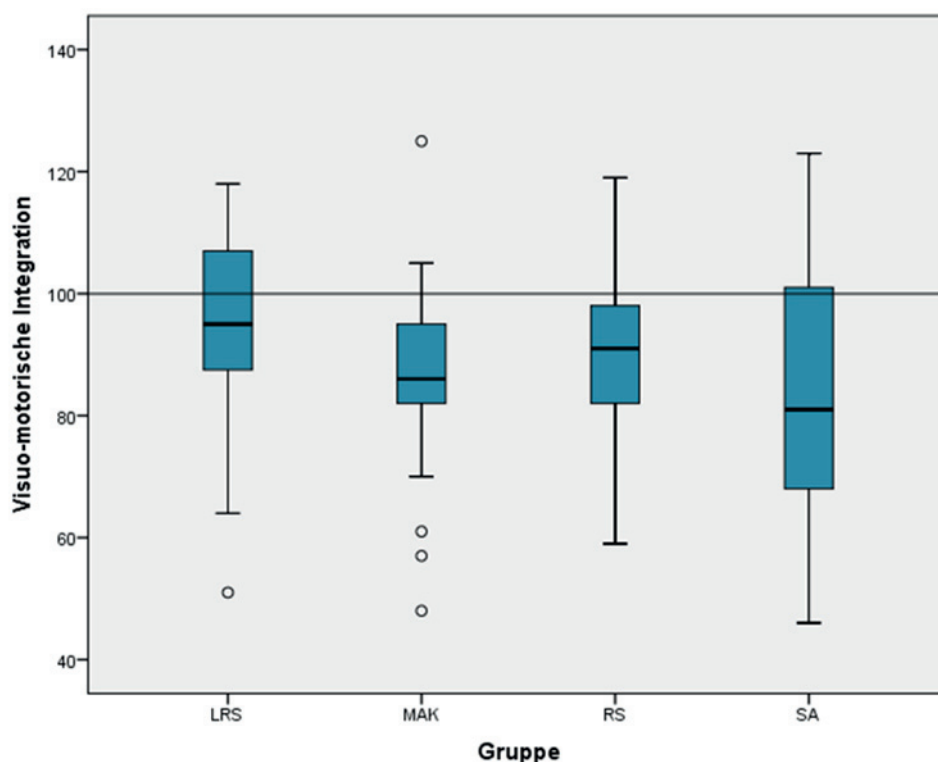


Abbildung 6: Gruppenspezifische Verteilung der Leistungen in „Visuo-motorische Integration“.

penenergebnisse im Untertest „Visuo-motorische Geschwindigkeit“ ($H(3) = 16.286$, $p = .001$; vgl. Abbildung A 5). Bei der Berechnung der paarweisen Vergleiche ergeben sich zwei signifikante Unterschiede: Die Leistungsverteilung der SA-Gruppe unterscheidet sich von der Verteilung der LRS-Gruppe ($z = 3.502$, $p = .003$, $r = .44$) und von der Verteilung der RS-Gruppe ($z = 3.641$, $p = .002$, $r = .44$). Alle statistischen Kennwerte der Gruppen- und paarweisen Vergleiche sind Tabelle A 3 bis Tabelle A 7 (siehe Anhang) zu entnehmen.

5.2. Gruppenvergleiche zu den Intelligenzleistungen

Mit den Gruppen von Kindern, die einen SA erlitten haben und den Gruppen, bei denen eine LRS oder RS diagnostiziert worden ist, wurde die WISC-IV vollständig durchgeführt. Bei den MAK wurden die kognitiven Fähigkeiten durch die Untertests „Wortschatztest“ und „Matrizentest“ aus der WISC-IV erhoben. Die in den Indizes und Untertests erzielten Gruppenmittelwerte sind Tabelle 10 zu entnehmen. Im Anschluss an die deskriptive Darstellung der durchschnittlichen Leistungen werden die signifikanten Ergebnisse der Gruppenvergleiche auf Indexebene (bezogen auf die Gruppen „SA“, „LRS“ und „RS“) sowie für die Untertests „Wortschatztest“ und „Matrizentest“ (bezogen auf alle Gruppen) dargestellt. Die Verteilungen der gruppenspezifischen Ergebnisse im Gesamt-IQ sind in Abbildung 7 dargestellt. Sie unterscheiden sich signifikant ($H(2) = 14.056$, $p = .001$). Die Leistungen der Kinder mit RS sind signifikant

schwächer als die der Kinder, die einen SA hatten ($z = -2.595$, $p = .028$, $r = .32$) und auch als Kinder mit LRS ($z = -3.577$, $p = .001$, $r = .42$).

Tabelle 10: Gruppenmittelwerte in der WISC-IV

	SA		LRS		RS		MAK	
	(N = 28)		(N = 35)		(N = 39)		(N = 21)	
	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD
Gesamt-IQ	95.9	12.9	97.9	10.3	88.3	9.9		
Sprachverständnis	102.8	11.5	100.4	12.1	91.5	9.8		
Gemeinsamkeiten finden	10.7	2.2	10.6	2.5	9.0	1.9		
Wortschatztest	10.5	2.3	10.0	3.0	7.8	2.3	7.1	3.3
Allgemeines Verständnis	10.5	2.5	9.8	2.3	8.9	2.2		
Wahrnehmungsgebundenes								
logisches Denken								
Mosaik-Test	8.0	3.3	9.4	2.8	7.6	2.6		
Bildkonzepte	9.9	2.4	10.7	2.5	9.0	2.6		
Matrizentest	10.5	3.2	9.8	2.6	8.7	2.1	8.6	4.4
Arbeitsgedächtnis	96.3	15.0	93.9	9.0	89.7	10.6		
Zahlen nachsprechen	9.3	3.1	9.1	2.1	8.8	2.3		
Buchstaben-Zahlen-Folgen	9.7	2.5	9.1	2.1	8.0	2.4		
Verarbeitungsgeschwindigkeit	90.7	12.6	99.5	11.6	92.9	11.8		
Zahlen-Symbol-Test	7.5	2.5	9.5	2.9	8.5	2.6		
Symbol-Suche	9.1	2.6	10.3	1.8	8.9	2.3		

Anmerkungen: Für die Gruppe der motorisch auffälligen Kinder sind nur die Werte für die Untertests „Wortschatztest“ und „Matrizentest“ angegeben, weil nur diese durchgeführt worden sind, um das kognitive Niveau zu schätzen. **LRS** = Leserechtschreibstörung, **M** = Mittelwert, **MAK** = motorisch auffällige Kinder, **N** = Stichprobengröße, **RS** = Rechenstörung, **SA** = Schlaganfall, **SD** = Standardabweichung.

Ein ähnliches Bild ergibt sich für den Index „Sprachverständnis“. Auch hier unterscheiden sich die Verteilungen signifikant ($H(2) = 17.588$, $p = .000$). Der paarweise Vergleich zeigt, dass die Kinder, die eine RS haben, signifikant schwächere Leistungen im Index „Sprachverständnis“ erbringen als die Kinder, die eine LRS ($z = -3.211$, $p = .004$, $r = .37$) haben und die Kinder, die einen SA erlitten haben ($z = -3.844$, $p = .000$, $r = .47$). Im Index „Wahrnehmungsgebundenes logisches Denken“ bestehen ebenfalls signifikante Gruppenunterschiede ($H(2) = 10.396$, $p = .006$). Hier erzielen die Kinder mit RS signifikant schwächere Ergebnisse als die Kinder mit LRS ($z = -3.137$, $p = .005$, $r = .37$). Die Leistungen im Index „Arbeitsgedächtnis“ unterscheiden sich nicht signifikant ($H(2) = 5.282$, $p = .071$). Alle drei Gruppen erbringen

hier Leistungen, die etwas unterhalb des Mittelwertes (IQ = 100) liegen. Im Index „Verarbeitungsgeschwindigkeit“ unterscheiden sich die Verteilungen ebenfalls signifikant ($H(2) = 9.097, p = .011$). Hier erzielen die Kinder der SA-Gruppe signifikant schwächere Leistungen als die Kinder der LRS-Gruppe (z

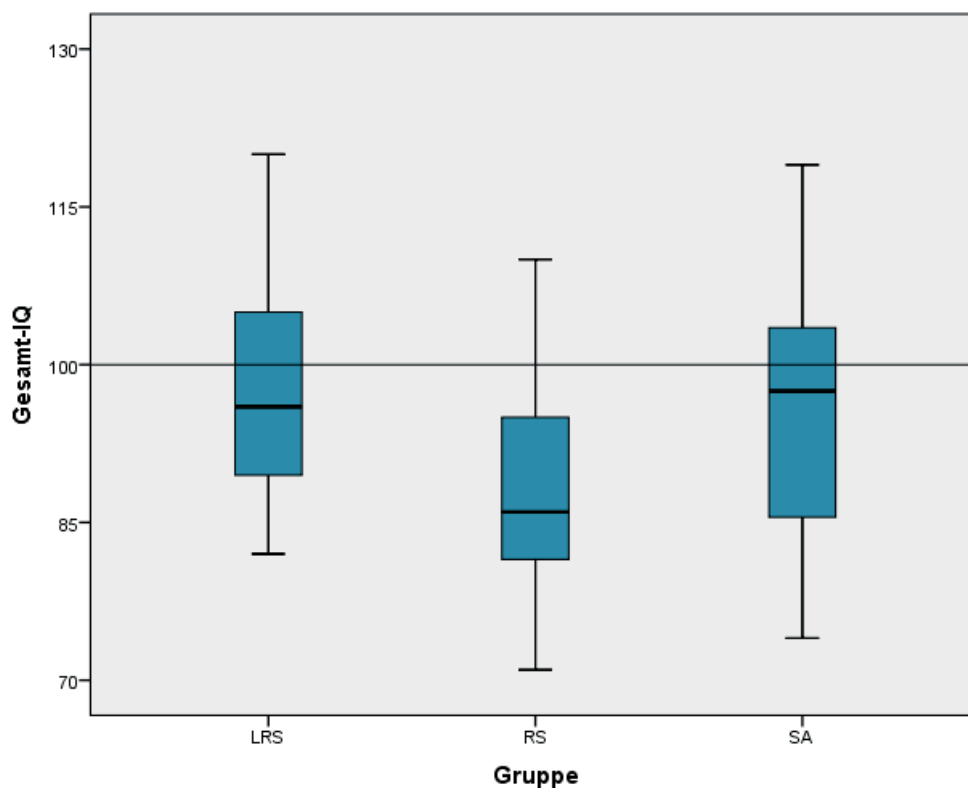


Abbildung 7: Gruppenspezifische Verteilung der Leistungen im Gesamt-IQ.

$= -2.916, p = .011, r = .37$).

Die Verteilungen der Leistungen aller vier Gruppen im „Matrizentest“ sind Abbildung 8 zu entnehmen. Sie unterscheiden sich signifikant ($H(3) = 8.743, p = .033$). Die paarweisen Vergleiche zeigen einen signifikanten Unterschied zwischen den Kindern, die eine RS aufweisen und den Kindern, die einen SA erlitten haben ($z = -2.704, p = .041, r = .33$). Die Kinder mit RS erzielen hier wesentlich schwächere Leistungen. In den Verteilungen der Leistungen im „Wortschatztest“ (vgl. Abbildung 9) bestehen ebenfalls signifikante Unterschiede ($H(3) = 25.903, p = .000$). Die Leistungen der MAK sind signifikant schwächer als die der Kinder mit LRS ($z = -3.286, p = .006, r = .44$). und die der Kinder, die einen SA hatten ($z = -4.073, p = .000, r = .58$). Außerdem erzielt die Gruppe der Kinder mit RS ebenfalls signifikant schwächere Leistungen als die LRS-Gruppe ($z = -2.960, p = .018, r = .34$) und die SA-Gruppe ($z = -3.878, p = .001, r = .47$). Die Ergebnisse aller paarweisen Vergleiche können Tabelle A 8 bis Tabelle A 13 (siehe Anhang) entnommen werden. Die im paarweisen Vergleich ermittelten Effekte sind als mittel bis stark einzuordnen.

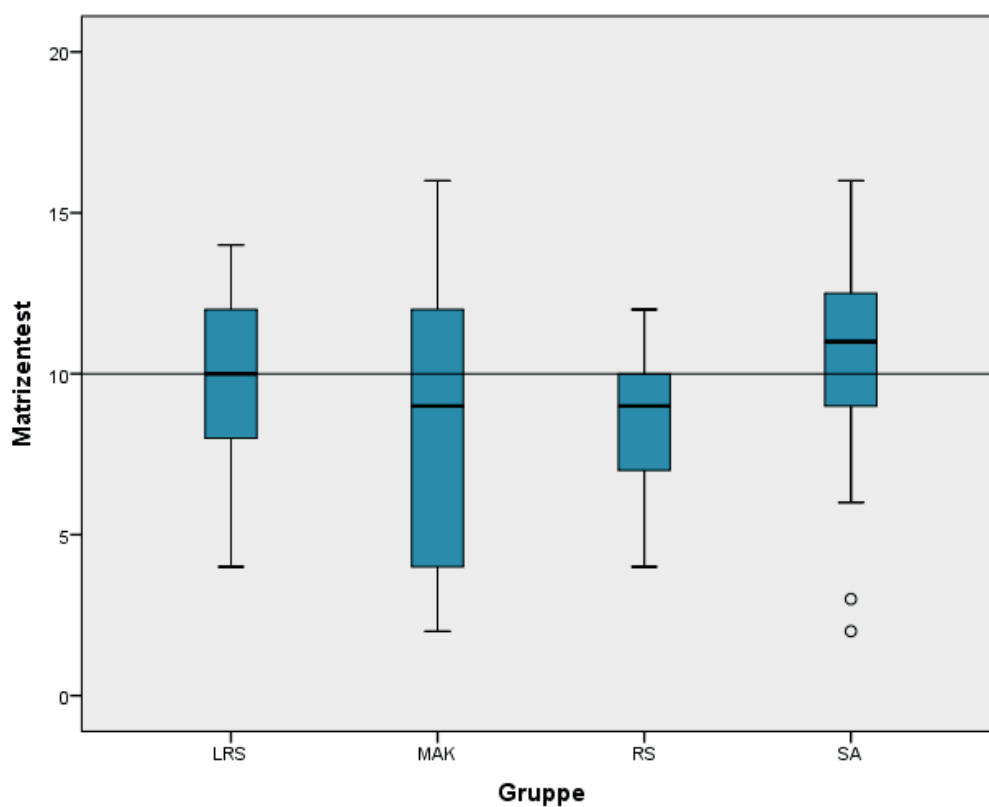


Abbildung 8: Gruppenspezifische Verteilung Leistungen im „Matrizentest“.

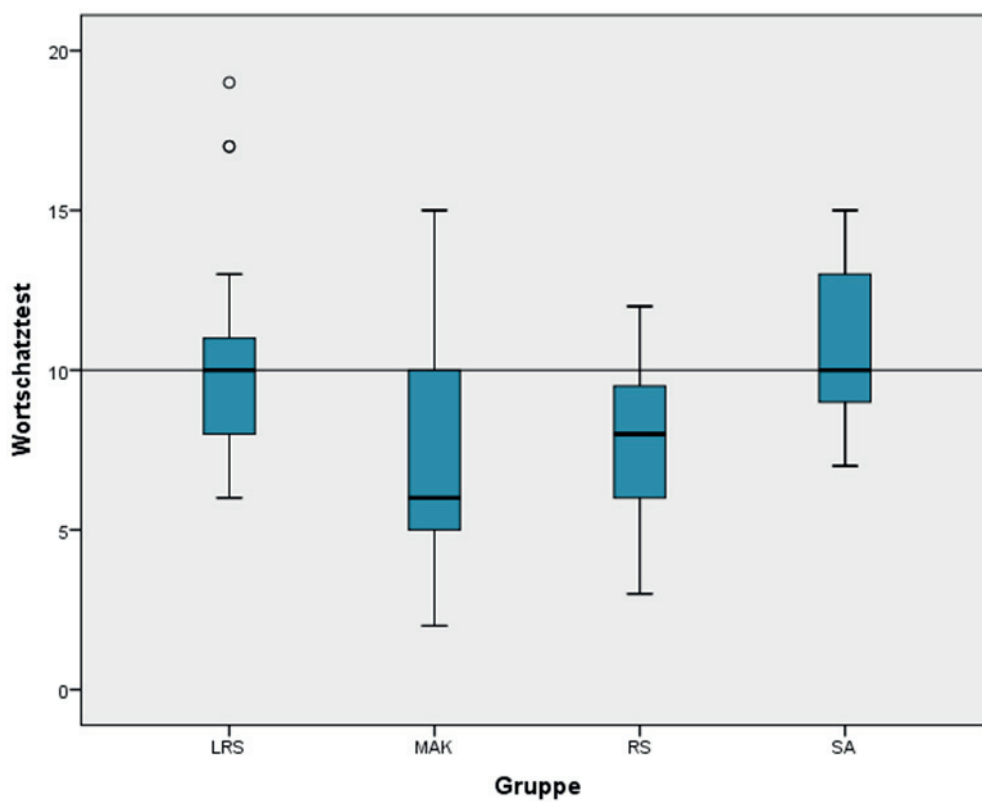


Abbildung 9: Gruppenspezifische Verteilung der Leistungen im „Wortschatztest“.

5.3 Studienspezifische Gruppenvergleiche

Die in Studie 1 berechneten Gruppenvergleiche ergeben, dass die Kinder, die einen SA erlitten haben, signifikant schwächere Leistungen in allen Skalen und Untertests des FEW-JE aufweisen, als die gleichaltrige KG. Die ermittelten Effekte sind als stark einzustufen. Im Intelligenztest zeigt die Gruppe der Kinder, die einen SA hatten, ebenfalls signifikant schwächere Ergebnisse mit starken Effekten im Gesamt-IQ und in den Skalen „Wahrnehmungsgebundenes logisches Denken“, „Arbeitsgedächtnis“ und „Verarbeitungsgeschwindigkeit“. Lediglich im Index „Sprachverständnis“ bestehen keine Gruppenunterschiede.

Studie 2 ist zu entnehmen, dass die visuellen Wahrnehmungsleistungen der Kinder mit LRS durchweg schwächer sind als die Leistungen der KG. Die beobachteten Unterschiede sind signifikant bei mittlerer Effektstärke bezogen auf die FEW-JE-Hauptskala „Allgemeine visuelle Wahrnehmung“, in den Subskalen „Motorik-reduzierte visuelle Wahrnehmung“ und „Visuo-motorische Integration“ sowie in den Untertests „Visuo-motorische Suche“ und „Visuo-motorische Geschwindigkeit“. Für den im Untertest „Gestaltschließen“ ermittelten signifikanten Unterschied ergibt sich eine große Effektstärke.

In den Indizes und Untertests der WISC-IV erzielen die Kinder mit LRS ebenfalls niedrigere Mittelwerte als die Kinder aus der KG. Signifikante Gruppenunterschiede zeigen sich im Gesamt-IQ, in den Indizes „Wahrnehmungsgebundenes logisches Denken“ und „Arbeitsgedächtnis“ sowie in den Untertests „Allgemeines Verständnis“, „Mosaik-Test“, „Matrizentest“, „Zahlen nachsprechen“ und „Buchstaben-Zahlen-Folgen“. Die Effekte sind als mittelstark (für „Mosaik-Test“ und „Zahlen nachsprechen“) bis groß einzustufen.

Nach Kontrolle der Kovariate „Gesamt-IQ“ lässt sich kein Effekt mehr durch die Gruppeneinteilung (LRS vs. KG) auf die visuellen Wahrnehmungsleistungen nachweisen. Bei der Überprüfung des Gruppenunterschiedes (LRS vs. KG) unter Verwendung der Indexwerte der WISC-IV als Kovariaten jedoch bleiben die signifikanten Gruppenunterschiede in den Skalen „Allgemeine visuelle Wahrnehmung“ und „Visuo-motorische Integration“ sowie im Untertest „Gestaltschließen“ unter Kontrolle der erreichten Leistungen in den Indizes „Sprachverständnis“, „Arbeitsgedächtnis“ oder „Verarbeitungsgeschwindigkeit“ bestehen. In der Subskala „Motorik-reduzierte visuelle Wahrnehmung“ lassen sich nach Kontrolle der Indexwerte im „Sprachverständnis“ und in der „Verarbeitungsgeschwindigkeit“ weiterhin signifikante Unterschiede nachweisen.

In Studie 3 unterscheiden sich die visuellen Wahrnehmungsleistungen der drei Gruppen (RS 1, RS 2 und KG) signifikant in der Hauptskala des FEW-JE, in den Subskalen sowie in fast allen Untertests. Zwischen den Leistungen der Gruppen im Untertest „Visuo-motorische Suche“ bestehen nur tendenzielle Differenzen. Die Kinder der KG erzielen im Durchschnitt die besten Leistungen, die Kinder der RS 2 schneiden am schwächsten ab. Die paarweisen Vergleiche ergeben, dass die Leistungen der RS 1 in der

Gesamtskala „Allgemeine visuelle Wahrnehmung“ und der Subskala „Visuo-motorische Integration“ bei mittlerer Effektgröße signifikant schwächer sind als die Leistungen der KG. In der Subskala „Motorik-reduzierte visuelle Wahrnehmung“ lassen sich keine signifikanten Gruppenunterschiede nachweisen. Auf Untertestebene bestehen keine signifikanten Unterschiede zwischen RS 1 und KG; im Untertest „Formkonstanz“ zeigen die Kinder aus der KG tendenziell bessere Leistungen. Die Ergebnisse der RS 2 sind signifikant schwächer in allen Skalen und allen Untertests des FEW-JE als die Ergebnisse der KG. Die Effektstärke im Untertest „Visuo-motorische Geschwindigkeit“ liegt im mittleren Bereich. Für alle anderen Untertests und Skalen besteht eine große Effektstärke. Die Leistungen der beiden Gruppen von Kindern mit RS unterscheiden sich bei mittlerer Effektstärke signifikant in der Gesamtskala „Allgemeine visuelle Wahrnehmung“, in der Subskala „Motorik-reduzierte visuelle Wahrnehmung“ und den Untertests „Gestaltschließen“ und „Formkonstanz“ sowie -bei größerer Effektstärke- im Untertest „Abzeichnen“.

Die im Intelligenztest erzielten Leistungen der drei Gruppen unterscheiden sich ebenfalls signifikant. Im paarweisen Vergleich von RS 1 und KG ergeben sich signifikante Unterschiede bei mittlerer Effektstärke im Gesamt-IQ und dem Index „Wahrnehmungsgebundenes logisches Denken“. Die Gruppenunterschiede zwischen RS 2 und KG sind im Gesamt-IQ und allen Indexwerten signifikant bei großer Effektstärke. Die Leistungen der RS 1 und der RS 2 im Intelligenztest unterscheiden sich ebenfalls durchweg signifikant bei mittlerer Effektstärke.

Die Leistungen der MAK in Studie 4 erzielen signifikant schwächere Leistungen als die motorisch unauffälligen Kinder in der FEW-JE-Gesamtskala „Allgemeine visuelle Wahrnehmung“, in den beiden Subskalen sowie den Untertests „Gestaltschließen“, „Formkonstanz“, „Abzeichnen“ und „Visuo-motorische Suche“. Die Effekte sind als groß einzustufen. Für die Untertests „Figur-Grund“ und „Visuo-motorische Geschwindigkeit“ lassen sich keine signifikanten Gruppenunterschiede feststellen.

5.4 Anteil der Kinder mit visuellen Wahrnehmungsdefiziten

Der gruppenspezifische prozentuale Anteil der Kinder, die ein visuelles Wahrnehmungsdefizit aufweisen, ist in Tabelle 13 dargestellt. Als Wahrnehmungsdefizit ist hier eine unterdurchschnittliche Leistung im FEW-JE definiert, die mindestens eine Standardabweichung (*SD*) unterhalb des Normmittelwertes liegt. Im FEW-JE werden diese Werte als „auffällig“ bezeichnet. Für die Skalen handelt es sich dabei um Werte kleiner 84 und bezogen auf die Untertests um Wertpunkte kleiner 7.

Von den untersuchten Kindern, die einen SA hatten und den Kindern, bei denen eine RS diagnostiziert wurde oder die als motorisch auffällig eingestuft worden sind, zeigen knapp die Hälfte defizitäre Leistungen in der „Allgemeinen visuellen Wahrnehmung“, in der LRS-Gruppe sind es nur 20 % der Kinder. Der beobachtete Unterschied in den Verteilungen ist signifikant ($L\chi^2 = 8.115$, $df = 3$, $p = .044$). Bei den

Kindern, die einen SA erlitten haben, weisen rund zwei Drittel auffällige Leistungen in der „Visuo-motorischen Integration“ und etwa ein Drittel in der „Motorik-reduzierten visuellen Wahrnehmung“ auf. Die motorisch auffälligen Kinder hingegen zeigen häufiger auffällige Ergebnisse in der „Motorik-reduzierten visuellen Wahrnehmung“ als in der „Visuo-motorischen Integration“. Bei den Kindern mit LRS und RS ist das Verhältnis zwischen dem prozentualen Anteil der Kinder, die defizitäre Leistungen in den beiden Skalen erzielen, ausgeglichen. Bezogen auf die Häufigkeitsverteilung in der Skala „Motorik-reduzierten visuellen Wahrnehmung“ lassen sich keine Gruppenunterschiede bezogen auf die Anzahl von Kindern mit auffälligen Ergebnissen ermitteln ($L\chi^2 = 4.915$, $df = 3$, $p = .178$). Die Häufigkeitsverteilung in der Skala „Visuo-motorischen Integration“ unterscheiden sich signifikant zwischen den Gruppen ($L\chi^2 = 9.555$, $df = 3$, $p = .023$).

Tabelle 11: Prozentualer Gesamtanteil der Kinder mit visuellen Wahrnehmungsdefiziten

Skala/Untertest	SA (N = 28)	LRS (N = 35)	RS (N = 39)	MAK (N = 21)
Allgemeine visuelle Wahrnehmung	46	20	46	43
Motorik-reduzierte visuelle Wahrnehmung	36	29	44	57
Figur-Grund	18	11	23	19
Gestaltschließen	18	23	33	29
Formkonstanz	21	6	31	33
Visuo-motorische Integration	61	23	41	43
Abzeichnen	36	26	33	52
Visuo-motorische Suche	36	11	28	19
Visuo-motorische Geschwindigkeit	39	9	8	10

Anmerkungen: Angegeben wird der prozentuale Gesamtanteil der Kinder, die aufgrund ihrer Leistungen im FEW-JE visuelle Wahrnehmungsdefizite aufweisen (mind. $-1 SD$, Skalenwerte < 85 , Wertpunkte in Untertests < 7). **LRS** = Leserechtschreibstörung, **MAK** = motorisch auffällige Kinder, **N** = Stichprobengröße, **RS** = Rechenstörung, **SA** = Schlaganfall.

In den Untertests zeigt in etwa der gleiche Anteil der Kinder mit RS (ein Viertel bis ein Drittel der Kinder) defizitäre Leistungen. Eine Ausnahme stellt der Untertest „Visuo-motorische Geschwindigkeit“ dar: In dieser Aufgabe zeigen nur 8 % der Kinder Werte im auffälligen Bereich. In der SA-Gruppe ist das Verhältnis der in den Untertests auffälligen Kinder bezogen auf die dazugehörigen Skalenwerte ausgeglichen: In den motorik-reduzierten Untertests („Figur-Grund“, „Gestaltschließen“ und „Formkonstanz“) sind jeweils ca. 20 % der Kinder auffällig und in den Untertests, die die visuo-motorische Integration erfassen („Abzeichnen“, „Visuo-motorische Suche“ und „Visuo-motorische Geschwindigkeit“), etwa ein Drittel der Kinder. Der Anteil der Kinder mit visuellen Wahrnehmungsdefiziten aus der LRS-Gruppe variiert stark zwischen den einzelnen Untertests: Die meisten Kinder weisen defizitäre Leistungen im „Abzeichnen“ (26 %) und „Gestaltschließen“ (23 %) auf, etwas weniger in „Figur-Grund“ und „Visuo-

motorischen Suche“ (je 11 %) sowie in „Visuo-motorische Geschwindigkeit“ (9 %) und eine noch geringere Anzahl in „Formkonstanz“ (6 %). Bei den motorisch auffälligen Kindern zeigt sich eine noch größere Varianz im prozentualen Anteil der Kinder mit visuellen Defiziten zwischen den Untertests: Während mehr als die Hälfte der Kinder defizitäre Leistungen in „Abzeichnen“ erlangt und jeweils ein Drittel der Kinder in „Formkonstanz“ und „Gestaltschließen“ auffällig ist, zeigen nur je 19 % der Kinder ein auffälliges Ergebnis in „Figur-Grund“ und in „Visuo-motorische Suche“ sowie 10 % in „Visuo-motorische Geschwindigkeit“. Die Häufigkeitsverteilungen in den Untertests „Visuo-motorische Geschwindigkeit“ ($L\chi^2 = 13.518$, $df = 3$, $p = .004$) und „Formkonstanz“ ($L\chi^2 = 10.160$, $df = 3$, $p = .017$) unterscheiden sich signifikant zwischen den Gruppen. In den Häufigkeitsverteilungen von „Abzeichnen“ ($L\chi^2 = 4.096$, $df = 3$, $p = .251$), „Figur-Grund“ ($L\chi^2 = 1.798$, $df = 3$, $p = .615$), „Visuo-motorische Suche“ ($L\chi^2 = 6.129$, $df = 3$, $p = .106$) und „Gestaltschließen“ ($L\chi^2 = 2.334$, $df = 3$, $p = .506$) bestehen keine signifikanten Unterschiede.

5.5 Klinisch auffällige visuelle Wahrnehmungsleistungen

Nach AWMF (2009) ist die Diagnose einer (zentral-)visuellen Wahrnehmungsstörung im Sinne einer Entwicklungsstörung zu stellen, wenn eine signifikante Abweichung vom Mittelwert eines standardisierten visuellen Wahrnehmungstests (mind. $-1.5 SD$) vorliegt und gleichzeitig eine Diskrepanz von mindestens eineinhalb Standardabweichungen zu einem IQ-Testergebnis besteht. Dies entspricht einem Gesamtwert im FEW-JE (bzw. in einer der beiden Skalen) von weniger als 78 Wertpunkten (bzw. weniger als sechs Wertpunkten in einem Untertest). Da im Folgenden zunächst nur die Leistungen der Kinder im FEW-JE betrachtet werden, ohne diese mit den Leistungen im IQ-Test in Bezug zu setzen, werden diese Ergebnisse als „klinisch auffällige visuelle Wahrnehmungsleistungen“ bezeichnet. Der prozentuale Anteil der Kinder mit SA, LRS und RS sowie den motorisch auffälligen Kindern, die klinisch auffällige Leistungen in den Skalen und Untertests des FEW-JE erbringen, ist in Tabelle 12 dargestellt. Im Vergleich zu den anderen Gruppen erzielen die Kinder mit RS am häufigsten klinisch auffällige Ergebnisse in der Gesamtskala „Allgemeine visuelle Wahrnehmung“ (39 %). Bei den Kindern, die einen SA erlitten haben oder bei den motorisch auffälligen Kindern ist jeweils ein Drittel betroffen. Von den Kindern mit LRS weisen 11 % klinisch auffällige Leistungen auf. Der beobachtete Unterschied in den Häufigkeitsverteilungen ist signifikant ($L\chi^2 = 9.531$, $df = 3$, $p = .023$). Beinahe die Hälfte der Kinder, die einen SA haben, erzielt klinisch auffällige Werte in der Skala „Visuo-motorische Integration“, jedoch nur ein Viertel der Kinder in der Skala „Motorik-reduzierte visuelle Wahrnehmung“. Im Vergleich zu den anderen Untertests haben wenige Kinder klinisch auffällige Leistungen in der Figur-Hintergrund-Unterscheidung. In der Gruppe der Kinder mit LRS erzielen mehr Kinder klinisch auffällige Leistungen in der motorik-reduzierten visuellen Wahrnehmung (14 %) als in der visuo-motorischen Integration

(9 %). Innerhalb dieser Gruppen liegt der größte Anteil von Kindern in den Untertests „Gestaltschließen“ (17 %), „Abzeichnen“ und „Visuo-motorische Suche“ (11 %) im klinisch auffälligen Wertebereich. Ein Drittel der Kinder mit RS hat klinisch auffällige Ergebnisse in der Skala „Motorik-reduzierte visuelle Wahrnehmung“. In der Skala „Visuo-motorische Integration“ liegt der Anteil der Kinder bei 13 %. Je ein Viertel der Kinder weist ein auffälliges Ergebnis in den Untertests „Gestaltschließen“, „Formkonstanz“, „Abzeichnen“ und „Visuo-motorische Suche“ auf. In den Untertests „Figur-Grund“ (10 %) und „Visuo-motorische Geschwindigkeit“ sind weniger Kinder auffällig. Die motorisch auffälligen Kinder zeigen etwa gleich häufig klinisch auffällige Leistungen in der motorik-reduzierten visuellen Wahrnehmung (29 %) und der visuo-motorischen Integration auf (24 %). Die meisten Kinder weisen ein auffälliges Ergebnis im Untertest „Abzeichnen“ auf (38 %), die wenigsten in der „Visuo-motorischen Geschwindigkeit“ (5 %).

Während die Häufigkeitsverteilungen zwischen den Gruppen sich in der Skala „Motorik-reduzierte visuelle Wahrnehmung“ nicht unterscheiden ($L\chi^2 = 4.767$, $df = 3$, $p = .190$), ist in der Skala „Visuo-motorische Integration“ ein signifikanter Unterschied nachweisbar ($L\chi^2 = 12.558$, $df = 3$, $p = .006$). Die Häufigkeitsverteilungen im Untertest „Formkonstanz“ ($L\chi^2 = 9.619$, $df = 3$, $p = .022$) unterscheiden sich signifikant zwischen den Gruppen. In den Häufigkeitsverteilungen von „Abzeichnen“ ($L\chi^2 = 3.127$, $df = 3$, $p = .372$), „Figur-Grund“ ($L\chi^2 = 2.377$, $df = 3$, $p = .498$), „Visuo-motorische Suche“ ($L\chi^2 = 3.422$, $df = 3$, $p = .331$), „Gestaltschließen“ ($L\chi^2 = 0.484$, $df = 3$, $p = .922$) und „Visuo-motorische Geschwindigkeit“ ($L\chi^2 = 3.929$, $df = 3$, $p = .269$) bestehen keine signifikanten Unterschiede.

Tabelle 12: Prozentualer Anteil der Kinder mit klinisch auffälligen Wahrnehmungsleistungen

Skala/Untertest	SA (N = 28)	LRS (N = 35)	RS (N = 39)	MAK (N = 21)
Allgemeine visuelle Wahrnehmung	36	11	39	33
Motorik-reduzierte visuelle Wahrnehmung	25	14	36	29
Figur-Grund	4	6	10	14
Gestaltschließen	18	17	23	19
Formkonstanz	18	3	26	24
Visuo-motorische Integration	43	9	13	24
Abzeichnen	29	17	26	38
Visuo-motorische Suche	25	11	26	14
Visuo-motorische Geschwindigkeit	18	6	5	5

Anmerkungen: Angegeben wird der prozentuale Anteil der Kinder, die aufgrund ihrer Leistungen im FEW-JE als klinisch auffällig einzustufen sind (mind. $-1.5 SD$, Skalenergebnisse < 78 , Wertpunkte in Untertests < 6).

5.6 Angaben zu visuellen Wahrnehmungsstörungen

Die Kriterien der AWMF (2009) zur Diagnostik einer visuellen Wahrnehmungsstörung erfordern eine Diskrepanz von mindestens eineinhalb Standardabweichungen zwischen der visuellen Wahrnehmungsleistung und dem Normmittelwert sowie zwischen der visuellen Wahrnehmungsleistung und dem IQ-Testergebnis. Nach dieser Definition weisen jeweils 3 % der Kinder mit LRS bzw. RS und 11 % der Kinder, die einen SA erlitten haben, eine visuelle Wahrnehmungsstörung auf.

Unter Verwendung der Skala „Motorik-reduzierte visuelle Wahrnehmung“ könnte für 5 % der RS-Gruppe, für kein Kind mit LRS und für 4 % der Kinder, die einen SA hatten, die Diagnose „Visuelle Wahrnehmungsstörung“ gestellt werden. Wird hingegen die Skala „Visuo-motorische Integration“ als Referenzwert für die visuelle Wahrnehmungsleistung verwendet, ist die Störung für 3 % der LRS-Gruppe und 14 % der SA-Gruppe diagnostizierbar. Aus der RS-Gruppe könnte für kein Kind die Diagnose gestellt werden. In Tabelle 13 wird der prozentuale Anteil der Kinder, die -bezogen auf ihre Leistungen in den Skalen und Untertests des FEW-JE- die Kriterien einer visuellen Wahrnehmungsstörung erfüllen, angegeben. Aus der Gruppe der Kinder mit LRS weist ein besonders großer Anteil (11 %) eine Störung im Untertest „Gestaltschließen“ auf. Die Kinder mit RS erzielen insbesondere in den Untertests „Gestaltschließen“ und „Formkonstanz“ (jeweils 10 %) Ergebnisse, die den Diagnosekriterien entsprechen. Aus der SA-Gruppe haben viele Kinder (jeweils 11 %) eine Störung in den Untertests „Abzeichnen“ und „Visuo-motorische Suche“.

Tabelle 13: Prozentualer Anteil der Kinder mit visueller Wahrnehmungsstörung auf Skalen / Untertestebene unter Verwendung des Gesamt-IQ als Ankerwert

Skala / Untertest	SA	LRS	RS
Allgemeine visuelle Wahrnehmung	11	3	3
Motorik-reduzierte visuelle Wahrnehmung	4	0	5
Figur-Grund	4	6	3
Gestaltschließen	7	11	10
Formkonstanz	4	0	10
Visuo-motorische Integration	14	3	0
Abzeichnen	11	6	5
Visuo-motorische Suche	11	0	8
Visuo-motorische Geschwindigkeit	7	0	3

Anmerkungen: LRS = Lese-Rechtschreibstörung, RS = Rechenstörung, SA = Schlaganfall.

Da das „Sprachverständnis“ der einzige Indexwert der WISC-IV ist, mit deren Aufgaben die Intelligenz unabhängig von den visuellen Wahrnehmungsfunktionen erfasst werden kann, wird im Folgenden der

prozentuale Anteil der Kinder der untersuchten Gruppen (LRS, RS, SA) angegeben, für die eine visuelle Wahrnehmungsstörung unter Verwendung des Indexwertes „Sprachverständnis“ anstelle des Gesamt-IQ als Ankerwert genannt werden kann. Nach diesen Kriterien lässt sich eine (zentral-) visuelle Wahrnehmungsstörung für 3 % der Kinder mit LRS, für 13 % der Kinder mit RS und für 21 % der Kinder, die einen SA hatten, diagnostizieren. Aus der Gruppe der Kinder mit LRS weisen besonders viele eine Störung im Untertest „Gestaltschließen“ (11 %) auf. Die Kinder mit RS erzielen insbesondere in den Untertests „Formkonstanz“ (18 %), „Gestaltschließen“ (15 %) und „Visuo-motorische Suche“ (10 %) Ergebnisse, die den Diagnosekriterien entsprechen. Die SA-Gruppe weist insbesondere Störungen in der Subskala „Visuo-motorische Integration“ (29 %) sowie den dazugehörigen Untertests (jeweils 18 %) und zudem in den Untertests „Gestaltschließen“ und „Formkonstanz“ (jeweils 14 %) auf. Weitere prozentuale Angaben sind Tabelle 14 zu entnehmen.

Tabelle 14: Prozentualer Anteil der Kinder mit visueller Wahrnehmungsstörung auf Skalen / Untertestebene unter Verwendung des Indexwertes „Sprachverständnis“ als Ankerwert

Skala / Untertest	SA	LRS	RS
Allgemeine visuelle Wahrnehmung	21	3	13
Motorik-reduzierte visuelle Wahrnehmung	11	3	15
Figur-Grund	4	6	3
Gestaltschließen	14	11	15
Formkonstanz	14	0	18
Visuo-motorische Integration	29	3	3
Abzeichnen	18	6	5
Visuo-motorische Suche	18	3	10
Visuo-motorische Geschwindigkeit	18	0	3

Anmerkungen: LRS = Lese-Rechtschreibstörung, RS = Rechenstörung, SA = Schlaganfall.

5.7 Zusammenhänge zwischen der visuellen Wahrnehmung und anderen Fähigkeiten

5.7.1 Visuelle Wahrnehmung und Motorik

Die Zusammenhänge zwischen den visuellen Wahrnehmungsleistungen und den motorischen Fertigkeiten wurden anhand der Daten der MAK und der dazugehörigen KG ($N = 41$) berechnet. Die statistischen Kennwerte sind Studie 4 zu entnehmen. Der Gesamtwert und die Skalenwerte des FEW-JE korrelieren signifikant mit dem Gesamtwert und den drei Skalenwerten der M-ABC-2. Alle Zusammenhänge sind als mittelstark bis stark einzustufen. Der stärkste Zusammenhang besteht zwischen dem

FEW-JE-Gesamtwert „Allgemeine visuelle Wahrnehmung“ und dem Gesamtwert der M-ABC-2. Am stärksten korreliert der FEW-JE-Gesamtwert mit der M-ABC-2-Skala „Balance“, etwas weniger stark mit der Skala „Handgeschicklichkeit“ und noch etwas geringer mit der Skala „Ballfertigkeiten“. Die Skala „Visuo-motorische Integration“ und der Gesamtwert der M-ABC-2 korrelieren etwas stärker als der Skalenwert „Motorik-reduzierte visuelle Wahrnehmung“ und dem M-ABC-2-Gesamtwert. Der größte Zusammenhang findet sich jedoch zwischen den Skalenwerten „Visuo-motorische Integration“ und „Handgeschicklichkeit“. Etwas geringer ist der Zusammenhang zwischen den Skalen „Visuo-motorische Integration“ und „Balance“ sowie „Ballfertigkeiten“. Der Skalenwert „Motorik-reduzierte visuelle Wahrnehmung“ korreliert hingegen am stärksten mit „Balance“, etwas geringer mit „Handgeschicklichkeit“ und am geringsten mit „Ballfertigkeiten“.

5.7.2 Visuelle Wahrnehmung und Schulleistung

Anhand der Studie mit Kindern mit LRS konnten Korrelationen zwischen visuellen Wahrnehmungs- und Schulleistungen im Rechnen, Lesen und Schreiben ermittelt werden. Die statistischen Kennwerte sind Studie 2 zu entnehmen. Für die Kinder mit RS wurden daher ebenfalls die Zusammenhänge zwischen den visuellen Wahrnehmungs- und den Rechenleistungen ermittelt. Es werden die Korrelationen für die einzelnen Wahrnehmungsleistungen mit der Anzahl der korrekt gelösten Rechenaufgaben („Power“, $n = 79$) und der Lösungsgeschwindigkeit („Speed“, $n = 68$) angegeben. Eine Zusammenfassung der Ergebnisse kann Tabelle 15 entnommen werden.

Der „Power-Wert“ im Rechentest korreliert stark mit dem Gesamtwert „Allgemeine visuelle Wahrnehmung“ ($r = .59, p = .000$), den Skalen „Motorik-reduzierte visuelle Wahrnehmung“ ($r = .57, p = .000$) und „Visuo-motorische Integration“ ($r = .45, p = .000$), den Untertests „Figur-Grund“ ($r = .45, p = .000$), „Gestaltschließen“ ($r = .51, p = .000$) und „Formkonstanz“ ($r = .52, p = .000$) sowie mittelstark mit den Untertests „Abzeichnen“ ($r = .30, p = .008$), „Visuo-motorische Suche“ ($r = .30, p = .007$) und „Visuo-motorische Geschwindigkeit“ ($r = .32, p = .004$). Für den „Speed-Wert“ ergeben sich starke Zusammenhänge mit dem Gesamtwert „Allgemeine visuelle Wahrnehmung“ ($r = .54, p = .000$), den Skalen „Motorik-reduzierte visuelle Wahrnehmung“ ($r = .42, p = .000$) und „Visuo-motorische Integration“ ($r = .43, p = .000$) sowie dem Untertest „Formkonstanz“ ($r = .41, p = .000$). Mittelstarke Korrelationen bestehen zwischen dem „Speed-Wert“ und den Untertests „Figur-Grund“ ($r = .33, p = .005$), „Gestaltschließen“ ($r = .30, p = .010$), „Abzeichnen“ ($r = .31, p = .010$), „Visuo-motorische Suche“ ($r = .37, p = .002$) und „Visuo-motorische Geschwindigkeit“ ($r = .33, p = .000$).

Die Korrelationen zwischen den visuellen Wahrnehmungsleistungen und den Lese- und Rechtschreibleistungen wurden gemeinsam für die Gruppe der Kinder mit LRS und ihre KG in den Bereichen Leseverständnis, Lesefehler und Lesegeschwindigkeit im „Wortlesetest“ und in den „Textabschnitten“

sowie klassenspezifischen Rechtschreibtests berechnet (vgl. Studie 2). Der FEW-JE-Gesamtwert „Allgemeine visuelle Wahrnehmung“ korreliert stark mit den Leistungen im „Leseverständnistest“ und mittelstark mit den Lesefehlern im „Wortlesetest“ und in den „Textabschnitten“ des ZLT-II, der Lesegeschwindigkeit im „Wortlesetest“ und in den „Textabschnitten“ des ZLT-II sowie den Leistungen im Rechtschreibtest. Zwischen dem Skalenwert „Motorik-reduzierte visuelle Wahrnehmung“ und den Lese- und Rechtschreibleistungen bestehen mittelstarke Zusammenhänge. Die Skala „Visuo-motorische Integration“ korreliert stark mit dem „Leseverständnistest“, mittelstark mit der Rechtschreibleistung, den Lesefehlern im „Wortlesetest“ und in den „Textabschnitten“ und der Lesegeschwindigkeit in den „Textabschnitten“. Ein tendenzieller Zusammenhang besteht mit der Lesegeschwindigkeit beim „Wortlesetest“.

Zwischen dem Untertest „Figur-Grund“ und der Lesegeschwindigkeit in den „Textabschnitten“ besteht eine mittelstarke Korrelation. Dieser Untertest hängt zudem tendenziell mit der Lesegeschwindigkeit im „Wortlesetest“ und den Lesefehlern in den „Textabschnitten“ zusammen. Der Untertest „Gestalt-schließen“ korreliert stark mit dem Leseverständnis und der Rechtschreibleistung, mittelstark mit den Lesefehlern im „Wortlesetest“ und in den „Textabschnitten“, der Lesegeschwindigkeit im „Wortlesetest“ sowie tendenziell mit der Lesegeschwindigkeit in den „Textabschnitten“. Zwischen dem Untertest „Formkonstanz“ und den Lese- und Rechtschreibtests bestehen keine Zusammenhänge. Der Untertest „Abzeichnen“ korreliert mittelstark mit den Lesefehlern im „Wortlesetest“ und der Rechtschreibleistung sowie tendenziell mit der Lesegeschwindigkeit im „Wortlesetest“ und in den „Textabschnitten“. Zwischen dem Untertest „Visuo-motorische Suche“ und dem Leseverständnis ergibt sich ein starker statistischer Zusammenhang. Ein mittelstarker Zusammenhang ist mit den Lesefehlern im „Wortlesetest“, der Lesegeschwindigkeit in den „Textabschnitten“ und der Rechtschreibleistung nachweisbar, sowie ein tendenzieller Zusammenhang mit den Lesefehlern in den „Textabschnitten“. Der Untertest „Visuo-motorische Integration“ korreliert mittelstark mit den Lesefehlern im „Wortlesetest“ und in den „Textabschnitten“ und der Lesegeschwindigkeit in den „Textabschnitten“ sowie tendenziell mit dem Leseverständnis und den Rechtschreibleistungen.

Tabelle 15: Überblick der Zusammenhänge zwischen visueller Wahrnehmung und Schulleistung

Allgemeine visuelle Wahrnehmung		
• Rechenleistung (Power und Speed)	• Lesegeschwindigkeit (Wörter und Texte)	
• Leseverständnis	• Rechtschreibleistung	
• Lesefehler (Wörter und Texte)		
Motorik-reduzierte visuelle Wahrnehmung		
• Rechenleistung (Power und Speed)	• Lesegeschwindigkeit (Wörter und Texte)	
• Leseverständnis	• Rechtschreibleistung	
• Lesefehler (Wörter und Texte)		
Figur-Grund	Gestaltschließen	Formkonstanz
• Rechenleistung (Power und Speed)	• Rechenleistung (Power und Speed)	• Rechenleistung (Power und Speed)
• Lesegeschwindigkeit (Texte)	• Leseverständnis	
	• Lesefehler (Wörter und Texte)	
	• Lesegeschwindigkeit (Wörter)	
	• Rechtschreibleistung	
Visuo-motorische Integration		
• Rechenleistung (Power und Speed)	• Lesegeschwindigkeit (Texte)	
• Leseverständnis	• Rechtschreibleistung	
• Lesefehler (Wörter und Texte)		
Abzeichnen	Visuo-motorische Suche	Visuo-motorische Geschwindigkeit
• Rechenleistung (Power und Speed)	• Rechenleistung (Power und Speed)	• Rechenleistung (Power und Speed)
• Lesefehler (Wörter)	• Leseverständnis	• Lesefehler (Wörter und Texte)
• Rechtschreibleistung	• Lesefehler (Wörter)	• Lesegeschwindigkeit (Texte)
	• Lesegeschwindigkeit (Texte)	
	• Rechtschreibleistung	

5.7.3 Visuelle Wahrnehmungsleistungen und Intelligenz

In Tabelle 16 sind die in den Studien 1 und 2 ermittelten sowie die für die Kinder mit RS im Rahmen der Synopse zusätzlich berechneten Korrelationen zwischen den Indexen der WISC-IV und des FEW-JE-Gesamtwertes „Allgemeine visuelle Wahrnehmung“ dargestellt. Die Zusammenhänge in Studie 1 wurden für Schlaganfall- und Kontrollgruppe gesondert berechnet. Zwischen dem FEW-JE-Gesamtwert „Allgemeine visuelle Wahrnehmung“ der Kinder, die einen SA erlitten haben und ihrem Gesamt-IQ sowie ihren Leistungen in den WISC-IV-Indexen „Wahrnehmungsgebundenes logisches Denken“, „Arbeitsgedächtnis“ und „Verarbeitungsgeschwindigkeit“ bestehen starke Zusammenhänge. Die FEW-JE-Gesamtleistung dieser Gruppe korreliert nicht signifikant mit dem WISC-IV-Index „Sprachverständnis“. Zwischen den Leistungen der KG in der „Allgemeinen visuellen Wahrnehmung“ und dem Gesamt-IQ sowie dem Index „Wahrnehmungsgebundenes logisches Denken“ bestehen ebenfalls starke Korrelationen. Die in Studie 1 ermittelten gruppenspezifischen Korrelationen zwischen der FEW-JE-Gesamtskala „Allgemeine visuelle Wahrnehmung“ und den WISC-IV-Indexen „Arbeitsgedächtnis“ ($z = 2.128$, $p = .033$) und „Verarbeitungsgeschwindigkeit“ ($z = 2.721$, $p = .006$) unterscheiden sich signifikant.

Bezogen auf die Stichprobe der Kinder mit LRS und ihrer KG aus Studie 2 lassen sich zwischen der FEW-JE-Hauptskala „Allgemeine visuelle Wahrnehmung“ und dem Gesamt-IQ sowie dem Index „Wahrnehmungsgebundenes logisches Denken“ starke statistische Zusammenhänge nachweisen. Zudem bestehen mittelstarke Korrelationen zwischen den Ergebnissen in der „Allgemeinen visuellen Wahrnehmung“ und den Indexwerten „Arbeitsgedächtnis“, „Sprachverständnis“ und „Verarbeitungsgeschwindigkeit“ (vgl. Tabelle 16).

Tabelle 16: Korrelationen zwischen IQ und „Allgemeine visuelle Wahrnehmung“

	Studie 1		Studie 2		Studie 3			
	SA	KG	LRS + KG	RS + KG				
	(N = 28)	(N = 28)	(N = 65)	(N = 79)	r	p		
	r	p	r	p	r	p		
Gesamt-IQ	.71	.000	.45	.015	.64	.000	.76	.000
Sprachverständnis	.17	.394	.17	.400	.40	.001	.54	.000
Wahrnehmungsgebundenes logisches Denken	.73	.000	.76	.005	.74	.000	.82	.000
Arbeitsgedächtnis	.59	.001	.07	.720	.28	.024	.54	.000
Verarbeitungsgeschwindigkeit	.68	.000	.05	.792	.34	.005	.56	.000

Anmerkungen: KG= Kontrollgruppe, LRS = Leserechtschreib-Störung, N = Stichprobengröße, p = Signifikanzwert, r = Korrelationskoeffizient nach Pearson, RS = Rechenstörung, SA = Schlaganfall.

Für Kinder mit RS und ihrer KG aus Studie 3 ergeben sich durchweg signifikante Zusammenhänge zwischen den Indizes der WISC-IV und den Skalenwerten des FEW-JE. Die „Allgemeine visuelle Wahrnehmung“ korreliert dabei stark mit dem Gesamt-IQ und den Indexwerten der WISC-IV. Zwischen dem Skalenwert „Motorik-reduzierte visuelle Wahrnehmung“ und dem Gesamt-IQ sowie den Indizes der WISC-IV bestehen bezüglich des Indexwertes „Verarbeitungsgeschwindigkeit“ mittlere und für die restlichen drei Indexwerte hohe Zusammenhänge. Der Skalenwert „Visuo-motorische Integration“ korreliert hoch mit dem Gesamt-IQ und den Indizes „Wahrnehmungsgebundenes logisches Denken“ und „Verarbeitungsgeschwindigkeit“; mittlere Zusammenhänge bestehen mit den Indizes „Sprachverständnis“ und „Arbeitsgedächtnis“ (vgl. Tabelle 16).

5.7.4 Intelligenz und Schulleistung

Die Leistungen im Gesamt-IQ korrelieren hoch mit dem Leseverständnis der Kinder bis Klassenstufe 6 (ELFE), jedoch nicht signifikant mit dem Leseverständnis der älteren Kinder (LGVT). Nach Kontrolle des Gesamt-IQ bzw. des Indexes „Wahrnehmungsgebundenes logisches Denken“ lassen sich zwischen dem Leseverständnis der jüngeren Kinder (ELFE) und der „Allgemeinen visuellen Wahrnehmung“ keine signifikanten Korrelationen mehr nachweisen. Signifikante Korrelationen bestehen hier jedoch weiterhin nach Kontrolle der Indexwerte „Sprachverständnis“, „Arbeitsgedächtnis“ oder „Verarbeitungsgeschwindigkeit“ (vgl. Studie 2).

Sowohl zwischen dem Gesamt-IQ und den Lesefehlern im ZLT-II bestehen mit Ausnahme des Untertests „Pseudowörter“ mittlere Korrelationen. Dabei stehen geringe Leistungen im Gesamt-IQ im Zusammenhang mit einer hohen Fehleranzahl im ZLT-II. Unter Verwendung des Gesamt-IQ bzw. des Indexwertes „Wahrnehmungsgebundenes logisches Denken“ als Kontrollvariable verlieren die Korrelationen zwischen den Lesefehlern und der „Allgemeinen visuellen Wahrnehmung“ ihre statistische Bedeutsamkeit. Signifikante Korrelationen bestehen hier jedoch weiterhin für den „Wortlesetest“ und die „Textabschnitte“ nach Kontrolle der Indexwerte „Sprachverständnis“, „Arbeitsgedächtnis“ oder „Verarbeitungsgeschwindigkeit“ (vgl. Studie 2).

Zwischen der Lesegeschwindigkeit und dem Gesamt-IQ bestehen mittlere bis starke Korrelationen. Unter Kontrolle des Gesamt-IQ bzw. der einzelnen Indexwerte der WISC-IV bestehen keine signifikanten Korrelationen zwischen der Lesegeschwindigkeit und der „Allgemeinen visuellen Wahrnehmung“. Der Gesamt-IQ und die Rechtschreibleistungen korrelieren stark miteinander. Zwischen den Rechtschreibleistungen und der „Allgemeinen visuellen Wahrnehmung“ ist kein Zusammenhang nach Kontrolle des Gesamt-IQ bzw. des Indexwertes „Wahrnehmungsgebundenes logisches Denken“ mehr nachweisbar, jedoch nach Kontrolle der Indexwerte „Sprachverständnis“, „Arbeitsgedächtnis“ oder „Verarbeitungsgeschwindigkeit“ (vgl. Studie 2).

Die anhand der Stichprobe aus Studie 3 ermittelten Leistungen im Power-Gesamtwert des RZD 2-6 korrelieren signifikant mit allen Indizes der WISC-IV. Hohe Korrelationen bestehen dabei zwischen dem „Power-Gesamtwert“ und dem Gesamt-IQ ($r = .72, p = .000$) und den vier WISC-IV-Indizes („Sprachverständnis“: $r = .54, p = .000$, „Wahrnehmungsgebundenes logisches Denken“: $r = .63, p = .000$, „Arbeitsgedächtnis“: $r = .68, p = .000$, „Verarbeitungsgeschwindigkeit“: $r = .50, p = .000$). Die Korrelationen zwischen dem „Speed-Gesamtwert“ im Rechentest und den Intelligenzleistungen fallen insgesamt etwas geringer aus als die Korrelationen mit dem „Power-Gesamtwert“, sind aber durchweg signifikant. Hohe Zusammenhänge bestehen zwischen dem „Speed-Gesamtwert“ und dem Gesamt-IQ ($r = .60, p = .000$) und den Indizes „Wahrnehmungsgebundenes logisches Denken“ ($r = .53, p = .000$), „Arbeitsgedächtnis“ ($r = .51, p = .000$) und „Verarbeitungsgeschwindigkeit“ ($r = .50, p = .000$) sowie mittlere Korrelationen zwischen dem „Speed-Wert“ und dem „Sprachverständnis“ ($r = .39, p = .001$).

6 Diskussion

In diesem Kapitel wird verglichen, welche Unterschiede und Gemeinsamkeiten die unterschiedlichen Gruppen von entwicklungsauffälligen Kindern in den visuellen Wahrnehmungs- und kognitiven Leistungen aufweisen. Zudem werden die Zusammenhänge zwischen den Leistungen im visuellen Wahrnehmungstest, im Intelligenztest, in den Schulleistungstests und im Motoriktest erörtert. Zum besseren Verständnis der Einordnung der Ergebnisse in die theoretischen Vorannahmen werden die wichtigsten theoretischen Modelle an dieser Stelle noch einmal zusammengefasst.

Die visuelle Wahrnehmung als psychologisches Konstrukt wird in der Literatur unterschiedlich definiert. Im Rahmen der vorliegenden Arbeit sind zwei Modelle der visuellen Wahrnehmung relevant. Das erste Modell basiert auf der Annahme, dass es sich bei der visuellen Wahrnehmung um einen zweistufigen Prozess handelt, der sich aus einer visuell-rezeptiven Komponente (Sensation) und einer kognitiven Komponente zusammensetzt (vgl. Schneck, 2010). Das andere ist ein dreistufiges Wahrnehmungsmodell, in dem der Wahrnehmungsprozess in die Bereiche Sinnesempfindung, Wahrnehmung und Kognition unterteilt wird (vgl. u. a. Frostig et al., 1961; Hammill et al., 1993). Eine ausführliche Beschreibung der beiden Modelle ist Kapitel 1.1 zu entnehmen.

Die kognitive Komponente im zweistufigen Modell umfasst u. a. den Aspekt „visuelle Unterscheidung“ (vgl. Schneck, 2010). Die Fähigkeiten der visuellen Unterscheidung lassen sich den zwei neuronalen Verarbeitungspfaden zuordnen. Der ventrale Pfad dient der Objekt- und Formwahrnehmung. Auf diesem Wege werden die im FEW-JW erfassten visuellen Wahrnehmungsfähigkeiten „Formkonstanz“, „Gestaltschließen“ und „Figur-Grund-Unterscheidung“ verarbeitet. Über den dorsalen Pfad werden überwiegend Informationen verarbeitet, die der räumlichen Orientierung dienen und die für motorische Prozesse entscheidend sind. Im FEW-JE wären demnach die Untertests der Skala „Motorik-reduzierte visuelle Wahrnehmung“ dem ventralen Pfad zuzuordnen und die Untertests der Skala „Visuo-motorische Integration“ dem dorsalen Verarbeitungspfad.

Anders als im zweistufigen Modell werden die Wahrnehmung und Kognition im dreistufigen Modell aufgeteilt. Die Wahrnehmung stellt hier einen Zwischenschritt zwischen der Sinnesempfindung (passive Reaktion der Rezeptorzellen) und der Kognition (komplexere Prozesse wie gesprochene und geschriebene Sprache, Denken und Schlussfolgern) dar. Es lassen sich vier visuelle Wahrnehmungsfähigkeiten unterscheiden: „Formkonstanz“, „Figur-Grund-Unterscheidung“, „Lage im Raum“ und „Räumliche Beziehungen“. Aufgaben zur Erfassung der Formkonstanz beinhalten das Erkennen von dominanten Merkmalen bestimmter Figuren oder Formen, wenn diese in verschiedenen Größen, Schattierungen, Lagen und mit unterschiedlicher Oberflächenstruktur vorkommen. Die Fähigkeit, bestimmte Figuren, die in einen allgemeinen sensorischen Hintergrund eingebaut sind, zu erfassen, wird als „Figur-

Grund-Unterscheidung“ bezeichnet. Die Fähigkeit „Lage im Raum“ erfordert das Beachten von Spiegelungen und Rotationen von Figuren. Der Aspekt „Räumliche Beziehungen“ umfasst die Analyse von Formen und Mustern in Bezug zum eigenen Körper und zum Raum (Reynolds et al., 2002). Die visuell-perzeptive Fähigkeit „Formkonstanz“ wird in den Untertests „Gestaltschließen“, „Visuo-motorische Geschwindigkeit“ und „Formkonstanz“ des FEW-JE erfasst; die Fähigkeit „Figur-Grund-Unterscheidung“ ist in den FEW-JE-Untertests „Figur-Grund“ und „Visuo-motorische Suche“ enthalten. Die Untertests „Abzeichnen“ und „Visuo-motorische Geschwindigkeit“ erheben die Fähigkeit „Räumliche Beziehungen“ (vgl. Petermann et al., 2013). Der Wahrnehmungstyp „Räumliche Beziehungen“ ist nach Günther und Jäger (2004) eine Weiterentwicklung von „Lage im Raum“. Daher ist davon auszugehen, dass diese visuell-perzeptive Fähigkeit in den gleichen Untertests des FEW-JE erfasst wird wie die Fähigkeit „Räumliche Beziehungen“.

Zudem ist beachten, dass einige Untertests der WISC-IV visuell-kognitive und visuell-räumliche Wahrnehmungsfunktionen erfassen. Hierbei handelt es sich vor allem um den Mosaik-Test, den Matrizen-Test (beide aus dem Index „Wahrnehmungsgebundenes logisches Denken“) sowie den Zahlen-Symbol-Test und die Symbol-Suche (beide aus dem Index „Verarbeitungsgeschwindigkeit“; vgl. Petermann et al., 2010). Eine Studie von Crowe (2000) bestätigt, dass visuell-räumliche Fähigkeiten die Leistungen in Aufgaben zur Messung der Verarbeitungsgeschwindigkeit wie in der Symbol-Suche und im Zahlen-Symbol-Test beeinflussen. Dies passt zu der Definition des Intelligenzprimärfaktors „Visualisierung“ von Schneider und McGrew (2012) im CHC-Modell (vgl. Tabelle 2). Diese Definition ähnelt stark der basalen visuellen Wahrnehmungsleistung „Formkonstanz“ nach Reynolds et al. (2002); die Beschreibung eines weiteren Primärfaktors „Figur-Grund-Unterscheidung“ gleicht der Darstellung von „Figur-Grund-Unterscheidung“ nach Reynolds et al. (2002). Nach Schneider und McGrew (2012) wird der übergeordnete Faktor „visuelle Verarbeitung“ als die Fähigkeit definiert, künstliche mentale Bilder (häufig in Verbindung mit gerade wahrgenommenen Bildern) zu verwenden, um Probleme zu lösen. Sobald die Augen visuelle Information verarbeitet haben, führt das Gehirn automatisch eine große Anzahl an Wahrnehmungsverarbeitungen auf niedriger Ebene durch. Diese Ergebnisse werden von verschiedenen Prozessen höher Ordnung verwendet, um Schlussfolgerungen zu komplexeren Aspekten der visuellen Bilder zu treffen (Objektwiedererkennung, Konstruieren von Modellen der räumlichen Gestalt, Bewegungseinschätzung etc.).

Außerdem ist davon auszugehen, dass auch Aufgaben aus dem WISC-IV-Index „Arbeitsgedächtnis“ durch visuelle Wahrnehmungsfähigkeiten beeinflusst werden können. In den Aufgaben, aus denen dieser Indexwert gebildet wird, werden Zahlen (und Buchstaben) verbal vorgegeben und müssen in der dargebotenen (bzw. in einer modifizierten) Reihenfolge wiedergegeben werden. Diese Aufgabenstellung scheint zunächst nur die auditive Leistung zu berücksichtigen; insbesondere zur Lösung der Aufgaben „Zahlen nachsprechen rückwärts“ und „Buchstaben-Zahlen-Folgen“ wird aber das visuell-

räumliche Vorstellungsvermögen benötigt (Petermann & Daseking, 2009). Eine häufig angewandte Strategie zur Lösung dieser Aufgaben besteht darin, sich die Zahlen (und Buchstaben) visuell im Arbeitsgedächtnis vorzustellen (und ihre Reihenfolge zu modifizieren), bevor sie verbal wiedergegeben werden. Diese mentale visuelle Repräsentation und Manipulation der Zahlen und Buchstaben im Arbeitsgedächtnis entspricht der Beschreibung des visuellen Primärfaktors „Imagery“ im CHC-Modell. Dieser Faktor spezifiziert die Fähigkeit, ein Objekt, eine Idee, eine Erscheinung oder einen Eindruck (die nicht gegenwärtig sind) in einer abstrakten räumlichen Form mental darzustellen, zu kodieren und zu manipulieren (Horn & Blankson, 2005; Schneider & McGrew, 2012).

Bei der Messung visueller Wahrnehmungsleistungen ist zu berücksichtigen, dass visuelle Wahrnehmung keine isolierte Funktion darstellt. Die Grenzen zwischen visuellen Wahrnehmungsleistungen und anderen kognitiven Leistungen sind fließend. Visuelle Wahrnehmung ist eine aktive Leistung, die immer mit anderen kognitiven Leistungen wie Aufmerksamkeit, Gedächtnis, Motivation, Emotion, Sprache und Lernen erfolgt (vgl. Zihl & Priglinger, 2002). Die visuelle Wahrnehmung ist nicht einfach nur eine Vorläuferfähigkeit der Intelligenz. Beide sind auch im Sinne von Bottom-up und Top-down-Beziehungen miteinander verknüpft. Demnach sind bei einem schwach begabten Kind weniger differenzierte Wahrnehmungsleistungen zu erwarten. Umkehrt lässt sich eine Intelligenzminderung jedoch nicht auf eine Wahrnehmungsstörung reduzieren (vgl. Dacheneder, 2009).

6.1 Unterschiede und Gemeinsamkeiten: Entwicklungsauffälligkeiten

Im Folgenden werden zunächst die Ergebnisse, welche die Kinder mit den unterschiedlichen Entwicklungsauffälligkeiten (SA, LRS, RS, MAK) im visuellen Wahrnehmungstest aufweisen, in Bezug auf die Modelle der visuellen Wahrnehmung erörtert. Aufgrund der dargestellten Verknüpfung zwischen den visuellen Wahrnehmungs- und Intelligenzleistungen werden im Anschluss daran auch ihre Leistungen im Intelligenztest diskutiert.

Alle der untersuchten Gruppen von Kindern mit Entwicklungsauffälligkeiten erzielen im Vergleich zu ihrer KG signifikant schwächere Leistungen im Gesamtwert und in den beiden Skalenwerten des FEW-JE. Dies spricht für das Vorliegen von Funktionsstörungen im dorsalen und ventralen Verarbeitungspfad bei allen untersuchten Gruppen. Die Gruppen haben zudem gemeinsam, dass jeweils ein relativ großer Anteil der Kinder Defizite in den FEW-JE-Untertests „Abzeichnen“ und „Gestaltschließen“ aufweist. Kinder mit Entwicklungsauffälligkeiten scheinen demnach Schwierigkeiten beim Erkennen einer (unvollständigen) Figur (Untertest „Gestaltschließen“) und der visuellen Analyse ihrer Merkmale sowie der grafomotorischen Umsetzung ihrer Rekonstruktion (Untertest „Abzeichnen“) zu haben. Diese Resultate bestätigen, bezogen auf den Untertest „Gestaltschließen“, die Befunde aus anderen Studien. So erzielten beispielsweise die von Tsai et al. (2008) untersuchten Kinder mit Koordinationsstörung im

Vergleich zu den anderen Aufgaben am häufigsten auffällige Leistungen im Untertest „Gestaltschließen“ des motorik-freien TVPS-R (Gardner, 1996). Knievel et al. (2010) konnten zudem zeigen, dass die Leistungen in verschiedenen Aufgaben aus der BASIC-Preschool (Daseking & Petermann, 2008) das Entstehen von Lernschwächen vorhersagen können. Die Aufgabenstellung von zwei Untertests aus der BASIC-Preschool („Wurmhöhlen“ und „Versteckter Wurmling“) ähnelt den Anforderungen, die die Kinder im Untertest „Gestaltschließen“ des FEW-JE bewältigen müssen.

In Studien von Dewey und Wilson (2001) und Van Waelvelde et al. (2004) erzielten Kinder mit entwicklungsbedingter Koordinationsstörung beim Abzeichnen geometrischer Figuren ebenfalls auffällige Werte und schnitten signifikant schlechter ab als unauffällige Gleichaltrige. Kinder mit RS weisen nach Schneck (2010) häufig visuell-räumliche Defizite auf, die sich auf ihre Leistungen in Geometrie negativ auswirken können. Aufgaben aus dem Bereich der Geometrie beinhalten wie der Untertest „Abzeichnen“ das (Ab-)Zeichnen von dreidimensionalen Figuren bzw. das genaue Einzeichnen von Längen und Winkelgrößen. Bei Kindern mit visuell-räumlichen Defiziten kann man nach Schneck (2010) Fehler beim Schreiben in Form von Verdrehen von Buchstaben und Wörtern, aber auch von viel zu großem oder viel zu kleinem Abstand zwischen den Wörtern beobachten. Ähnliche Fehler in der Längeneinschätzung oder durch Drehung der Objekte führen auch zu schwachen Ergebnissen im FEW-JE-Untertests „Abzeichnen“ (vgl. Petermann et al., 2013).

In den Untertests „Wer hat mehr Luftballons?“, „Durchstreichen“ und „Tomaten pflücken“ der BASIC-Preschool (Daseking & Petermann, 2008), welche nach Knievel et al. (2010) die Entstehung von Lernstörungen vorhersagen, werden Anforderungen an die Kinder gestellt, die mit denen im Untertest „Visuo-motorische Suche“ aus dem FEW-JE vergleichbar sind. In diesen Aufgaben müssen die Kinder visuelle Informationen schnell analysieren. Die Kinder, die eine LRS haben, weisen im Vergleich zu ihrer KG signifikant schwächere Leistungen in den Untertests „Visuo-motorische Suche“, „Visuo-motorische Geschwindigkeit“ und „Gestaltschließen“ auf. Sie haben also, wie erwartet (vgl. Warnke, 1999), eher Schwierigkeiten in der schnellen Verarbeitung visueller Stimuli als normal lesende Kinder. Die schwächeren Leistungen im „Gestaltschließen“ widersprechen allerdings den Ergebnissen von Pache et al. (2004) sowie (Bell et al., 2003).

Die von Pache et al. (2004) untersuchten Kinder mit LRS wiesen im Untertest „Gestaltschließen“ der K-ABC (Melchers & Preuß, 1991) keine Schwierigkeiten auf. Allerdings messen die Untertests „Gestaltschließen“ aus der K-ABC und aus dem FEW-JE nicht das Gleiche. In der K-ABC besteht die Aufgabe darin, das Objekt, das durch eine teilweise unvollständige „Tintenklecks“-Zeichnung dargestellt ist, nicht nur zu erkennen, sondern auch zu benennen. Es geht also eher um Wahrnehmungsorganisationsprozesse, die abhängig von Vorerfahrungen bzw. Wissen sind. Voraussetzung zur Lösung der Aufgabe ist, dass man das Objekt kennt. Der FEW-JE-Untertest „Gestaltschließen“ erfasst hingegen die

visuell-perzeptive Fähigkeit „Formkonstanz“ (vgl. Petermann et al., 2013). Es geht um den visuellen Abgleich. Eine unvollständige Form muss visuell ergänzt und mit einer Auswahl an Lösungsmöglichkeiten verglichen werden. Hierzu ist es nicht notwendig, dass das Kind diese Objektform bereits kennt, da es sich um einfache Linien handelt. Möglicherweise handelt es sich bei den Schwierigkeiten der Kinder im Untertest „Gestaltschließen“ im FEW-JE um ein grundlegendes Defizit, die Gestalt und Form von Objekten, unabhängig davon, ob es einfache Figuren, Buchstaben oder Wörter sind, zu erfassen.

Nach Frostig (1994a, 1994b) können Schwierigkeiten bei der Formwahrnehmung zu Fehlern bei der Unterscheidung von Buchstaben der gleichen Richtung und ähnlicher Form führen (z. B. „n“ zu „r“ oder „n“ zu „m“) sowie zu Problemen bei der Zuordnung von Buchstaben und Wörtern, wenn sie in unterschiedlichen Drucktypen dargestellt sind. Pache et al. (2004) sehen die bei vielen Kindern mit LRS vorkommenden Verdrehungen von Buchstaben (z. B. b=d=q=p, N=Z) als Schwierigkeiten in der mentalen Rotation. Die von ihnen untersuchten Kinder wiesen Defizite in einer mentalen Rotationsaufgabe (Untertest "Zunehmende Silhouetten" aus der VOSP; vgl. Warrington & James, 1991) auf und in einer räumlich-perzeptiven Aufgabe (Untertest „Zahlen lokalisieren“ der VOSP). Dass die Kinder mit LRS ebenfalls schwächere Leistungen in Aufgaben aufweisen, die visuell-räumliche Fertigkeiten (u. a. Rotationen) erfassen oder bei der eine Figur-Hintergrund-Unterscheidung erfolgen muss, konnte anhand der vorliegenden Daten aus Studie 2 hingegen nicht nachgewiesen werden. Möglicherweise basieren die von Pache et al. (2004) nachgewiesenen Gruppenunterschiede im Untertest „Zahlen lokalisieren“ auf Defiziten bei der mentalen Verschiebung auf der Horizontalen und Vertikalen. Diese Fähigkeit wird in den Untertests des FEW-JE nicht gemessen.

Die MAK weisen im Vergleich zur KG wie zu erwarten signifikant schwächere Leistungen im Untertest „Abzeichnen“ auf. Dies lässt sich vor allem durch die bestehenden feinmotorischen Defizite der Kinder erklären. Hinzu kommen allerdings ebenfalls signifikant schwächere Leistungen in den motorik-reduzierten Untertests „Gestaltschließen“ und „Formkonstanz“. Die Kinder weisen also auch Schwierigkeiten in basalen visuellen Wahrnehmungsleistungen auf. Zudem schneiden sie schlechter im Untertest „Visuo-motorische Suche“ ab. Dies spricht für eine verlangsamte visuelle Orientierung, da die Kinder bei dieser Aufgabe zufällig angeordnete Zahlen in der aufsteigenden Reihenfolge miteinander verbinden müssen.

Die Kinder mit RS und die MAK zeigen insgesamt die schwächsten visuellen Wahrnehmungsleistungen. Ihre Gruppenmittelwerte in der „Allgemeinen visuellen Wahrnehmung“ liegen sogar im unterdurchschnittlichen Bereich (Skalenwert < 85). Der Gruppenmittelwert der Kinder, die einen SA hatten, liegt gerade noch im durchschnittlichen Bereich. Die Kinder mit LRS zeigen von allen Kindern mit Entwicklungsauffälligkeiten im Durchschnitt die stärksten Leistungen. Sie zeigen zudem wesentlich seltener auffällige und klinisch relevante Leistungen im Gesamtwert „Allgemeine visuelle Wahrnehmung“ als die anderen Gruppen. In der Skala „Motorik-reduzierte visuelle Wahrnehmung“ schneiden die MAK

und die Kinder mit RS tendenziell schwächer ab als die Kinder, die einen SA hatten und die Kinder, die eine LRS haben. Das schlechte Abschneiden der MAK in der Skala „Motorik-reduzierte visuelle Wahrnehmung“ widerspricht den Befunden von Bonifacci (2004) sowie Büttner et al. (2008). Beide Autorengruppen konnten lediglich Unterschiede zwischen motorisch auffälligen und unauffälligen Kindern in der Skala „Visuo-motorische Integration“ der englischen Version des DTVP-2 (Hammill et al., 1993) und nicht in der motorik-reduzierten Skala finden. Schoemaker et al. (2001) konnten neben Gruppenunterschieden in der Skala „Visuo-motorische Integration“ des DTVP-2 immerhin auch Unterschiede in den motorik-reduzierten Untertests „Gestaltschließen“ und „Formkonstanz“ nachweisen. Die unterschiedlichen Befunde scheinen mit dem Alter der Kinder zusammenzuhängen: Die von Büttner et. al untersuchten Kinder waren fünf bis acht Jahre alt, Bonifacci testete Sechs- bis Zehnjährige und Schoemaker et al. erhob die visuellen Wahrnehmungsleistungen von Sechs- bis Zwölfjährigen. Möglicherweise werden defizitäre Leistungen in motorik-reduzierten visuellen Wahrnehmungsaufgaben wie „Gestaltschließen“ und „Formkonstanz“ erst mit zunehmendem Alter ersichtlich, während die feinmotorischen Defizite der MAK in allen Altersgruppen die schwachen Leistungen in der Skala „Visuo-motorische Integration“ bedingen. Diese Begründung erscheint sinnvoll, dass die Entwicklung der basalen visuellen Wahrnehmungsleistungen (u. a. Gestaltschließen und Formkonstanz) in der Regel erst im achten oder neunten Lebensjahr abgeschlossen ist; die Fähigkeit zum Ermitteln der räumlichen Beziehungen zwischen Objekten kann sich sogar noch bis ins zehnte Lebensjahr verbessern (vgl. Schneck, 2010).

Der Anteil der Kinder, die in der Skala „Motorik-reduzierte visuelle Wahrnehmung“ (klinisch) auffällige Leistungen erzielen, unterscheidet sich zwischen den Gruppen nicht. Zudem sind die Leistungen von wesentlich weniger Kindern der LRS-Gruppe im auffälligen bzw. klinisch auffälligen Bereich als in den anderen Gruppen. Im Untertest „Formkonstanz“ erzielen die Kinder mit RS signifikant schwächere Leistungen als die Kinder mit LRS.

In der Skala „Visuo-motorische Integration“ erzielen die Kinder, die einen SA hatten, signifikant schwächere Leistungen als die Kinder, die eine LRS haben. Die Kinder, die einen SA hatten, weisen zudem wesentlich häufiger (klinisch) auffällige Leistungen in dieser Skala auf. Dies war zu erwarten, da viele der Kinder, die einen SA erlitten haben, eine Hemiparese und somit feinmotorische Defizite aufweisen. Allerdings verwundert, dass die MAK keine signifikant schwächeren Leistungen zeigen. Dies liegt darin begründet, dass die MAK eine große Streuung in dieser Skala aufweisen. Einige Kinder erzielen gute Leistungen in der Skala „Visuo-motorische Integration“, andere schwache. Betrachtet man die Untertests dieser Skala genauer, fällt auf, dass die feinmotorische Fähigkeit nur beim Untertest „Abzeichnen“ relevant ist. In genau diesem Untertest erzielen die MAK nicht nur eine signifikant schwächere Leistung; ihr Gruppenmittelwert liegt sogar im unterdurchschnittlichen Bereich (Normwert < 7). In den

anderen beiden Untertests dieser Skala („Visuo-motorische Suche“ und „Visuo-motorische Geschwindigkeit“) stehen die feinmotorischen Fähigkeiten eher im Hintergrund. Bei beiden Untertests ist eher die schnelle Verarbeitung visueller Stimuli relevant. Beim Untertest „Visuo-motorische Geschwindigkeit“ erzielen die Kinder, die einen SA hatten, signifikant schwächere Leistungen als die Kinder, die eine LRS oder eine RS haben. Sie weisen zudem signifikant häufiger defizitäre (mind. 1 *SD* unter dem Normwert) Leistungen in diesem Untertest auf als die anderen Gruppen; die gruppenweisen Verteilungen unterscheiden sich allerdings nicht. Das bedeutet, dass viele der Kinder, die einen SA haben, leichte Defizite in ihrer Verarbeitungsgeschwindigkeit aufweisen, aber nur wenige von ihnen klinisch relevante Ergebnisse (mind. 1.5 *SD* unterhalb des Normwertes) erzielen. Diese verlangsamte Verarbeitung spiegelt sich auch in den Leistungen im IQ-Test wieder: Im Index „Verarbeitungsgeschwindigkeit“ zeigen die Kinder, die einen SA erlitten haben, ebenfalls signifikant schwächere Leistungen, als die Kinder, die eine LRS haben. In Kasten 1 sind die visuellen Wahrnehmungsdefizite der einzelnen Gruppen zusammengefasst.

Kasten 1: Zusammenfassung der visuellen Wahrnehmungsdefizite der Gruppen

- Alle Gruppen von Kindern mit Entwicklungsauffälligkeiten zeigen Defizite in den Skalen des FEW-JE und in den Untertests „Abzeichnen“ und „Gestaltschließen“.
- Die Gruppen der Kinder RS und MAK zeigen insgesamt die schwächsten visuellen Wahrnehmungsleistungen.
- Die insgesamt besten visuellen Wahrnehmungsleistungen erzielen die Kinder mit LRS.
- In der Skala „Motorik-reduzierte visuelle Wahrnehmung“ bestehen keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen.
- Die SA-Gruppe weist in der Skala „Visuo-motorische Integration“ die schwächsten Leistungen auf. Sie sind besonders schwach in den Untertests „Abzeichnen“ und „Visuo-motorische Suche“.
- Die MAK zeigen besonders schwache Leistungen im Untertest „Abzeichnen“.
- Die Kinder mit RS zeigen vermehrt Defizite in den Untertests „Abzeichnen“, „Gestaltschließen“, „Visuo-motorische Suche“ und „Formkonstanz“.

Im Gesamt-IQ und in den Indexwerten „Wahrnehmungsgebundenes logisches Denken“ und „Arbeitsgedächtnis“ erzielen alle drei Gruppen (LRS, RS und SA), mit denen die WISC-IV komplett durchgeführt wurde, im Vergleich zur jeweiligen KG ein signifikant schwächeres Ergebnis. Bei der LRS-Gruppe ist der Unterschied im „Wahrnehmungsgebundenen logischen Denken“ vermutlich darauf zurückzuführen, dass ihre KG mit 110.1 IQ-Punkten einen vergleichsweise hohen Mittelwert aufweist. Der entscheidende Unterschied zwischen der LRS-Gruppe und ihrer KG in der WISC-IV besteht demnach in den

Leistungen im Index „Arbeitsgedächtnis“. Dies widerspricht den Ergebnissen einer Studie von Stenneken et al. (2011), bei der Studierende mit LRS im Vergleich zur Kontrollgruppe schwächere Leistungen in der Verarbeitungsgeschwindigkeit und in der Aufteilung der Aufmerksamkeit im visuellen Feld („attentional weighting“) aufwiesen, aber nicht in ihrer Arbeitsgedächtnisleistung. Die Unterschiede in den Studienergebnissen sind möglicherweise auf das Alter der Probanden (Altersmittelwert = 25 Jahre) oder das Studiendesign (Fähigkeiten wurden anhand computergestützter Aufgaben erhoben) zurückzuführen.

Die Kinder mit RS schneiden zudem in allen weiteren Indexen schwächer ab als ihre KG. Der Leistungsunterschied im Index „Sprachverständnis“ lässt sich möglicherweise durch die Tatsache erklären, dass doppelt so viele Kinder aus der RS-Gruppe (26 %) wie aus ihrer KG (13 %) fremd- oder mehrsprachig aufwachsen und somit über schwächere Kenntnisse in der deutschen Sprache verfügen. Bezogen auf den Gesamt-IQ konnte eine Studie von Dummert, Endlich, Schneider und Schwenck (2014) jedoch keinen Zusammenhang zwischen Migrationshintergrund und der Intelligenzleistung von Grundschulkindern nachweisen. Das vergleichsweise schwächere Abschneiden der Kinder mit RS im Intelligenztest kann durch den geringeren Bildungsabschluss der Eltern dieser Gruppe bedingt sein: Für die RS-Gruppe geben 36 % der Mütter und 38 % der Väter als höchsten Schulabschluss Fachabitur bzw. Abitur an, in der KG sind es 68 % der Mütter und 70 % der Väter (vgl. Studie 3). Gienger, Petermann und Petermann (2008) konnten allerdings Zusammenhänge zwischen dem Schulabschluss der Eltern und dem Gesamt-IQ sowie den Indizes „Sprachverständnis“, „Wahrnehmungsgebundenes logisches Denken“ und „Arbeitsgedächtnis“ der WISC-IV nachweisen.

Die Kinder, die einen SA hatten, erzielten zusätzlich im Index „Verarbeitungsgeschwindigkeit“ ein schlechteres Ergebnis als ihre KG. Dieses Ergebnis passt zu der im FEW-JE nachgewiesenen Verlangsamung der SA-Gruppe. Der Vergleich der Gruppen untereinander ergibt, dass die Kinder mit RS im Gesamt-IQ und in den Indexen „Sprachverständnis“ und „Wahrnehmungsgebundenes logisches Denken“ am schwächsten abschneiden. Im Index „Arbeitsgedächtnis“ erbringen alle drei Gruppen schwache Leistungen. Untereinander bestehen keine signifikanten Unterschiede. Die MAK erzielten im Untertest „Wortschatztest“ ähnlich schwache Leistungen wie die Kinder, die einen SA hatten. Die Leistungen, die in diesem Untertest erzielt werden, fließen in den Index „Sprachverständnis“ mit ein. Deshalb lässt sich vermuten, dass die Leistungen der MAK im Index „Sprachverständnis“ ähnlich schwach wie bei den Kindern, die einen SA hatten, ausfallen würden. Kasten 2 gibt einen Überblick über die kognitiven Defizite, die die Kinder aus den verschiedenen Gruppen aufweisen.

Kasten 2: Zusammenfassung der kognitiven Defizite der Gruppen

- Kinder mit RS weisen Defizite in den Indizes „Wahrnehmungsgebundenes logische Denken“, „Arbeitsgedächtnis“, „Verarbeitungsgeschwindigkeit“ und im „Sprachverständnis“ auf.
- Die Kinder mit LRS haben Probleme im Index „Arbeitsgedächtnis“.
- Die SA-Gruppe zeigt Schwächen in den Indizes „Wahrnehmungsgebundenes logisches Denken“, „Arbeitsgedächtnis“ und „Verarbeitungsgeschwindigkeit“.

6.2 Zusammenhänge zwischen visueller Wahrnehmung und Intelligenz

In allen Gruppen zeigen sich zwischen Gesamt-IQ und der „Allgemeinen visuellen Wahrnehmung“ durchweg hohe Zusammenhänge ($r = .45$ bis $.76$). Die Korrelationen zwischen der Skala „Allgemeine visuelle Wahrnehmung“ und dem Index „Wahrnehmungsgebundenes logisches Denken“ sind im Vergleich dazu jedoch noch höher ($r = .79$ bis $.82$, vgl. Tabelle 16). Im CHC-Modell stellt die visuelle Wahrnehmung sogar einen eigenen Primärfaktor dar, der als „Visual processing“ oder „Broad visual perception“ bezeichnet wird (vgl. Kapitel 1.3). Er beinhaltet unter anderem Leistungen wie mentale Rotation, Gestaltschließen und das Lösen von Matrizen- und Labyrinthaufgaben (vgl. Horn & Blankson, 2012; Schneider & McGrew, 2012). Nach Petermann und Daseking (2009) werden diese Leistungen in der WISC-IV vor allem im Index „Wahrnehmungsgebundenes logisches Denken“ erfasst. Auch Ardila et al. (1998) berichten von Korrelationen zwischen visuellen Wahrnehmungs- und Intelligenzleistungen an ihrer Stichprobe von 300 kolumbianischen Studierenden im Alter von 17 bis 25 Jahren. Die Leistung der Studierenden in der Bedingung „Unmittelbarer Abruf“ aus dem Rey-Osterrieth Complex Figure Test (ROCF; Osterrieth, 1944; Beschreibung siehe S. 79) korrelierte signifikant mit ihren Leistungen im Gesamtindex des Hamburg Wechsler Intelligenztest für Erwachsene - Revision (HAWIE-R; Tewes, 1991) ($r = .24, p < .01$) in den Untertests „Figuren legen“ ($r = .30, p < .01$) und „Mosaik-Test“ ($r = .30, p < .01$). Weitere signifikante Zusammenhänge ergaben sich zwischen ihren Leistungen in Ratcliff's mental rotation test (Ratcliff, 1979) und dem-Gesamtindex des HAWIE-R ($r = .16, p < .01$) sowie dem Untertest Bilder ordnen“ ($r = .16, p < .01$).

In einer Studie von Werpup-Stüwe, Petermann und Daseking (2015) über den Einfluss der visuellen Wahrnehmung auf sprachfreie Intelligenzleistungen, an 152 gesunden Kindern und Jugendlichen im Alter von 9 bis 21 Jahren, wurde eine hohe Korrelation ($r = .63$) zwischen der FEW-JE-Gesamtskala „Allgemeine visuelle Wahrnehmung“ und dem nonverbalen IQ in der WNV (Petermann, 2014) ermittelt. Dieses Ergebnis passt zu den Korrelationen, die in Studie 1 zwischen den visuellen Wahrnehmungsleistungen und dem WISC-IV-Index „Wahrnehmungsgebundenes logisches Denken“ bei der

Kontrollgruppe nachgewiesen wurden. Während die Leistungen der Kontrollgruppe in der FEW-JE-Gesamtskala und dem WISC-IV-Index „Wahrnehmungsgebundenes logische Denken“ hoch ($r = .76$) korrelieren, bestehen zwischen der FEW-JE-Gesamtskala und den WISC-IV-Indizes „Sprachverständnis“, „Arbeitsgedächtnis“ und „Verarbeitungsgeschwindigkeit“ keine signifikanten Zusammenhänge.

Im Vergleich hierzu korreliert der Gesamtwert der amerikanischen Version der WNV hoch mit dem Gesamtwert der amerikanischen WISC-IV ($N = 102$, $r = .76$) und den Indexwerten „Wahrnehmungsgebundenes logisches Denken“ und „Verarbeitungsgeschwindigkeit“ (jeweils $r = .66$) sowie „Sprachverständnis“ ($r = .47$) und „Arbeitsgedächtnis“ ($r = .48$; vgl. Wechsler & Naglieri, 2006). Nach Werpup-Stüwe et al. (2015) unterstützt dies die Annahme, dass visuelle Wahrnehmungsleistungen eng mit sprachfreien Intelligenzleistungen zusammenhängen, aber nicht mit anderen kognitiven Leistungen wie z. B. dem Sprachverständnis oder dem verbalen Arbeitsgedächtnis.

Des Weiteren konnte die Studie von Werpup-Stüwe et al. (2015) belegen, dass das Vorliegen einer visuellen Wahrnehmungsstörung die Leistung in einem sprachfreien Intelligenztest beeinflusst. Der durchschnittliche sprachfreie IQ der Kinder mit visuellen Wahrnehmungsstörungen liegt im unterdurchschnittlichen Bereich (< 85 IQ-Punkte). Ihre Leistungen unterscheiden sich signifikant von der Gruppe der visuell unauffälligen Kinder im WNV-Gesamtwert und in allen Untertests. Die mittleren Leistungen der Kinder mit visueller Wahrnehmungsstörung fallen in den Untertests „Matrizen-Test“, „Visuell-räumliche Merkspanne“ und „Bilder ordnen“ ebenfalls unterdurchschnittlich aus (< 40 T-Wertpunkte), während ihre mittleren Leistungen im Untertest „Zahlen-Symbol-Test“ im durchschnittlichen Bereich (40 bis 60 T-Wertpunkte) liegen. Der negative Einfluss von schwachen visuellen Wahrnehmungsleistungen auf die Leistungen im WNV-Untertest „Matrizen-Test“ wird von den Autoren darauf zurückgeführt, dass der „Matrizen-Test“ Aufgaben beinhaltet, bei deren Lösung neben dem logischen Schlussfolgern auch die Fähigkeit zur visuell-räumlichen Organisation erforderlich ist (vgl. auch Petermann, 2014). Dieser Zusammenhang lässt sich auch auf den „Matrizentest“ aus der WISC-IV übertragen.

Leistungen in Intelligenztestaufgaben, die das Arbeitsgedächtnis erfassen sollen, können ebenfalls durch visuelle Wahrnehmungsdefizite verzerrt sein. Die von Werpup-Stüwe et al. (2015) untersuchten Kinder erzielten signifikant schwächere Aufgaben im WNV-Untertest „Visuell-räumliche Merkspanne“. Bei dieser Aufgabe müssen die Kinder Sequenzen von Würfeln in der gleichen und in der umgekehrten Reihenfolge antippen, die der Testleiter zuvor angezeigt hat (vgl. Petermann, 2014). In der WISC-IV werden die Leistungen im Arbeitsgedächtnis durch überwiegend sprachliche Aufgaben erfasst. Im Untertests „Zahlen nachsprechen“ sollen die Kinder eine Reihe von Zahlen in der gleichen bzw. in genau der umgekehrten Reihenfolge replizieren; im Untertest „Buchstaben-Zahlen-Folgen“ besteht die Aufgabe darin, zunächst die vorgeschprochenen Zahlen der Größe nach geordnet und im Anschluss daran die nach dem Alphabet sortierten Buchstaben wiederzugeben. Zur Lösung beider Untertests ist eine

mentale Repräsentation und Manipulation der Zahlen bzw. Buchstaben erforderlich (vgl. Petermann & Petermann, 2014). Ein gutes visuell-räumliches Vorstellungsvermögen ist hierbei von Vorteil (vgl. Petermann & Daseking, 2009). Die mentale visuelle Repräsentation sowie Manipulation der Zahlen und Buchstaben im Arbeitsgedächtnis entspricht der Beschreibung des visuellen Primärfaktors „Imagery“ im CHC-Modell. Dieser Faktor spezifiziert die Fähigkeit, ein Objekt, eine Idee, eine Erscheinung oder einen Eindruck, die nicht gegenwärtig sind, in einer abstrakten räumlichen Form mental darzustellen, zu codieren und/oder zu manipulieren (vgl. Horn & Blankson, 2005; Schneider & McGrew, 2012).

Nicht nur theoretisch können sich visuelle Wahrnehmungsdefizite auch auf die basalen Leistungen im Arbeitsgedächtnis auswirken. Die Leistungen im Index „Arbeitsgedächtnis“ fallen in allen drei Gruppen (SA, LRS, RS) signifikant schwächer aus als in der jeweiligen KG. Zwischen der FEW-JE-Gesamtskala „Allgemeine visuelle Wahrnehmung“ und dem WISC-IV-Index „Arbeitsgedächtnis“ bestehen über alle Gruppen von Entwicklungsauffälligkeiten hinweg signifikante Zusammenhänge von mittlerer (LRS $r = .28$) bis großer (RS $r = .54$ und SA $r = .59$) Stärke. Die beiden Leistungen der KG in Studie 1 (SA) korrelieren jedoch nicht miteinander (vgl. Tabelle 16). In der Studie von Werpup-Stüwe et al. (2015) findet sich ebenfalls ein großer Zusammenhang ($r = .49$) zwischen visuellen Arbeitsgedächtnisleistungen (Untertest „Visuell-räumliche Merkspanne“ der WNV) und der visuellen Wahrnehmungsleistung (FEW-JE-Gesamtwert) bei gesunden Kindern und Jugendlichen. Insgesamt weisen diese Ergebnisse auf zwei Schlussfolgerungen hin: (1) Die visuellen Wahrnehmungs- und Arbeitsgedächtnisleistungen bei Kindern mit Entwicklungsauffälligkeiten können beide defizitär sein. (2) Die ermittelten Arbeitsgedächtnisleistungen hängen umso stärker von den visuellen Wahrnehmungsleistungen eines Kindes ab, wenn sie visuell (z. B. durch den WNV-Untertest „Visuell-räumliche Merkspanne“) erhoben werden, als wenn sie sprachlich erfasst werden (wie z. B. in der WISC-IV).

Auch die Leistungen der entwicklungsauffälligen Kinder (SA, LRS und RS) im WISC-IV-Index „Verarbeitungsgeschwindigkeit“ korrelieren stark mit der FEW-JE-Gesamtleistung. Lediglich zwischen den beiden Leistungen der KG aus Studie 1 (SA) besteht kein Zusammenhang. Bei den Kindern mit RS und ihrer KG korrelieren die Leistungen der Skala „Motorik-reduzierte visuelle Wahrnehmung“ etwas geringer ($r = .43$) mit dem Index „Verarbeitungsgeschwindigkeit“ als die Leistungen in der Skala „Visuo-motorische Integration“ ($r = .55$). Möglicherweise ist der Zusammenhang zwischen dem Index „Verarbeitungsgeschwindigkeit“ und dem FEW-JE-Gesamtwert vor allem dadurch bedingt, dass der FEW-JE in der Skala „Visuo-motorische Integration“ zwei Untertests „Visuo-motorische Suche“ und „Visuo-motorische Geschwindigkeit“ beinhaltet, bei deren Bearbeitung feinmotorische Fähigkeiten und die Verarbeitungsgeschwindigkeit relevant sind. Einen weiteren Hinweis darauf liefert die Studie von Werpup-Stüwe et al. (2015), bei der die Leistungen im WNV-Untertest „Zahlen-Symbol-Test“ nur mit den FEW-JE-Unter-

tests „Visuo-motorische Suche“ und „Visuo-motorische Geschwindigkeit“ korreliert. Die basalen Wahrnehmungsfähigkeiten, die durch die motorik-reduzierten Untertests erfasst werden, scheinen zur Bewältigung der Untertests zur Erfassung der Verarbeitungsgeschwindigkeit weniger relevant zu sein. Problematisch ist, dass die visuellen Wahrnehmungsleistungen der Kinder aus Studie 2 und 3 (LRS/RS) ebenfalls mit den Leistungen im WISC-IV-Index „Sprachverständnis“ korrelieren (vgl. Tabelle 16). Im Gegensatz dazu lässt sich kein Zusammenhang zwischen den visuellen Wahrnehmungs- und den Sprachleistungen bei den Kindern, die einen SA hatten oder ihrer KG (vgl. Studie 1) nachweisen. Daher sind weitere Studien an gesunden Kindern erforderlich, um den Zusammenhang zwischen den Indexwerten der WISC-IV und der visuellen Wahrnehmungsleistung zu ermitteln.

Wie entscheidend der Einfluss der visuellen Wahrnehmungsleistungen auf die Intelligenzleistungen ist, wird auch anhand der in Studie 2 (LRS) berechneten Kovarianzanalysen deutlich. Sie ergeben, dass die visuellen Wahrnehmungsleistungen der LRS-Gruppe sich nicht von ihrer KG unterscheiden, wenn der Einfluss des Gesamt-IQ kontrolliert wird. Die Indexe „Verarbeitungsgeschwindigkeit“ und „Sprachverständnis“ sind die einzigen Indexwerte der WISC-IV, zwischen denen keine signifikanten Unterschiede zwischen der LRS-Gruppe und ihrer KG bestehen. Somit können sie als unabhängig von der Gruppenzuordnung (LRS vs. KG) angesehen werden. Im Gegensatz zum Gesamt-IQ und den anderen Indexen erfüllen sie nach Field (2013) demnach die Voraussetzungen, um als Kovariaten verwendet werden zu können. Die Ergebnisse der anderen Kovarianzanalysen können irrtümlich zu der Annahme führen, dass Kinder mit einem niedrigeren IQ, nicht aber Kinder mit einer LRS schwache visuelle Wahrnehmungsleistungen aufweisen. Dagegen spricht jedoch, dass der Einfluss der Gruppenvariablen auf die Leistung in der „Allgemeinen visuellen Wahrnehmung“ bestehen bleibt, wenn die Indexwerte „Sprachverständnis“, „Arbeitsgedächtnis“ oder „Verarbeitungsgeschwindigkeit“ als Kontrollvariablen verwendet werden. Lediglich nach Kontrolle des Indexwertes „Wahrnehmungsgebundenes logisches Denken“ lässt sich zwischen der LRS-Gruppe und ihrer KG kein signifikanter Gruppenunterschied im Gesamtwert des FEW-JE mehr feststellen. Das Nachlassen des Einflusses der LRS auf die Leistung in der „Allgemeinen visuellen Wahrnehmung“ unter Kontrolle des Gesamt-IQ scheint demnach durch den Index „Wahrnehmungsgebundenes logische Denken“ bedingt zu sein.

Anhand der Ergebnisse in Studie 3 (RS) wird zudem deutlich, dass Kinder, die einen niedrigeren IQ aufweisen, ebenfalls schwächere visuelle Wahrnehmungsleistungen zeigen. Die Kinder der KG erzielen hier sowohl im visuellen Wahrnehmungs- als auch im Intelligenztest die besten Leistungen. Die rechenschwachen Kinder mit durchschnittlicher Intelligenz (RS 1) erzielen etwas geringere Leistungen; die rechenschwachen Kinder mit unterdurchschnittlichem IQ (RS 2) haben die schwächsten Ergebnisse. Während sich die Leistungen der RS 1 nur in der FEW-JE-Gesamtskala „Allgemeine visuelle Wahrnehmung“ und in der Skala „Visuo-motorische Integration“ unterscheiden, bestehen zwischen den Leistungen von RS 2 und KG in allen Skalen und Untertests signifikante Unterschiede. RS 1 und RS 2 zeigen

signifikante Leistungsunterschiede in der „Allgemeinen visuellen Wahrnehmung“ und der „Motorik-reduzierten visuellen Wahrnehmung“, aber nicht in der „Visuo-motorischen Integration“. Dies kann ein Hinweis darauf sein, dass insbesondere die in den motorik-reduzierten visuellen Wahrnehmungsaufgaben erfassen Leistungen zumindest im Sinne von Bottom-up und Top-down-Prozessen miteinander interagieren.

In der Forschung und in der klinischen Diagnostik werden visuelle Wahrnehmungs- und Intelligenztests oft nicht klar differenziert. Die Autoren einiger Testverfahren geben sogar an, durch die verwendeten Aufgaben Intelligenzleistungen zu erfassen, obwohl diese ihrer Beschreibung nach visuelle Wahrnehmungsleistungen erfassen. Einige dieser Testverfahren sollen daher im Folgenden mit den im FEW-JE verwendeten Aufgaben verglichen werden.

Der ROFC (Osterrieth, 1944) ist ein neuropsychologischer Test, der die Leistung in der visuell-räumlichen Konstruktion und im visuellen Gedächtnis erfassen soll. Er besteht aus einer Bildvorlage. Hierbei handelt es sich um ein Muster, das sich aus verschiedenen geometrischen Elementen zusammensetzt, die in 18 Einheiten zerlegt werden können. Die Figur ähnelt einem auf der Seite liegenden Haus. Die Durchführung des ROFC erfolgt in drei Schritten. Zunächst bekommen die Probanden die beschriebene Figur vorgelegt und werden gebeten, diese möglichst genau abzuzeichnen (Abzeichnen). Nach etwa drei Minuten sollen die Probanden die Figur dann aus dem Gedächtnis zeichnen (unmittelbarer Abruf). Schließlich werden die Probanden nach 30 Minuten erneut dazu aufgefordert, die Figur aus dem Gedächtnis zu replizieren (verzögerter Abruf). Zum erfolgreichen Abzeichnen sind neben Aufmerksamkeits- und Konzentrationsprozessen auch visuell-räumliche und visuo-motorische Fähigkeiten entscheidend (vgl. Shin, Park, Park, Seol & Kwon, 2006). Die Bedingung „Abzeichnen“ ähnelt stark dem Untertest „Abzeichnen“ im FEW-JE.

Ein Test, der die Verarbeitungsgeschwindigkeit (bzw. „Processing Speed“ im CHC-Modell) erfasst, von den Autoren aber als sprachfreier Intelligenztest deklariert wird, ist der Zahlen-Verbindungs-Test (ZVT) nach Oswald und Roth (1987). Die Aufgaben im ZVT ähneln dem FEW-JE-Untertest „Visuo-motorische Suche“ stark. Der ZVT besteht aus insgesamt vier Untertests. Die Aufgabe besteht jeweils darin, die scheinbar willkürlich angeordneten Zahlen von 1 bis 90 in ihrer numerischen Reihenfolge so schnell wie möglich aufsteigend miteinander zu verbinden. Wie beim FEW-JE-Untertest „Visuo-motorische Suche“ wird die Bearbeitungsgeschwindigkeit bewertet. Oswald und Roth (1987) halten den ZVT für einen sprachfreien Intelligenztest, da die im ZVT erzielten Leistungen mit verschiedenen (inzwischen veralteten) Intelligenzverfahren zusammenhängen. In einer neueren Studie wird der ZVT von Rindermann und Neubauer (2004) nicht zur Erhebung der sprachfreien Intelligenzleistung, sondern zur Erfassung der Verarbeitungsgeschwindigkeit verwendet. Die Leistungen der von ihnen untersuchten Kinder im ZVT korrelieren nur schwach ($r = .18$) mit den Leistungen im Matrizenintelligenztest nach Raven (APM; Raven, 1958) und mittelstark ($r = .34$) mit den Leistungen im Kognitiven Fähigkeitstest (KFT; Heller,

Gaedike & Weinländer, 1985). Zwischen den Leistungen im ZVT und einem anderen Testverfahren zur Erfassung der Verarbeitungsgeschwindigkeit zeigte sich hingegen ein starker Zusammenhang ($r = .65$). Daraus lässt sich schließen, dass mit dem FEW-JE-Untertests „Visuo-motorische Suche“ keine sprachfreie Intelligenzleistung erhoben wird. Der Untertest erfasst die visuelle Orientierung und die Verarbeitungsgeschwindigkeit.

Der FEW-JE-Untertest „Visuo-motorische Geschwindigkeit“ verfasst neben der visuellen Diskriminierungsleistung ebenfalls die Verarbeitungsgeschwindigkeit. Die Anforderungen an die Testperson sind bei dieser Aufgabe jedoch weniger komplex als bei den Untertests der WISC-IV zur Erhebung der Verarbeitungsgeschwindigkeit. Anstatt komplizierte Formen abzugleichen oder neun verschiedene Symbole den Zahlen von eins bis neun zuzuordnen, müssen die Testpersonen lediglich zwischen der Größe (klein vs. groß) und der Form (Viereck vs. Kreis) differenzieren und entsprechend zwei parallele waagerechte Linien oder ein Kreuz einzeichnen.

Die im FEW-JE-Untertest „Gestaltschließen“ erhobenen Leistungen erfassen nicht die Fähigkeit, die im Untertest „Gestaltschließen“ der K-ABC-II (vgl. Melchers & Melchers, 2015) gemessen wird. Im Untertest der K-ABC-II besteht die Aufgabe darin, unvollständig gezeichnete Figuren (z. B. einen Vogel) zu erkennen und zu benennen. Es handelt sich also um eine kognitive Leistung. Der FEW-JE-Untertest erfasst hingegen die periphere Basisleistung, Linien und einfache Formen zu vervollständigen und mit anderen Vorlagen abzugleichen.

Zusammenfassend lässt sich schließen, dass visuelle Wahrnehmungsleistungen die Grundlage für eine gute Leistung in bestimmten Bereichen der Intelligenzmessung darstellen. Hervorzuheben ist hier insbesondere das wahrnehmungsgebundene logische Denken. In der psychometrischen Diagnostik sollte beachtet werden, dass basale visuelle Wahrnehmungsleistungen nicht immer klar von Intelligenzleistungen abgrenzbar sind.

6.3 Visuelle Wahrnehmung und Schulleistungen

Die Ergebnisse aus Studie 2 ergeben, dass das Leseverständnis der jüngeren Kinder (erhoben durch ELFE) mittelstark mit der FEW-JE-Gesamtskala „Allgemeine visuelle Wahrnehmung“ und dem Gesamt-IQ korreliert, während bei den älteren Kindern kein Zusammenhang zwischen dem Leseverständnis (erfasst mit dem LGVT) und der Gesamtskala „Allgemeine visuelle Wahrnehmung“ oder dem Gesamt-IQ nachzuweisen ist. Dieses Ergebnis lässt sich ggf. auf die Besonderheiten beider Testverfahren zurückführen: Während im Gesamtwert von ELFE auch ein Untertest enthalten ist, bei dem die Kinder Bildern das richtige Wort zuordnen müssen, besteht die Aufgabe im LGVT darin, das korrekte Wort in einem Text aus einer Dreierauswahl anzustreichen (vgl. Lenhard & Schneider, 2006; Schneider et al., 2007). Möglicherweise sind die visuellen Wahrnehmungsleistungen aber auch in der Phase des Leseer-

werbs entscheidend und verlieren mit zunehmender Automatisierung im Lesen von Texten an Bedeutung. Es bestehen ebenfalls mittelgroße Zusammenhänge zwischen der Gesamtskala „Allgemeine visuelle Wahrnehmung“ und der Geschwindigkeit und den Fehlern im Vorlesen von Wörtern und Textabschnitten im ZLT-II sowie mit der Rechtschreibleistung. Ähnliche Zusammenhänge finden sich auch in einer Studie von Steinbrink et al. (2008).

Durch die berechneten Korrelationen zwischen den Leistungen im visuellen Wahrnehmungstest und den Lese- und Rechtschreibtests lassen sich keine spezifischen Zusammenhänge zwischen den visuell-perzeptiven Fähigkeiten „Räumliche Beziehungen“, „Figur-Grund-Unterscheidung“ und „Formkonstanz“ (vgl. Tabelle 7) ableiten. Dies zeigt sich besonders deutlich in den unterschiedlichen Zusammenhängen zwischen den Lese-Rechtschreibleistungen und den Untertests „Gestaltschließen“ und „Formkonstanz“, welche nach (Reynolds et al., 2002) beide die Fähigkeit „Formkonstanz“ erfassen. Während die Leistungen im Untertest „Gestaltschließen“ mit unterschiedlichen Lese- und Rechtschreibleistungen korrelieren, ergeben sich zwischen dem Untertest „Formkonstanz“ und den Lese- und Rechtschreibleistungen keine Zusammenhänge. Vielmehr scheint eine intakte visuelle Gesamtwahrnehmung die Grundlage für ein normal entwickelte Lese- und Rechtschreibfähigkeiten darzustellen.

Der Zusammenhang zwischen dem Untertest „Gestaltschließen“ und den Lese-Rechtschreibleistungen ist hierbei jedoch von zentraler Bedeutung. In einer Metaanalyse von Kavale (1982) wurden die Ergebnisse von 161 Studien zum Zusammenhang von visuellen Wahrnehmungs- und Leseleistungen ausgewertet. Der Untertest „Gestaltschließen“ aus dem DTVP (Frostig et al., 1961; Frostig, Lefever, et al., 1966; Maslow et al., 1964) und eine visuelle Gedächtnisaufgabe waren in dieser Untersuchung die einzigen, die mit der Leseleistung signifikant korrelierten. In Studie 2 korreliert der Untertest „Gestaltschließen“ aus dem FEW-JE von den motorik-reduzierten Untertests am stärksten mit der Leseleistung und mit der größten Anzahl an Leseleistungen. Signifikante Zusammenhänge ergeben sich mit dem Leseverständnis, der Anzahl der Lesefehler, der Lesegeschwindigkeit von Wörtern und der Rechtschreibleistung. Für den Untertest „Figur-Grund“ bestehen nur mit der Lesegeschwindigkeit von Texten signifikante Korrelationen. Der Untertest „Formkonstanz“ hängt nicht mit der Leseleistung zusammen. Dieses Ergebnis lässt sich in den Prozess des Leserwerbs einordnen. In einer frühen Entwicklungsstufe lernt das Kind, Wörter anhand ihrer Gestalt bzw. in ihrer Gesamtheit zu erfassen, welche als visuelles Vokabular im Gedächtnis abgespeichert und somit schnell erkannt werden. Die Wörter des visuellen Vokabulars werden augenblicklich anhand ihrer Gestalt erkannt. Kinder, die keine Schwierigkeiten beim Erkennen der Gestalt der Wörter haben, können sich somit stärker auf das Verstehen und Abspeichern des Gelesenen konzentrieren (vgl. Schneck, 2010). Umkehrt können Defizite im Gestaltschließen zu den beschriebenen Leseschwierigkeiten führen.

Zwischen der Gesamtskala „Allgemeine visuelle Wahrnehmung“ und den Power- und Speed-Gesamtwerten ergeben sich hohe, auf Untertestebene geringe bis hohe Korrelationen. Die Untertests mit geringem motorischen Anteil korrelieren höher mit dem Power- als dem Speed-Gesamtwert, die Untertests mit höherem motorischen Anteil hängen stärker mit dem Speed-Gesamtwert zusammen. Dies lässt sich darauf zurückführen, dass der Großteil der Aufgaben mit hohem motorischem Anteil auch unter Zeitdruck gelöst werden muss. Insgesamt lässt sich feststellen, dass die visuellen Wahrnehmungsleistungen der untersuchten Schulkinder höher mit den Rechenleistungen korrelieren als in einer anderen Studie, bei denen zwischen den visuell-räumlichen Leistungen von Kindergartenkindern und ihren Rechenleistungen zur Schulzeit mittelstarke Zusammenhänge nachgewiesen wurden (Knievel et al., 2010).

6.4 Visuelle Wahrnehmung und Motorik

Die Ergebnisse aus Studie 4 zeigen, dass die Gesamtskalen von FEW-JE und M-ABC-2 hoch miteinander korrelieren. Passend zu der Annahme, dass die „Visuomotorik“ die Schnittstelle zwischen visueller Wahrnehmung und Motorik darstellt (vgl. AWMF, 2009), zeigen sich zwischen den Leistungen in der Subskala „Visuo-motorische Integration“ und dem in der M-ABC-2 erzielten Gesamtwert stärkere Zusammenhänge als zwischen M-ABC-2-Gesamtwert und der Subskala „Motorik-reduzierte visuelle Wahrnehmung“. Die Subskalen „Handgeschicklichkeit“ und „Ballfertigkeiten“ korrelieren ebenfalls stärker mit der FEW-JE-Subskala „Visuo-motorische Integration“. Dies wird in Studie 4 dadurch erklärt, dass es zum Bewältigen der Aufgaben aus dem Bereich der visuo-motorischen Koordination entscheidend ist, das visuell Wahrgenommene mit den Hand- bzw. Armbewegungen abzustimmen. Eine gute Auge-Hand-Koordination ist relevant, um gute Leistungen im Werfen, Fangen und Aufgaben, die Handgeschicklichkeit erfordern zu erbringen. Die Leistungen im Werfen und Fangen werden in der M-ABC-2-Subskala „Ballfertigkeiten“ erfasst, und die Subskala „Handgeschicklichkeit“ umfasst Aufgaben, bei denen das Kind eine Schnur einfädeln oder Stecker wenden muss (vgl. Petermann, 2009).

Die Leistungen der Kinder in der M-ABC-2-Subskala „Balance“ korrelieren jedoch stärker mit ihren Leistungen in der FEW-JE-Subskala „Motorik-reduzierte visuelle Wahrnehmung“ als mit denen in der „Visuo-motorischen Integration“. Zur Bewältigung der Aufgaben aus der Subskala „Motorik-reduzierte visuelle Wahrnehmung“ ist entscheidend, das Wahrgenommene konstant zu halten und zu manipulieren. Das Halten des Gleichgewichts bei Balanceaufgaben (z. B. auf einem Bein zu stehen) fällt Kindern leichter, wenn sie einen bestimmten Punkt mit den Augen fixieren. Das Fixieren des Punktes erfordert, dass das Kind in Lage ist, die Wahrnehmung konstant zu halten. Das weist darauf hin, dass es neben der Visuomotorik noch weitere Verknüpfungen der visuellen Wahrnehmung und der motorischen Koordination gibt (vgl. Studie 4).

7. Schlussfolgerungen

7.1 Diagnose „Visuelle Wahrnehmungsstörung“

Zur Feststellung der Diagnose „Visuelle Wahrnehmungsstörung“ fordert die AWMF (2009) eine Diskrepanz von mind. 1.5 *SD* zwischen der visuellen Wahrnehmungsleistung und dem IQ-Testergebnis. Ein klinisch bedeutsames Ergebnis im FEW-JE-Gesamtwert „Allgemeine visuelle Wahrnehmung“ (mind. 1.5 *SD* unterhalb des Normmittelwertes), welches gleichzeitig bedeutsam (1.5 *SD*) unterhalb des ermittelten Gesamt-IQ liegt, weisen nur 3 % der Kinder mit LRS, 3 % der Kinder mit RS und 11 % der Kinder, die einen SA erlitten haben, auf. Diese Angaben passen zu der Schätzung zur Prävalenz visueller Wahrnehmungsstörungen, die Rosenkötter et al. (2007) aufgrund ihrer klinischen Tätigkeit in der Sozialpädiatrie vornehmen. Sie nehmen an, dass visuelle Wahrnehmungsstörungen mit einer Häufigkeit von 3 bis 8 % auftreten.

Während die Kinder mit Lernstörungen vermehrt visuelle Wahrnehmungsstörungen in der Erfassung und Differenzierung (LRS: 11 % im Untertest „Gestaltschließen“, RS: jeweils 10 % in den Untertests „Gestaltschließen“ und „Formkonstanz“) aufweisen, erhalten die Kinder, die einen SA erlitten haben, am häufigsten die Diagnose „Visuo-motorischen Integrationsstörung“ (14 % der Kinder, erfasst durch die FEW-JE-Subskala „Visuo-motorische Integration“).

Es ist fraglich, ob die geforderte Diskrepanz zwischen der visuellen Wahrnehmungsleistung und dem IQ tatsächlich sinnvoll ist. Beispielsweise empfiehlt Schulte-Körne (2012) zur Diagnostik einer LRS ein sprachfreies Verfahren, wenn das Kind zusätzlich eine expressive oder rezeptive Sprachstörung aufweist. Analog dazu erscheint es sinnvoll, Kinder, die visuelle Wahrnehmungsdefizite haben, mit einem Intelligenztest zu untersuchen, der keine visuellen Stimuli beinhaltet oder zumindest Untertests beinhaltet, zur deren Lösung keine visuellen Wahrnehmungsfähigkeiten erforderlich sind. Bei Verdacht auf eine visuelle Wahrnehmungsstörung sollte daher immer ein umfangreicher Intelligenztest eingesetzt werden, der mehrere Leistungsbereiche erfasst. Mit den vier möglichen Indexwerten scheint die WISC-IV ein angemessenes Instrument darzustellen. Auch die Kaufman Assessment Battery for Children - II (K-ABC-II; Melchers & Melchers, 2015) erscheint geeignet. Da die visuellen Wahrnehmungsleistungen der untersuchten Kinder durchweg stark mit den Leistungen, die im WISC-IV-Index „Wahrnehmungsgeladenes logisches Denken“ gemessen werden, korrelieren, sollten die restlichen Indexwerte, insbesondere das „Sprachverständnis“ als Referenzwert zur Ermittlung der Diskrepanz zwischen der visuellen Wahrnehmungs- und der Intelligenzleistung verwendet werden.

Ob die Diagnose einer visuellen Wahrnehmungsstörung wie von der AWMF (2009) gefordert nur gestellt werden sollte, wenn die visuelle Wahrnehmungsleistung mindestens eineinhalb Standardabweichungen unterhalb des ermittelten Gesamt-IQ liegt, ist aufgrund des engen Zusammenhangs zwischen

Gesamt-IQ und visueller Wahrnehmungsleistung fragwürdig. Da sich diese Richtlinien momentan in Überarbeitung befinden, ist abzuwarten, ob diese Empfehlung korrigiert wird. Als Referenzmaß für die Berechnung der Diskrepanz zwischen visueller Wahrnehmungsleistung und Intelligenz stellt das Sprachverständnis eine mögliche Alternative dar. Eine sinnvolle Option wäre ebenfalls, auf die Diskrepanz zwischen visueller Wahrnehmungs- und Intelligenzleistung gänzlich zu verzichten und eine entsprechende Diagnose lediglich auf Basis der visuellen Wahrnehmungsleistung zu stellen.

Unter Verwendung des Indexwertes „Sprachverständnis“ anstelle des Gesamt-IQ als Ankerwert kann für 3 % der Kinder mit LRS, für 13 % der Kinder mit RS und für 21 % der Kinder, die einen SA hatten, eine visuelle Wahrnehmungsstörung diagnostiziert werden. Hervorzuheben ist hierbei zudem, dass der Anteil der Kinder aus RS 1 und RS 2, die eine visuelle Wahrnehmungsstörungen aufweisen, unter diesen Diagnosekriterien gleich groß ist. Kinder mit Lernstörungen weisen besonders häufig eine visuelle Wahrnehmungsstörung der Erfassung und Differenzierung (LRS: 11 % Störung im Untertest „Gestaltschließen“, RS: 15 % Störung im „Gestaltschließen“ und 18 % in „Formkonstanz“) auf, wenn das Sprachverständnis als Ankerwert verwendet wird. Die Kinder mit RS erzielen zudem oftmals diagnose-relevante Werte im Untertest „Visuo-motorische Suche“. Dies ist möglicherweise auch auf ihre mangelhafte Zahlenkompetenz zurückzuführen. In diesem Untertest besteht die Aufgabe schließlich darin, die Zahlen in aufsteigender Reihenfolge schnellstmöglich miteinander zu verbinden. Die SA-Gruppe weist insbesondere Störungen im Bereich der visuo-motorischen Integration (29 % Störung der Subskala „Visuo-motorische Integration“) sowie in der Formkonstanz (jeweils 14 % Störungen in den Untertests „Gestaltschließen“ und „Formkonstanz“) auf.

Ohne Verwendung eines Intelligenzindex als Ankerwert, also lediglich aufgrund einer Leistung im IQ-Test, die mindestens eineinhalb Standardabweichungen unter der Norm liegt, wäre für 36% der Kinder, die einen SA hatten, eine visuelle Wahrnehmungsstörung diagnostizierbar, für 12 % der Kinder mit LRS, für 39 % der Kinder mit RS sowie für 33 % der MAK. Diese Prävalenzangaben übersteigen die von Rosenkötter et al. (2007) geschätzten Werte stark. Für die klinische Praxis erscheint es daher sinnvoll, zwischen Diagnose und Förderbedarf zu unterscheiden. In diesem Zusammenhang ist zu prüfen, ob Kinder mit schwachen visuellen Wahrnehmungsleistungen unabhängig von der Diagnose von einer Förderung der visuellen Wahrnehmungsleistungen profitieren und dadurch auch bessere Leistungen in schulischen Leistungen (Lesen, Schreiben und Rechnen) und Alltagsaktivitäten (wie im Basteln, Schneiden, Spielen und in der selbstständigen Versorgung) erbringen.

Eine Studie von Daseking und Petermann (2007) ergibt, dass eine alleinige Betrachtung des Gesamt-IQ, insbesondere bei Kindern mit neurologischen Defiziten, nicht aussagekräftig und sinnvoll erscheint. Die IQ-Profile von Kindern mit Entwicklungsrisiken sollten daher auch stets mit Vorsicht interpretiert werden. Für diese Zielgruppen bestehen insbesondere bei der Durchführung sprachfreier Intelligenz-

tests durch die Verwendung von größtenteils visuell dargebotenen Aufgabentypen möglicherweise Benachteiligungen, da diese Kinder in den sprachfreien Verfahren womöglich schwächere Ergebnisse erzielen als in Intelligenztests, die Aufgaben nicht ausschließlich visuell vorgeben. Folglich würde die Gefahr bestehen, ein weniger valides Intelligenzergebnis zu erhalten (vgl. Werpup-Stüwe et al., 2015). Aus diesem Grunde schlagen auch Kastner et al. (2011) vor, bei bestehenden visuell-räumlichen Schwächen sprachliche Aufgaben in Intelligenztests zu verwenden. Dies sollte auch auf Kinder mit dem Entwicklungsrisiko „visuelle Wahrnehmungsstörung“ übertragen werden. Schließlich werden bei Kindern, bei denen der Verdacht auf eine Sprachentwicklungsstörung besteht, sprachfreie Intelligenztests zur Diagnostik eingesetzt, um eine faire Diagnostik zu gewährleisten (vgl. AWMF, 2011b).

Zur Diagnosestellung sollte weiterhin beachtet werden, ob eine Diskrepanz zwischen den Leistungen in den Subskalen „Motorik-reduzierte visuelle Wahrnehmung“ und „Visuo-motorische Integration“ vorliegt. Das Vorliegen von feinmotorischen Defiziten (wie beispielsweise Hemiparesen bei der SA-Gruppe) kann zu schwachen Leistungen in der Skala „Visuo-motorische Integration“ führen. So erhält ein Drittel der untersuchten Kinder, die einen SA hatten, ein Ergebnis in der Gesamtskala „Allgemeine visuelle Wahrnehmung“ des FEW-JE, das als klinisch auffällig einzustufen ist (Testleistung also mind. eineinhalb *SD* unterhalb des mittleren Normwertes). In der „Visuo-motorischen Integration“ zeigen fast doppelt so viele dieser Kinder (43 %) klinisch auffällige Leistungen wie in der „Motorik-reduzierten visuellen Wahrnehmung“ (25 %). Da 75 % der untersuchten Kinder der SA-Gruppe eine Hemiparese haben, ist davon auszugehen, dass sich die durch die Hemiparese bedingten motorischen Einschränkungen der Kinder auf ihre Leistungen in der „Visuo-motorischen Integration“ auswirken. Daraus folgt, dass bei der Diagnose von visuellen Wahrnehmungsstörungen bei bekannten feinmotorischen Einschränkungen oder Diskrepanzen zwischen den beiden Subskalen, die in der „Motorik-reduzierten visuellen Wahrnehmung“ ermittelte Leistung als Referenzwert verwendet werden sollte. Nach diesem Kriterium würden ca. 25 % der untersuchten Kinder, die einen SA erlitten haben, eine visuelle Wahrnehmungsstörung aufweisen.

Der FEW-JE bietet zudem die Möglichkeit, den Schweregrad einer visuellen Wahrnehmungsstörung festzustellen. So kann der Diagnostiker beispielsweise bei Kindern, die unterdurchschnittlich im FEW-JE abschneiden, aber gemäß AWMF-Konventionen nicht in den klinisch relevanten Bereich fallen, entscheiden, ob eine Förderung der visuellen Wahrnehmungsleistungen sinnvoll ist. Dabei können auch die Ergebnisse der unterschiedlichen Skalen hinsichtlich ihrer motorischen Anteile berücksichtigt und die Leistungen in den einzelnen Untertests miteinander ins Verhältnis gesetzt werden. Insbesondere bei Kindern, bei denen Defizite in schulischen Bereichen (z. B. Lesen und Schreiben) im Vordergrund stehen, kann sich eine Förderung schwacher visueller Wahrnehmungsleistungen als notwendig und sinnvoll erweisen.

Neben der Durchführung eines standardisierten visuellen Wahrnehmungstests und eines umfassenden Intelligenztests sind weitere Informationen durch einen Sehtest, eine Gesichtsfeldprüfung und eine Prüfung der Okulomotorik sowie ggf. Resultate aus der Bildgebung heranzuziehen, um defizitäre visuelle Wahrnehmungsleistungen besser interpretieren und eine visuelle Wahrnehmungsstörung diagnostizieren zu können.

7.2 Therapeutische Förderung entwicklungsauffälliger Kinder

Eine Indikation zur Behandlung von visuellen Wahrnehmungsstörungen lässt sich nicht allein aus Testergebnissen ableiten. Die Therapieentscheidung sollte in Abwägung zwischen der Wahrnehmungsfunktion und dem Störungsbild erfolgen, der Beurteilung des Entwicklungsniveaus und von der psychosozialen und psychosozialen Situation und vom Leidensdruck des Kindes abhängen. Eine therapeutische Förderung sollte den Bedürfnissen des Kindes und seiner Familie entsprechen, aber auch die therapeutischen Ressourcen berücksichtigen. Zur Therapie visueller Wahrnehmungsstörungen wird meist Ergotherapie verschrieben. Aber auch andere Berufsgruppen wie beispielsweise Heil- und Sozialpädagogen können die Förderung visueller Wahrnehmungsfunktionen in ihr Behandlungskonzept integrieren. Entscheidend sind regelmäßige Verlaufskontrollen (in der Regel mindestens halbjährlich) durch den betreuenden Arzt (Rosenkötter et al., 2007).

Werden klinisch bedeutsame Defizite in visuellen Wahrnehmungsleistungen festgestellt, sollten nach erfolgter augenärztlicher Abklärung auch entsprechende Förder- oder Therapiemaßnahmen eingeleitet werden, um das Kind beim Erwerb anderer, auf visuellen Wahrnehmungsleistungen aufbauenden Fertigkeiten zu unterstützen. Dafür stehen manualisierte Förderprogramme zur Verfügung sowie vielfältige Materialien, die auch im Rahmen ergotherapeutischer Einzel- oder Gruppentherapie eingesetzt werden können. Die Förderung setzt an den Alltagsproblemen eines Kindes an und sollte neben der eigentlichen Funktionsverbesserung insbesondere auch einen Alltagstransfer der Trainingsinhalte im Blick haben. Es liegen eine Reihe von aktuellen Trainingsprogrammen vor, die im Rahmen von Ergotherapien oder auch im Kontext der Frühen Hilfen durchgeführt werden (Kiese-Himmel, 2013; Leschnik, 2010; Nacke, 2005; Taubner, Munder, Unger & Wolter, 2013), aber bislang nicht ausreichend validiert worden sind. Des Weiteren gibt es neuropsychologische Förderprogramme wie beispielsweise das Training für Kinder mit räumlich-konstruktiven Störungen DIMENSIONER II (Muth-Seidel & Petermann, 2008). Dieses Training bietet eine kompensatorische Behandlung und ist in ein verhaltenstherapeutisches Setting eingebettet.

Ein ergotherapeutischer Ansatz zur Förderung der visuellen Wahrnehmungsleistungen nach dem Frostig-Prinzip besteht darin, die Eltern so zu schulen, dass sie ihre Kinder im Alltag fördern können. Die Handlungsvorschläge sind eingeteilt in die Kategorien „Aktivitäten des täglichen Lebens“, „Spiel“ und

„Arbeit“. Für die einzelnen Aufgaben ist angegeben, welchem Wahrnehmungstyp nach Frostig („Formkonstanz“, „Figur-Grund-Unterscheidung“, „Lage im Raum“ und „räumliche Beziehungen“) sie schwerpunktmäßig zuzuordnen sind. Die Aufgabe „Kaufladen“ ist beispielsweise dem Bereich „Aktivitäten des täglichen Lebens“ zugeordnet und hat den Förderschwerpunkt „Formkonstanz“. Die Eltern werden bei dieser Aufgabe instruiert, ihr Kind z. B. alle runden Gegenstände in der Küche zusammensuchen zu lassen (vgl. Günther & Jäger, 2004).

Zur Therapie von visuellen Wahrnehmungsstörungen nach Unfällen und neurologischen Erkrankungen werden oftmals auch Computerprogramme verwendet. Zu diesen Programmen gehören u. a. Reha-Com (HASOMED, 2010), COGPACK® (Marker, 2010) und Rigling Bild Plus (Rigling, 2010). Tischler, Knievel, Jacobs und Petermann (2010) regen an, zu überprüfen, ob sich diese Programme auch zur Behandlung von entwicklungsbedingten visuellen Wahrnehmungsstörungen eignen.

Die Wirksamkeit der genannten Förderprogramme bei Lernstörungen, UEMF oder nach kindlichen SA ist bislang nicht geklärt. Bei der Feststellung von visuellen Wahrnehmungsdefiziten im Rahmen von bzw. komorbid mit einer RS sollte eine zusätzliche Wahrnehmungsförderung veranlasst werden, da insbesondere in höheren Klassenstufen die Förderung von Basisleistungen vernachlässigt wird. Stattdessen liegt der Fokus der Förderung aufgrund des kontinuierlichen Fortschreitens im Mathematikunterricht meist auf der Vermittlung der aktuellen curricularen Inhalte. Eine Förderung der Basiskompetenzen schafft jedoch die Voraussetzung dafür, dass die Schüler in der Lage sind, den aktuellen Lehrplanstoff angemessen zu verstehen (vgl. Ennemoser, Krajewski & Schmidt, 2011). Da die Förderung von Lernstörungen meist in der Schule erfolgt, erscheint es sinnvoll, den Einsatz von Wahrnehmungstrainings wie beispielsweise dem Programm nach Marianne Frostig (Reinartz & Reinartz, 1974) im Rahmen der schulischen Förderung zu überprüfen.

Bei Kindern mit UEMF fordert Wilson (2005) eine mehrere Ebenen umfassende Vorgehensweise bei der Diagnostik und Therapie. Eine komplette Darstellung der motorischen Entwicklung muss danach die behaviorale, (neuro-) kognitive und emotionale Funktionsebene erfassen. Eine standardisierte Untersuchung der visuellen Wahrnehmungsleistungen im Rahmen des diagnostischen Prozesses bei MAK erscheint daher eine sinnvolle Ergänzung zur Überprüfung der (neuro-) kognitiven Funktionsebene darzustellen. Defizite in den visuellen Wahrnehmungsleistungen sollten bei der Therapieplanung berücksichtigt werden. Welcher Therapieansatz bei Kindern mit motorischen Störungen, die parallel visuelle Wahrnehmungsdefizite aufweisen, angemessen ist, ist bislang unklar. Jaščenoka und Petermann (2013) unterscheiden zwei Therapieansätze in der Physio- und Ergotherapie: prozessorientiert (Bottom-up) und aufgabenorientiert (Top-down). Zu den aufgabenorientierten Methoden wird z. B. das Cognitive Orientation to daily Occupational Performance (CO-OP; vgl. Polatajko & Mandich, 2008) gezählt. Prozessorientierte Programme sind beispielsweise die Sensorische Integrationstherapie (SIT) nach Ayres (2002) und die Perceptual-Motor Therapie (PMT). Eine Masterarbeit von Mostered-van der

Meijs (2010) kommt zu dem Ergebnis, dass das CO-OP wirksamer ist als die SIT. Für die PMT konnten Bumin und Kayihan (2001) allerdings ebenfalls einen moderaten Wirksamkeitseffekt nachweisen.

Die therapeutische Förderung stellte stets theoriegeleitet erfolgen. In der Praxis ist es jedoch für den Therapieerfolg entscheidend, den individuellen Unterschieden der Kinder in der Ausprägung der Defizite sowie ihrem Lernstil und Therapiefortschritt anzupassen (Wilson, 2005). Bei Kindern, die neben der UEMF komorbide Störungen (z. B. Lern- und Aufmerksamkeitsstörungen) aufweisen, empfiehlt die AWMF (2011a) verschiedener Therapieansätze zu kombinieren.

Solange die Wirksamkeit der verschiedenen Therapieformen für Kinder mit Entwicklungsauffälligkeiten und visuellen Wahrnehmungsdefiziten nicht umfassend überprüft worden ist, sollten Therapeuten den Therapiefortschritt durch regelmäßige Leistungskontrolle der Fähigkeiten der Kinder überwachen und die verschiedenen Therapieansätze individuell kombinieren.

8. Kritik und Limitationen

Die geringe Stichprobengröße innerhalb der einzelnen Störungsgruppen lässt eine Interpretation der Ergebnisse nur unter Vorbehalt zu. Die Stichprobengröße ermöglicht zudem nicht den Einsatz von Kovarianzanalysen in allen Gruppen, sodass Unterschiede in den visuellen Wahrnehmungsleistungen nicht in allen Gruppen bereinigt von dem Einfluss der Intelligenz betrachtet werden können.

Außerdem handelt es sich bei den untersuchten Kindern um eine Inanspruchnahmepopulation. Die Eltern der Kinder mit Entwicklungsauffälligkeiten haben ihre Kinder an den Studien teilnehmen lassen, weil ihre Kinder Schwierigkeiten in den untersuchten Bereichen haben und sie die Ergebnisse der eingesetzten Testverfahren interessierte. Die Eltern, die ihre Kinder für die KG angemeldet haben, waren meist an den Ergebnissen des Intelligenztests interessiert. Aufgrund der Gespräche, die im Rahmen der Datenerhebung mit den Eltern geführt worden sind, wurde klar, dass viele Eltern der Kinder aus der KG an der Studie angemeldet haben, weil sie ihre Kinder für besonders begabt halten. Dies führte leider dazu, dass die KG in allen Studien im Mittel eine Leistung im Intelligenztest erzielte, die leicht über dem Durchschnitt liegt. Hierdurch konnten die Kinder mit Entwicklungsauffälligkeiten und die Kinder der KG nicht anhand des IQ paarweise einander zugeordnet werden.

Des Weiteren ist problematisch, dass die Kinder der unterschiedlichen Gruppen nicht nach Geschlecht und Alter gepaart werden konnten. Statistische Verfahren, um mögliche Einflüsse durch Geschlecht und Alter der Kinder auf die Ergebnisse zu berechnen, wurden nicht in allen Fällen angewandt.

Zudem ist anzumerken, dass bei den MAK kein vollständiger Intelligenztest durchgeführt wurde. Hierdurch konnte leider weder die eindeutige Diagnose UEMF nach ICD-10 gestellt, noch der Einfluss der Intelligenzleistungen auf die visuelle Wahrnehmung kontrolliert werden.

Da eine Überprüfung der zentralen Sehfähigkeit im Kindesalter meist nicht möglich ist (Guzzetta et al., 2001), wurde diese im Rahmen der Datenerhebung nicht durchgeführt. Ein Screening auf diese Defizite erfolgte lediglich anhand eines Elternfragebogens. Deshalb kann nicht ausgeschlossen werden, dass die im Rahmen dieser Dissertation nachgewiesenen Defizite in den visuellen Wahrnehmungsleistungen auf zentralen Sehstörungen basieren.

Die Wahl eines Querschnittsdesigns als Forschungsansatz bietet nicht die Möglichkeit zur Untersuchung von Langzeiteffekten von visuellen Wahrnehmungsschwächen und -störungen auf die Entwicklung der Intelligenz, der motorischen Fähigkeiten und der Leistungen im Lesen, Schreiben und Rechnen. Zudem kann kein Ursache-Wirkungs-Zusammenhang beleuchtet werden.

9. Ausblick

Zur Systematisierung von Forschung und Diagnostik erscheint die Entwicklung eines standardisierten Fragebogens für Eltern, Erzieher und Lehrer sinnvoll. Der Fragebogen sollte Informationen zu den Schritten der visuellen Wahrnehmungsentwicklung, die aktuellen Fertigkeiten des Kindes im Basteln, Schneiden und Malen sowie seine schulischen Leistungen (Rechnen, Lesen, Schreiben) und das Lernverhalten erfassen.

Des Weiteren sollten Langzeitstudien die Entwicklung der visuellen Wahrnehmungsleistungen im Rahmen von Entwicklungsauffälligkeiten untersuchen. Hierbei sollten die Einflüsse von Intelligenz, Geschlecht und Alter der Kinder genauer beachtet werden.

Zudem sollten eindeutige Diagnoserichtlinien geschaffen werden. Die diagnostischen Leitlinien der AWMF (2009) werden aktuell überarbeitet. So besteht die Möglichkeit, aktuelle Forschungsergebnisse bei der Überarbeitung der diagnostischen Kriterien zu berücksichtigen. Hierzu gehört die Empfehlung, einen umfangreichen Intelligenztest einzusetzen, um die visuellen Wahrnehmungsleistungen in Relation zum Sprachverständnis einzuschätzen. Ebenfalls sollte darauf hingewiesen werden, dass die Fertigkeiten in visuo-motorischen Leistungen immer zu motorik-reduzierten visuellen Wahrnehmungsleistungen in Kontrast gesetzt werden sollten, um Fehleinschätzungen aufgrund von feinmotorischen Defiziten auszuschließen. Die von Hollmann et al. (2003) vorgeschlagene Einteilung der visuellen Wahrnehmungsstörungen unter der Kategorie „Andere Entwicklungsstörungen (F88)“ in „Störung der visuellen Raumlageerfassung“, „Störung der visuellen Erfassung und Differenzierung“, „Störung der visuellen Figur-Grund-Wahrnehmung“ und „Visuomotorische Koordinationsstörung“ sollte wissenschaftlich überprüft und ggf. erweitert werden. Nach der Erstellung eindeutiger Diagnoserichtlinien sollten Komorbiditäten zwischen visuellen Wahrnehmungs- und anderen Entwicklungsstörungen tiefergehend erforscht werden.

Die bestehenden Maßnahmen zur Förderung visueller Wahrnehmungsdefizite sollten in ihrer Wirksamkeit überprüft werden. In diesem Zusammenhang ist ebenfalls zu ermitteln, ob sich eine Förderung der visuellen Wahrnehmungsdefizite beim komorbiden Auftreten visueller Wahrnehmungsstörungen und Lern- oder motorischen Entwicklungsstörungen positiv auf die Leistungen in schulischen und motorischen Fertigkeiten auswirkt.

Literaturverzeichnis

- Abercrombie, M. L. J. (1964). Visual, perceptual and visuomotor impairment in physically handicapped children: VI. Marianne Frostig Developmental Test of Visual Perception. *Perceptual and motor skills*, 18, 583-594.
- Ardila, A., Galeano, L. M. & Rosselli, M. (1998). Toward a model of neuropsychological activity. *Neuropsychology Review*, 8, 171-190.
- Aster, M. von (2007). Rechenstörungen bei Kindern. Vorläufer, Prävalenz und psychische Symptome. *Zeitschrift für Entwicklungspsychologie und Pädagogische Psychologie*, 39, 85-96.
- Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften (AWMF) (2009). *Visuelle Wahrnehmungsstörungen*. Verfügbar unter: http://www.awmf.org/uploads/tx_szleitlinien/022-020_S1_Visuelle_Wahrnehmungsstoerungen_2009_abgelaufen.pdf [14.01.2015].
- Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften (AWMF) (2011a). *Deutsch-Schweizerische Versorgungsrichtlinie Umschriebene Entwicklungsstörungen der motorischen Funktionen (UEMF) - Langfassung*. Verfügbar unter: http://www.awmf.org/uploads/tx_szleitlinien/022-0171_S3_Unschriebene_Entwicklungsstörungen_motorischer_Funktionen_2011_08.pdf [09.01.2015].
- Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften (AWMF) (2011b). *Diagnostik von Sprachentwicklungsstörungen (SES), unter Berücksichtigung umschriebener Sprachentwicklungsstörungen (USES)*. Verfügbar unter: http://www.awmf.org/uploads/tx_szleitlinien/049-006l_S2k_Sprachentwicklungsstoerungen_Diagnostik_2013-06_01.pdf [27.07.2015].
- Ayres, A. J. (2002). *Bausteine der kindlichen Entwicklung* (4. Aufl.). Berlin: Springer.
- Barth, K. (2012). *Lernschwächen früh erkennen im Vorschul- und Grundschulalter* (6., durchges. Aufl.). München: Reinhardt.
- Bell, S. M., McCallum, R. S. & Cox, E. A. (2003). Toward a research-based assessment of dyslexia: Using cognitive measures to identify reading disabilities. *Journal of Learning Disabilities*, 36, 505-516.
- Birkel, P. (2007a). *Weingartener Grundwortschatz Rechtschreib-Test für 2. und 3. Klassen (WRT 2+)* (2., neu norm. & vollst. überarb. Aufl.). Göttingen: Hogrefe.
- Birkel, P. (2007b). *Weingartener Grundwortschatz Rechtschreib-Test für dritte und vierte Klassen (WRT 3+)*. Göttingen: Hogrefe.
- Birkel, P. (2007c). *Weingartener Grundwortschatz Rechtschreib-Test für vierte und fünfte Klassen (WRT 4+)* (2., neu norm. & vollst. überarb. Aufl.). Göttingen: Hogrefe.
- Blank, R., Smits-Engelsman, B., Polatajko, H. & Wilson, P. (2012). European Academy for Childhood Disability (EACD): Recommendations on the definition, diagnosis and intervention of develop-

- mental coordination disorder (long version). *Developmental Medicine & Child Neurology*, 54, 54-93.
- Bonifacci, P. (2004). Children with low motor ability have lower visual-motor integration ability but unaffected perceptual skills. *Human Movement Science*, 23, 157-168.
- Bouska, M. J., Kauffman, N. A. & Marcus, S. E. (2006). Disorders of the visual perception system. In D. A. Umphred & R. T. Lazaro (Hrsg.), *Neurological rehabilitation* (6th ed.). St. Louis, MO: Elsevier.
- Brown, T., Mullins, E. & Stagnitti, K. (2008). The reliability of performance of healthy adults on three visual perception tests. *British Journal of Occupational Therapy*, 71, 438-447.
- Bumin, G. & Kayihan, H. (2001). Effectiveness of two different sensory-integration programmes for children with spastic diplegic cerebral palsy. *Rehabilitation in Practice*, 23, 394-399.
- Büttner, G., Dacheneder, W., Schneider, W. & Weyer, K. (2008). *Frostigs Entwicklungstest der visuellen Wahrnehmung - 2 (FEW-2)*. Göttingen: Hogrefe.
- Caravale, B., Tozzi, C., Albino, G. & Vicari, S. (2005). Cognitive development in low risk preterm infants at 3-4 years of life. *Archives of Disease in Childhood. Fetal and Neonatal Edition*, 90, F474-F479.
- Carroll, J. B. (1993). *Human cognitive abilities. A survey of factor-analytic studies*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Cohen, L., Lehericy, S., Chochon, F., Lemer, C., Riveaud, S. & Dehaene, S. (2002). Language-specific tuning of visual cortex? Functional properties of the visual word form area. *Brain*, 125, 1054-1069.
- Cousins, M. & Smyth, M. M. (2003). Developmental coordination impairments in adulthood. *Human Movement Science*, 22, 433-459.
- Crowe, S. F. (2000). Does the letter number sequencing task measure anything more than digit span? *Assessment*, 7, 113-117.
- Dacheneder, W. (2009). Diagnostik der visuellen Wahrnehmungsverarbeitung. In D. Irblich & G. Renner (Hrsg.), *Diagnostik in der Klinischen Kinderpsychologie: Die ersten sieben Lebensjahre* (S. 179-194). Göttingen: Hogrefe.
- Daseking, M., Janke, N. & Petermann, F. (2006). Intelligenzdiagnostik. *Monatsschrift Kinderheilkunde*, 154, 314-319.
- Daseking, M. & Petermann, F. (2007). Schlaganfälle im Kindes- und Jugendalter. Neuropsychologische Aspekte. *Kindheit und Entwicklung*, 16, 27-39.
- Daseking, M. & Petermann, F. (2008). *Screening für kognitive Basiskompetenzen im Vorschulalter (BASIC-Preeschool)*. Bern: Huber.
- Daseking, M. & Petermann, F. (2011). Der Einfluss von Schlaganfällen im Kindes- und Jugendalter auf die kognitive Entwicklung. *Zeitschrift für Neuropsychologie*, 22, 97-107.

- Daseking, M., Schlagheck, W. & Petermann, F. (2011). Perinatale und frühkindliche Schlaganfälle. Kognitive Entwicklung im Kindergartenalter. *Zeitschrift für Psychiatrie, Psychologie und Psychotherapie*, 59, 37-46.
- DeQuiros, J. B. & Schranger, O. L. (1979). *Neuropsychological fundamentals in learning disabilities*. Novato, CA: Academic Therapy Publications.
- Deutsche Gesellschaft für Kinder- und Jugendpsychiatrie und -psychotherapie (DGKJP) (2007). Umschriebene Entwicklungsstörungen schulischer Fertigkeiten (F81). In *Leitlinien zur Diagnostik und Therapie von psychischen Störungen im Säuglings-, Kindes- und Jugendalter* (3., überarb. Aufl., S. 207-224). Köln: Deutscher Ärzte Verlag.
- Dewey, D. & Wilson, B. N. (2001). Developmental coordination disorder: what is it? *Physical and Occupational Therapy in Pediatrics*, 20, 5-27.
- Dilling, H., Mombour, W. & Schmidt, M. H. (Hrsg.). (2013). *Internationale Klassifikation psychischer Störungen. ICD-10 Kapitel V (F). Klinisch-diagnostische Leitlinien* (9., überarb. Aufl.). Bern: Huber.
- Dummert, F., Endlich, D., Schneider, W. & Schwenck, C. (2014). Entwicklung schriftsprachlicher und mathematischer Leistungen bei Kindern mit und ohne Migrationshintergrund. *Zeitschrift für Entwicklungspsychologie und Pädagogische Psychologie*, 46, 115-132.
- Ennemoser, M., Krajewski, K. & Schmidt, S. (2011). Entwicklung und Bedeutung von Mengen-Zahlen-Kompetenzen und eines basalen Konventions- und Regelwissens in den Klassen 5 bis 9. *Zeitschrift für Entwicklungspsychologie und Pädagogische Psychologie*, 43, 228-242.
- Everts, R., Pavlovic, J., Kaufmann, F., Uhlenberg, B., Seidel, U., Nedeltchev, K. et al. (2008). Cognitive functioning, behavior, and quality of life after stroke in childhood. *Child Neuropsychology*, 14, 323-338.
- Fazzi, E., Bova, S., Giovenzana, A., Signorini, S., Uggetti, C. & Bianchi, P. (2009). Cognitive visual dysfunctions in preterm children with periventricular leukomalacia. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 51, 974-981.
- Field, A. (2013). *Discovering statistics using IBM SPSS STATISTICS* (4th ed.). Los Angeles, CA: Sage.
- Fritz, A. & Ricken, G. (2005). Früherkennung von Kindern mit Schwierigkeiten im Erwerb von Rechenfertigkeiten. In M. Hasselhorn, H. Marx & W. Schneider (Hrsg.), *Diagnostik von Mathematikleistungen* (S. 5-28). Göttingen: Hogrefe.
- Frostig, M. (1972). Visual Perception, Integrative Functions and Academic Learning. *Journal of Learning Disabilities*, 5, 5-19.
- Frostig, M. (1994a). Die Grundlagen des Lesens und Lesestörungen. In O. Lockowandt (Hrsg.), *Frostig. Integrative Therapie. Lesen und Lesestörung* (S. 51-73). Dortmund: Borgmann.

- Frostig, M. (1994b). Leseunterricht für Kinder mit Wahrnehmungsstörungen. In O. Lockowandt (Hrsg.), *Frostig. Integrative Therapie. Lesen und Lesestörung* (S. 137-149). Dortmund: Borgmann.
- Frostig, M. (1994c). Visuelle Modalität und Lesen: Forschung und Praxis. In O. Lockowandt (Hrsg.), *Frostig. Integrative Therapie. Lesen und Lesestörung* (S. 150-161). Dortmund: Borgmann.
- Frostig, M., Horne, D. & Miller, A.-M. (1966). *The Developmental Program in Visual Perception*. Chicago, IL: Follett Publishing.
- Frostig, M., Lefever, D. W. & Whittlesey, J. R. B. (1961). A developmental test of visual perception for evaluating normal and neurologically handicapped children. *Perceptual and Motor Skills*, 12, 383-394.
- Frostig, M., Lefever, D. W. & Whittlesey, J. R. B. (1966). *Administration and scoring manual for the Marianne Frostig Developmental Test of Visual Perception*. Palo Alto, CA: Consulting Psychologist Press.
- Gardner, M. F. (1996). *TVPS-R: Test of visual-perceptual skills (non-motor) – Revised*. San Francisco, CA: Psychological and Educational Publication.
- Gienger, C., Petermann, F. & Petermann, U. (2008). Wie stark hängen die HAWIK-IV-Befunde vom Bildungsstand der Eltern ab? *Kindheit und Entwicklung*, 17, 90-98.
- Glass, P. (1993). Development of visual function in preterm infants: Implications for early intervention. *Infants and Young Children*, 6, 11-20.
- Golomb, M. R., Fullerton, H. J., Nowak-Göttl, U. & deVeber, G. (2009). Male predominance in childhood ischemic stroke: findings from the International Pediatric Stroke Study. *Stroke*, 40, 52-57.
- Goodale, M. A. (2013). Separate visual systems for perception and action: a framework for understanding cortical visual impairment. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 55, 9-12.
- Greisbach, M. (2010). Visuelle und auditive Wahrnehmung. In B. Hartke, K. Koch & K. Diehl (Hrsg.), *Förderung in der schulischen Eingangsstufe* (S. 121-142). Stuttgart: Kohlhammer.
- Günther, A. & Jäger, M. (2004). „Ich sehe den Wald vor lauter Bäumen nicht!“ Fördermöglichkeiten für den Alltag visuell wahrnehmungsgestörter Kinder. Dortmund: Verlag Modernes Lernen.
- Guzzetta, A., Fazzi, B., Mercuri, E., Bertuccelli, B., Canapicchi, R., van Hof-van Duin, J. et al. (2001). Visual function in children with hemiplegia in the first years of life. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 43, 321–329.
- Hammill, D. D., Pearson, N. A. & Voress, J. K. (1993). *Developmental Test of Visual Perception. Second Edition (DTVP-2)*. Austin, TX: PRO-ED.
- Heller, K. A., Gaedike, A.-K. & Weinländer, H. (1985). *Kognitiver Fähigkeitstest (KFT)*. Weinheim: Beltz.
- Holling, H., Preckel, F. & Vock, M. (2004). *Intelligenzdiagnostik*. Göttingen: Hogrefe.

- Hollmann, H., Schmid, R. G. & Kretschmar, C. (2003). *Altöttinger Papier. Mehrdimensionale Bereichsdiagnostik Sozialpädiatrie*. Berlin: Deutsche Gesellschaft für Sozialpädiatrie und Jugendmedizin.
- Horn, J. L. & Blankson, A. N. (2012). Foundations for Better Understanding of Cognitive Abilities. In D. P. Flanagan & P. L. Harrison (Hrsg.), *Contemporary intellectual assessment* (3rd ed., pp. 73-98). New York: Guilford.
- Horn, J. L. & Blankson, N. (2005). Foundations for better understanding of cognitive abilities. In D. P. Flanagan & P. L. Harrison (Hrsg.), *Contemporary intellectual assessment* (2nd ed., pp. 41-68). New York: Guilford.
- Horn, J. L. & Cattell, R. B. (1966). Refinement and test of the theory of fluid and crystallized intelligence. *Journal of Educational Psychology*, 57, 253-270.
- Jacobs, C. & Petermann, F. (2003). Dyskalkulie - Forschungsstand und Perspektiven. *Kindheit und Entwicklung*, 12, 197-211.
- Jacobs, C. & Petermann, F. (2007). *Rechenstörungen*. Göttingen: Hogrefe.
- Jacobs, C. & Petermann, F. (2014). *Rechenfertigkeiten- und Zahlenverarbeitungs-Diagnostikum für die 2. bis 6. Klasse (RZD 2-6)* (2., veränd. Aufl). Göttingen: Hogrefe.
- Jacobs, C., Petermann, F. & Tischler, L. (2013). Rechenstörung. In F. Petermann (Hrsg.), *Lehrbuch der Klinischen Kinderpsychologie* (7., überarb. und erw. Aufl., S. 181-205). Göttingen: Hogrefe.
- Jäncke, L. (2013). Visuelle Wahrnehmung. In L. Jäncke (Hrsg.), *Kognitive Neurowissenschaften* (231-290). Bern: Huber.
- Jaščenoka, J. & Petermann, F. (2013). Umschriebene Entwicklungsstörungen der motorischen Funktionen. In F. Petermann (Hrsg.), *Lehrbuch der Klinischen Kinderpsychologie* (7., überarb. und erw. Aufl., S. 207-228). Göttingen: Hogrefe.
- Kadesjo, B. & Gillberg, C. (1998). Attention deficits and clumsiness in Swedish 7-year-old children. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 40, 796-804.
- Karadi, K., Kovac, B., Spzepesi, T., Szabo, I. & Kallai, J. (2001). Egocentric mental rotation in Hungarian dyslexic children. *Dyslexia*, 7, 3-11.
- Kastner, J., Lipsius, M., Hecking, M., Petermann, F., Petermann, U., Mayer, H. et al. (2011). Kognitive Leistungsprofile motorisch- und sprachentwicklungsverzögerter Vorschulkinder. *Kindheit und Entwicklung*, 20, 173-185.
- Kastner, J. & Petermann, F. (2009). Entwicklungsbedingte Koordinationsstörung. *Psychologische Rundschau*, 60, 73-81.
- Kastner, J. & Petermann, F. (2010). Entwicklungsbedingte Koordinationsstörungen: Zum Zusammenhang von motorischen und kognitiven Defiziten. *Klinische Pädiatrie*, 222, 26-34.

- Kavale, K. (1982). Meta-analysis of the relationship between visual perceptual skills and reading achievement. *Journal of Learning Disabilities, 15*, 42-51.
- Kerkhoff, G. (2002). Störungen der Visuellen Raumwahrnehmung und Raumkognition. In W. Hartje & K. Poeck (Hrsg.), *Klinische Neuropsychologie* (5. überarb. u. erw. Aufl., S. 316-333). Stuttgart: Thieme.
- Kerkhoff, G. (2006). Lehrbuch der Neuropsychologie. In H. O. Karnath & P. Thier (Hrsg.), *Störungen der Visuellen Raumorientierung* (Bd. 2, 177-184). Berlin: Springer.
- Kersting, M. & Althoff, K. (2004). *Rechtschreibungstests (RT)* (3., vollst. überarb. u. neu norm. Aufl.). Göttingen: Hogrefe.
- Kiese-Himmel, C. (2013). Förderung malerischer (bildnerischer) Aktivitäten von Kindergarten- und Vorschulkindern. *Kindheit und Entwicklung, 22*, 181-188.
- Kirton, A. & deVeber, G. (2009). Advances in perinatal ischemic stroke. *Pediatric Neurology, 40*, 205-214.
- Knauf, T., Kormann, P. & Umbach, S. (2006). *Wahrnehmung, Wahrnehmungsstörungen und Wahrnehmungsförderung im Grundschulalter*. Stuttgart: Kohlhammer.
- Knievel, J., Daseking, M. & Petermann, F. (2010). Kognitive Basiskompetenzen und ihr Einfluss auf die Rechtschreib- und Leseleistung. *Zeitschrift für Entwicklungspsychologie und Pädagogische Psychologie, 42*, 15-25.
- Knievel, J. & Petermann, F. (2008). Nichtsprachliche Lernstörung: Eine unspezifische oder richtungsweisende Klassifikation? *Kindheit und Entwicklung, 17*, 126-136.
- Koeda, T. & Takeshita, K. (1992). Visuo-perceptual impairment and cerebral lesions in spastic diplegia with perterm birth. *Brain and Development, 14*, 239-244.
- Krajewski, K. (2008). *Vorhersage von Rechenschwäche in der Grundschule* (2., korr. Aufl.). Hamburg: Verlag Dr. Kovac.
- Landerl, K. & Kaufmann, L. (2013). *Dyskalkulie* (2., aktualisierte Aufl.). München: Reinhardt.
- Landerl, K. & Moll, K. (2010). Comorbidity of learning disorders: prevalence and familial transmission. *Journal of Child Psychology and Psychiatry, 51*, 287-294.
- Larsen, S. C. & Hammill, D. D. (1975). The relationship of selected visual-perceptual abilities to school learning. *The Journal of Special Education, 9*, 281-291.
- Laugesaar, R., Kolk, A., Tomberg, T., Metsvaht, T., Lintrop, M., Varendi, H. et al. (2007). Acutely and retrospectively diagnosed perinatal stroke: a population-based study. *Stroke, 38*, 2234-2240.
- Lee, J., Croen, L. A., Backstrand, K. H., Yoshida, C. K., Henning, L. S. H., Lindan, C. et al. (2005). Maternal and infant characteristics associated with perinatal arterial stroke in the infant. *Journal of the American Medical Association, 293*, 723-729.

- Lenhard, W. & Schneider, W. (2006). *Ein Leseverständnistest für Erst- bis Sechstklässler (ELFE 1-6)*. Göttingen: Hogrefe.
- Leschnik, A. (2010). *Trainingsprogramm für Kinder mit visuellen Wahrnehmungsstörungen*. Dortmund: Verlag Modernes Lernen.
- Lonnemann, J., Linkersdörfer, J., Hasselhorn, M. & Lindberg, S. (2011). Neurokognitive Korrelate der Dyskalkulie. *Kindheit und Entwicklung*, 20, 13-20.
- Lorenz, J. H. (2005). Diagnostik mathematischer Basiskompetenzen im Vorschulalter. In M. Hasselhorn, H. Marx & W. Schneider (Hrsg.), *Diagnostik von Mathematikleistungen*. Göttingen: Hogrefe.
- Lukatela, G., Eaton, T., Lee, C. & Turvey, M. T. (2001). Does visual word identification involve a sub-phonemic level? *Cognition*, 78, B41-B52.
- Lynch, J. K. (2009). Epidemiology and classification of perinatal stroke. *Seminars in Fetal and Neonatal Medicine*, 14, 245-249.
- Mandich, A. & Polatajko, H. J. (2003). Developmental coordination disorder: Mechanisms, measurement and management. *Human Movement Science*, 22, 407-411.
- Maslow, P., Frostig, M., Lefever, D. W. & Whittlesey, J. R. B. (1964). Marianne Frostig Developmental Test of Visual Perception, 1963 standardization. *Perceptual and Motor Skills*, 19, 463-499.
- Melchers, P. & Melchers, M. (Hrsg.). (2015). *Kaufman Assessment Battery for Children - II (K-ABC-II). Deutschsprachige Fassung*. Frankfurt/Main: Pearson Assessment.
- Melchers, P. & Preuß, U. (Hrsg.). (1991). *K-ABC. Kaufman-Assessment Battery for Children*. Amsterdam: Swets & Zeitlinger.
- Milz, I. (2004). *Rechenschwächen erkennen und behandeln. Teilleistungsstörungen im mathematischen Denken neuropädagogisch betrachtet* (Bd. 6., völlig Neubearb. Aufl.). Dortmund: Borgmann.
- Mosterd-van der Meijjs, A. M. (2010). *Best-evidence based physiotherapy and occupational therapy intervention for children with developmental coordination disorder (DCD): a systematic review*. Thesis Master of Specialized Physical Therapy (MSPT), Avans⁺, Breda. Verfügbar unter: <http://www.kinderfysiotherapiemaasland.nl/2014/wp-content/uploads/2014/02/DCD.systematic-review.RianneMosterdvdMeijs.2010.pdf> [15.08.2015].
- Müller-Lyer, F. C. (1889). „Optische Urteilstäuschungen". *Archiv für Physiologie, Suppl.*, 263-270.
- Muth-Seidel, D. & Petermann, F. (2008). *Training für Kinder mit räumlich-konstruktiven Störungen*. Göttingen: Hogrefe.
- Nacke, A. (2005). *Ergotherapie bei Kindern mit Wahrnehmungsstörungen*. Stuttgart: Thieme.
- Ortibus, E. L., de Cock, P. P. & Lagae, L. G. (2011). Visual perception in preterm children: What are we currently measuring? *Pediatric Neurology*, 45, 1-10.
- Osterrieth, P. A. (1944). Le test de copie d'une figure complexe. *Archives de Psychologie*, 30, 206-356.

- Oswald, W. D. & Roth, E. (1987). *Der Zahlen-Verbindungs-Test (ZVT)* (2., überarb. u. erweit. Aufl.). Göttingen: Hogrefe.
- Pache, M., Weber, P., Klumpp, S., Gutzwiller, P. & Kaiser, H. J. (2004). Visuelle Funktionen bei Legasthenie. Ophthalmologische und neuropsychologische Befunde. *Ophthalmologie*, *101*, 907-913.
- Passolunghi, M. C., Mammarella, I. C. & Altoe, G. (2008). Cognitive abilities as precursors of the early acquisition of mathematical skills during first through second grades. *Developmental Neuropsychology*, *33*, 229-250.
- Petermann, F. (2006). Intelligenzdiagnostik. *Kindheit und Entwicklung*, *15*, 71-75.
- Petermann, F. (Hrsg.). (2009). *Movement Assessment Battery for Children-2 (M-ABC-2)*. Frankfurt/Main: Pearson Assessment.
- Petermann, F. (Hrsg.). (2011). *Wechsler Preschool and Primary Scale of Intelligence-III (dt. Version) (WPPSI-III)*. Frankfurt/Main: Pearson Assessment.
- Petermann, F. (Hrsg.). (2012). *Wechsler Adult Intelligence Scale - Fourth Edition (WAIS-IV)*. Frankfurt: Pearson Assessment.
- Petermann, F. (Hrsg.). (2014). *Wechsler Nonverbal Scale of Ability (WNV)*. Frankfurt, M.: Pearson.
- Petermann, F. & Daseking, M. (2012). *Zürcher Lesetest-II (ZLT-II)*. Bern: Huber.
- Petermann, F. & Daseking, M. (Hrsg.). (2009). *Fallbuch HAWIK-IV*. Göttingen: Hogrefe.
- Petermann, F., Knievel, J. & Tischler, L. (2010). *Nichtsprachliche Lernstörung*. Göttingen: Hogrefe.
- Petermann, F. & Lemcke, J. (2005). Ursachen und Diagnostik von Rechenstörungen im Kindesalter. *Monatsschrift Kinderheilkunde*, *153*, 981-989.
- Petermann, F. & Petermann, U. (2008). HAWIK-IV. *Kindheit und Entwicklung*, *17*, 71-75.
- Petermann, F. & Petermann, U. (Hrsg.). (2014). *Wechsler Intelligence Scale for Children - Fourth Edition (dt. Version) (WISC-IV)* (2. Aufl.). Frankfurt/Main: Pearson Assessment.
- Petermann, F., Waldmann, H.-C. & Daseking, M. (2013). *Frostigs Entwicklungstest der visuellen Wahrnehmung - Jugendliche und Erwachsene (FEW-JE)*. Göttingen: Hogrefe.
- Polatajko, H. J. & Mandich, A. (2008). *Ergotherapie bei Kindern mit motorischen Entwicklungsstörungen - der CO-OP-Ansatz*. Stuttgart: Thieme.
- Ratcliff, G. (1979). Spatial thought, mental rotation and the right hemisphere. *Neuropsychologia* *17*, 49-54.
- Rathenow, P., Vöge, J. & Laupenmühlen, D. (1980). *Westermann-Rechtschreibtest 6+ (WRT 6+)*. Göttingen: Hogrefe.
- Raven, J. (1958). *Advanced progressive matrices*. London: Lewis.
- Reinartz, A. & Reinartz, E. (Hrsg.). (1974). *Wahrnehmungstraining. Marianne Frostig Programm*. Dortmund: Crüwell.

- Reynolds, C. R., Pearson, N. A. & Voress, J. K. (2002). *Developmental Test of Visual Perception. Adolescent and Adult*. Austin, TX: PRO-ED.
- Rindermann, H. & Neubauer, A. C. (2004). Processing speed, intelligence, creativity, and school performance: Testing of causal hypotheses using structural equation models. *Intelligence*, 32, 573-589.
- Rosenkötter, H., Kühne, H., Kull, C. & Weyhreter, H. (2007). Umschriebene Entwicklungsstörungen der Wahrnehmung. „Umschriebene Entwicklungsstörungen“. In C. Fricke, C. Kretzschmar, H. Hollmann & R. G. Schmid (Hrsg.), *Qualität in der Sozialpädiatrie* (Bd. 2, S. 229-242). Altötting: Bundesarbeitsgemeinschaft Sozialpädiatrischer Zentren - RS Verlag.
- Rourke, B. P. (1989). *Nonverbal learning disabilities: The syndrome and the model*. New York: Guilford.
- Rourke, B. P. (Hrsg.). (1995). *Syndroms of nonverbal learning disabilities: Neurodevelopmental manifestations*. New York: Guilford.
- Rourke, B. P., Ahmad, S. A., Collins, D. W., Hayman-Abello, B. A., Hayman-Abello, S. E. & Warriner, E. M. (2002). Child clinical / Pediatric. Neuropsychology: Some recent advances. *Annual Review of Psychology*, 53, 309-339.
- Schneck, C. M. (2010). Visual Perception. In J. Case-Smith & J. C. O'Brian (Hrsg.), *Occupational Therapy for Children* (6th ed.). Maryland Heights (Missouri): Mosby Elsevier.
- Schneider, W., Schlagmueller, M. & Ennemoser, M. (2007). *Lesegeschwindigkeits- und Verständnistest für die Klassen 6-12 (LGVT)*. Göttingen: Hogrefe.
- Schneider, W. J. & McGrew, K. S. (2012). The Cattell-Horn-Carroll Theory of cognitive abilities. In D. P. Flanagan & P. L. Harrison (Hrsg.), *Contemporary intellectual assessment* (3rd ed., pp. 99-144). New York: Guilford.
- Schoemaker, M. M., Van der Vees, M., Flapper, B., Verheij-Jansen, N., Scholten-Jaegers, S. & Geuze, R. H. (2001). Perceptual skills of children with developmental coordination disorder. *Human Movement Science*, 20, 111-133.
- Schott, N. & Roncesvalles, N. (2004). Motorische Ungeschicklichkeit. Diagnose und Therapie. *Zeitschrift für Sportpsychologie*, 11, 147-162.
- Schulte-Körne, G. (2012). Diagnostik, Symptomatik und Ursachen der Lese-Rechtschreibstörung. *Nervenheilkunde*, 31, 524-529.
- Schulte-Körne, G. & Remschmidt, H. (2003). Legasthenie - Symptomatik, Diagnostik, Ursachen, Verlauf und Behandlung. *Deutsches Ärzteblatt*, 100, A396-A406.
- Schulzke, S., Weber, P., Luetsch, J. & Fahnenstich, H. (2005). Incidence and diagnosis of unilateral arterial cerebral infarction in newborn infants. *Journal of Perinatal Medicine*, 33, 170-175.
- Shin, M.-S., Park, S.-Y., Park, S.-R., Seol, S.-H. & Kwon, J. S. (2006). Clinical and empirical applications of the Rey-Osterrieth Complex Figure Test. *Nature Protocols*, 1, 892-899.

- Spearman, C. (1904). "General intelligence", objectively determined and measured. *American Journal of Psychology*, 15, 201-292.
- Steinbrink, C., Schwanda, S. & Vogt, K. (2008). Zusammenhänge zwischen kognitiven Variablen und Lese-Rechtschreibleistungen bei Erstklässlern mit Schwierigkeiten im Rechtschreiben. *Nervenheilkunde*, 27, 644-651.
- Stenneken, P., Egetemeir, J., Schulte-Körne, G., Müller, H. J., Schneider, W. X. & Finke, K. (2011). Slow perceptual processing at the core of developmental dyslexia: A parameter-based assessment of visual attention. *Neuropsychologia*, 49, 3454-3465.
- Stiers, P., van den Hout, B. M., Haers, M., Vanderkelen, R., de Vries, L. S., van Nieuwenhuizen, O. et al. (2001). The variety of visual perceptual impairments in pre-school children with perinatal brain damage. *Brain and Development*, 23, 333-348.
- Stiers, P., Vanderkelen, R., Vanneste, G., Coene, S., de Rammelaere, M. & Vandenbussche, E. (2002). Visual-perceptual impairment in a random sample of children with cerebral palsy. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 44, 370-382.
- Taubner, S., Munder, T., Unger, A. & Wolter, S. (2013). Wirksamkeitsstudien zu Frühen Hilfen in Deutschland. *Kindheit und Entwicklung*, 22, 232-243.
- Tewes, U. (1991). *Hamburg Wechsler Intelligenztest für Erwachsene - Revision (HAWIE-R)*. Göttingen: Huber.
- Tischler, L., Knievel, J., Jacobs, C. & Petermann, F. (2010). Zum Konzept der nichtsprachlichen Lernstörung. *Zeitschrift für Psychiatrie, Psychologie und Psychotherapie*, 58, 309-313.
- Tsai, C.-L., Wilson, P. H. & Wu, S. K. (2008). Role of visual-perceptual skills (non-motor) in children with developmental coordination disorder. *Human Movement Science*, 27, 649-664.
- Van den Hout, B. M., Stiers, P., Haers, M., van der Schouw, Y. T., Eken, P., Vandenbussche, E. et al. (2000). Relation between visual perceptual impairment and neonatal ultrasound diagnosis of haemorrhagic-ischaemic brain lesions in 5-year-old children. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 42, 376-386.
- Van Waelvelde, H., de Weerd, W., de Cock, P. & Smits-Engelsman, B. C. M. (2004). Association between visual perceptual deficits and motor deficits in children with developmental coordination disorder. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 46, 661-666.
- Warnke, A. (1999). Reading and spelling disorders: Clinical features and causes. *European Child and Adolescent Psychiatry*, 8, III/2-III/12.
- Warnke, A. & Baier, E. (2013). Umschriebene Lese-Rechtschreibstörung. In F. Petermann (Hrsg.), *Lehrbuch der Klinischen Kinderpsychologie* (7., überarb. und erw. Aufl., S. 189-206). Göttingen: Hogrefe.

- Warrington, E. K. & James, M. (1991). *Visual Object and Space Perception Battery*. Bury St. Edmunds: Thames Valley Test Company.
- Wasserman, J. D. (2012). A History of Intelligence Assessment: The Unfinished Tapestry. In D. P. Flanagan & P. L. Harrison (Hrsg.), *Contemporary intellectual assessment* (3rd ed., pp. 3-55). New York: Guilford.
- Weber, P., Pache, M., Kaiser, H. J. & Lütschg, J. (2002). Entwicklung und Entwicklungsstörungen der zentral-visuellen Wahrnehmung. *Monatsschrift Kinderheilkunde*, 150, 62-69.
- Wechsler, D. & Naglieri, J. A. (2006). *Wechsler nonverbal scale of ability (WNV). Technical and interpretive manual*. San Antonio: Harcourt Assessment.
- Werpup-Stüwe, L., Petermann, F. & Daseking, M. (2015). Der Einfluss von visuellen Wahrnehmungsleistungen auf die Ergebnisse in der Wechsler Nonverbal Scale of Ability (WNV). *Gesundheitswesen*, 77, 1-6.
- Werpup, L., Petermann, F. & Daseking, M. (2011). Schlaganfall im Kindes- und Jugendalter: Klinisches Bild, Versorgungssituation und elterliche Beanspruchung. *Aktuelle Neurologie*, 38, 68-74.
- Westmacott, R., Askalan, R., MacGregor, D., Anderson, P. & DeVeber, G. (2010). Cognitive outcome following unilateral arterial ischaemic stroke in childhood: effects of age at stroke and lesion location. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 52, 386-393.
- Williams, H. (1983). *Perceptual and motor development*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
- Wilson, P. H. (2005). Practitioner Review: Approaches to assessment and treatment of children with DCD: an evaluative review. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 46, 806-823.
- Wilson, P. H. & McKenzie, B. E. (1998). Information processing deficits associated with developmental coordination disorder: A meta-analysis of research findings. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 39, 829-840.
- Zihl, J. (2009). Visuoperzeptive und visuokognitive Störungen. In W. Sturm, M. Herrmann & T. F. Münte (Hrsg.), *Lehrbuch der klinischen Neuropsychologie* (2. Aufl., S. 513-529). Heidelberg: Spektrum.
- Zihl, J. & Priglinger, S. (2002). *Sehstörungen bei Kindern. Diagnostik und Frühförderung*. Wien: Springer.

Anhang

Anhang A: Zusätzliche Tabellen

Anhang B: Zusätzliche Abbildungen

Anhang C: Publikation 1

Anhang D: Publikation 2

Anhang E: Publikation 3

Anhang F: Publikation 4

Anhang G: Eigenleistung der Doktorandin

Anhang H: Eidesstattliche Erklärung

Anhang A: Zusätzliche Tabellen

Tabelle A 1: Prozentualer Anteil der Kinder mit visuellen Wahrnehmungsdefiziten

Skala/Untertest		SA (N = 28)	LRS (N = 35)	RS (N = 39)	MAK (N = 21)
Allgemeine visuelle Wahrnehmung	gesamt	46.4	20.0	48.7	42.9
	leicht	10.7	8.6	7.7	9.5
	mittel	10.7	2.9	17.9	9.5
	schwer	25.0	8.6	23.1	23.8
Motorik-reduzierte visuelle Wahrnehmung	gesamt	35.7	28.6	43.6	57.1
	leicht	10.7	14.3	7.7	28.6
	mittel	14.3	8.6	17.9	9.5
	schwer	10.7	5.7	17.9	19.0
Figur-Grund	gesamt	17.9	11.4	23.1	19.0
	leicht	14.3	5.7	12.8	4.8
	mittel	3.6	2.9	10.3	9.5
	schwer	0.0	2.9	0.0	4.8
Gestaltschließen	gesamt	17.9	22.9	33.3	28.6
	leicht	0.0	5.7	10.3	9.5
	mittel	7.1	8.6	5.1	0.0
	schwer	10.7	8.6	17.9	19.0
Formkonstanz	gesamt	21.4	5.7	30.8	33.3
	leicht	3.6	2.9	5.1	9.5
	mittel	7.2	2.9	5.1	9.5
	schwer	10.7	0.0	20.5	14.3
Visuo-motorische Integration	gesamt	60.7	22.9	41.0	42.9
	leicht	17.8	14.3	28.2	19.0
	mittel	14.3	2.9	5.1	9.5
	schwer	28.6	5.7	7.7	14.3
Abzeichnen	gesamt	35.7	25.7	33.3	52.4
	leicht	7.1	8.6	7.7	14.3
	mittel	10.7	17.1	20.5	9.5
	schwer	17.9	0.0	5.1	28.6
Visuo-motorische Suche	gesamt	35.7	11.4	28.2	19.0
	leicht	10.7	0.0	2.6	4.8
	mittel	14.3	8.6	17.9	4.8
	schwer	10.7	2.9	7.7	9.5
Visuo-motorische Geschwindigkeit	gesamt	39.3	8.6	7.7	9.5
	leicht	21.4	2.9	2.6	4.8
	mittel	10.7	5.7	5.1	4.8
	schwer	7.1	0.0	0.0	0.0

Anmerkungen: Angegeben wird der Prozentuale Anteil der Kinder, die aufgrund ihrer Leistungen im FEW-JE visuelle Wahrnehmungsdefizite aufweisen. **gesamt** Gesamtanteil aller Kinder, die visuelle Wahrnehmungsdefizite aufweisen (mind. -1 SD, Skalenwerte < 85, Wertpunkte in Untertests < 7) **leicht** Kinder, die leichte visuelle Wahrnehmungsdefizite aufweisen (-1 bis -1,5 SD, Skalenwerte 78 bis 85, Wertpunkte in Untertests 6 bis 7); **mittel** Kinder mit mittelschweren visuellen Wahrnehmungsdefiziten (-1,5 bis -2 SD, Skalenwerte 70 bis 78, Wertpunkte in Untertests 4 bis 6); **schwer** Kinder, bei denen schwere visuelle Wahrnehmungsdefizite vorliegen (ab -2 SD, Skalenwerte < 70, Wertpunkte in Untertests < 4).

Tabelle A 2: Statistischer Vergleich der visuellen Wahrnehmungsleistungen der Gruppen

	Durchschnittlicher Stichprobenrang				<i>H</i> (<i>df</i> = 3)	<i>p</i>
	SA (<i>N</i> = 28)	LRS (<i>N</i> = 35)	RS (<i>N</i> = 39)	MAK (<i>N</i> = 21)		
Allgemeine visuelle Wahrnehmung	60.0	76.6	53.7	55.8	8.776	.032
Motorik-reduzierte visuelle Wahrnehmung	67.0	71.7	52.1	57.5	6.463	.091
Figur-Grund	67.9	68.4	51.1	63.6	5.666	.129
Gestaltschließen	71.9	62.6	56.5	58.0	3.402	.334
Formkonstanz	69.0	74.8	48.8	56.0	11.695	.009
Visuo-motorische Integration	50.8	75.9	60.8	55.9	8.739	.033
Abzeichnen	60.3	73.9	61.5	45.5	8.571	.036
Visuo-motorische Suche	60.9	71.5	56.9	57.1	3.760	.289
Visuo-motorische Geschwindigkeit	39.0	70.5	71.0	61.7	16.286	.001

Anmerkungen: *df* = Freiheitsgrade, *H* = nonparametrische Teststatistik nach Kruskal-Wallis, LRS = Lese-Rechtschreibstörung, MAK = motorisch auffällige Kinder, *N* = Stichprobengröße, *p* = Signifikanzwert, RS = Rechenstörung, SA = Schlaganfall.

Tabelle A 3: Paarweise Vergleiche der Leistungen in der Skala „Allgemeine visuelle Wahrnehmung“

Verglichene Gruppen	Teststatistik	Standardfehler	<i>z</i>	<i>p</i>
RS - MAK	0.242	9.644	0.025	1.000
RS - SA	-4.426	8.826	-0.502	1.000
RS - LRS	21.094	8.296	2.543	.066
MAK - SA	-4.185	10.285	-0.407	1.000
MAK - LRS	20.852	9.835	2.120	.204
SA - LRS	16.6689	9.034	1.845	.390

Anmerkungen: *p* = angepasste Signifikanz, LRS = Lese-Rechtschreibstörung, MAK = motorisch auffällige Kinder, RS = Rechenstörung, SA = Schlaganfall, Teststatistik = Differenz der mittleren Stichprobenränge der jeweiligen verglichenen Gruppen, *z* = standardisierte Teststatistik (Quotient aus Teststatistik und Standardfehler).

Tabelle A 4: Paarweise Vergleiche der Leistungen in der Skala „Visuo-motorische Integration“

Verglichene Gruppen	Teststatistik	Standardfehler	<i>z</i>	<i>p</i>
SA - MAK	5.089	10.279	0.495	1.000
SA - RS	9.968	8.820	1.130	1.000
SA - LRS	25.061	9.028	2.776	.033
MAK - RS	-4.879	9.637	-0.506	1.000
MAK - LRS	19.971	9.828	2.032	.263
RS - LRS	15.092	8.290	1.820	.412

Anmerkungen: *p* = angepasste Signifikanz, LRS = Lese-Rechtschreibstörung, MAK = motorisch auffällige Kinder, RS = Rechenstörung, SA = Schlaganfall, Teststatistik = Differenz der mittleren Stichprobenränge der jeweiligen verglichenen Gruppen, *z* = standardisierte Teststatistik (Quotient aus Teststatistik und Standardfehler).

Tabelle A 5: Paarweise Vergleiche der Leistungen im Untertest „Abzeichnen“

Verglichene Gruppen	Teststatistik	Standardfehler	z	p
MAK - SA	-14.869	10.240	-1.452	.879
MAK - RS	-15.996	9.601	-1.666	.574
MAK - LRS	28.433	9.791	2.904	.022
SA - RS	1.127	8.787	0.128	1.000
SA - LRS	13.564	8.994	1.508	.789
RS - LRS	12.437	8.259	1.506	.793

Anmerkungen: **p** angepasste Signifikanz, **LRS** = Lese-Rechtschreibstörung, **MAK** = motorisch auffällige Kinder, **RS** = Rechenstörung, **SA** = Schlaganfall, **Teststatistik** = Differenz der mittleren Stichprobenränge der jeweiligen verglichenen Gruppen, **z** standardisierte Teststatistik (Quotient aus Teststatistik und Standardfehler).

Tabelle A 6: Paarweise Vergleiche der Leistungen im Untertest „Visuo-motorische Geschwindigkeit“

Verglichene Gruppen	Teststatistik	Standardfehler	z	p
SA - MAK	22.702	10.231	2.219	.159
SA - LRS	31.464	8.986	3.502	.003
SA - RS	31.964	8.778	3.641	.002
MAK - LRS	8.762	9.782	0.896	1.000
MAK - RS	-9.262	9.592	-0.966	1.000
LRS - RS	-0.500	8.252	-0.061	1.000

Anmerkungen: **p** angepasste Signifikanz, **LRS** = Lese-Rechtschreibstörung, **MAK** = motorisch auffällige Kinder, **RS** = Rechenstörung, **SA** = Schlaganfall, **Teststatistik** = Differenz der mittleren Stichprobenränge der jeweiligen verglichenen Gruppen, **z** standardisierte Teststatistik (Quotient aus Teststatistik und Standardfehler).

Tabelle A 7: Paarweise Vergleiche der Leistungen im Untertest „Formkonstanz“

Verglichene Gruppen	Teststatistik	Standardfehler	z	p
RS - MAK	7.220	9.589	0.753	1.000
RS - SA	-20.261	8.775	-2.309	.126
RS - LRS	26.001	8.248	3.152	.010
MAK - SA	-13.042	10.227	-1.275	1.000
MAK - LRS	18.781	9.779	1.921	.329
SA - LRS	5.739	8.982	0.639	1.000

Anmerkungen: **p** angepasste Signifikanz, **LRS** = Lese-Rechtschreibstörung, **MAK** = motorisch auffällige Kinder, **RS** = Rechenstörung, **SA** = Schlaganfall, **Teststatistik** = Differenz der mittleren Stichprobenränge der jeweiligen verglichenen Gruppen, **z** standardisierte Teststatistik (Quotient aus Teststatistik und Standardfehler).

Tabelle A 8: Paarweise Vergleiche der Leistungen im Gesamt-IQ

Verglichene Gruppen	Teststatistik	Standardfehler	z	p
RS - SA	-19.006	7.323	-2.595	.028
RS - LRS	-24.624	6.883	-3.577	.001
LRS - SA	5.618	7.496	0.749	1.000

Anmerkungen: **p** angepasste Signifikanz, **LRS** = Lese-Rechtschreibstörung, **RS** = Rechenstörung, **SA** = Schlaganfall, **Teststatistik** = Differenz der mittleren Stichprobenränge der jeweiligen verglichenen Gruppen, **z** standardisierte Teststatistik (Quotient aus Teststatistik und Standardfehler).

Tabelle A 9: Paarweise Vergleiche der Leistungen im Index „Sprachverständnis“

Verglichene Gruppen	Teststatistik	Standardfehler	z	p
RS - SA	-28.116	7.315	-3.844	.000
RS - LRS	-22.081	6.876	-3.211	.004
LRS - SA	-6.036	7.487	-0.804	1.000

Anmerkungen: **p** angepasste Signifikanz, **LRS** = Lese-Rechtschreibstörung, **RS** = Rechenstörung, **SA** = Schlaganfall, **Teststatistik** = Differenz der mittleren Stichprobenränge der jeweiligen verglichenen Gruppen, **z** standardisierte Teststatistik (Quotient aus Teststatistik und Standardfehler).

Tabelle A 10: Paarweise Vergleiche der Leistungen im Index „Wahrnehmungsgebundenes logisches Denken“

Verglichene Gruppen	Teststatistik	Standardfehler	z	p
RS - SA	-15.074	7.313	-2.061	.118
RS - LRS	-21.567	6.874	-3.137	.005
LRS - SA	6.493	7.486	0.867	1.000

Anmerkungen: **p** angepasste Signifikanz, **LRS** = Lese-Rechtschreibstörung, **RS** = Rechenstörung, **SA** = Schlaganfall, **Teststatistik** = Differenz der mittleren Stichprobenränge der jeweiligen verglichenen Gruppen, **z** standardisierte Teststatistik (Quotient aus Teststatistik und Standardfehler).

Tabelle A 11: Paarweise Vergleiche der Leistungen im Index „Verarbeitungsgeschwindigkeit“

Verglichene Gruppen	Teststatistik	Standardfehler	z	p
RS - SA	7.462	7.292	1.023	.918
RS - LRS	14.302	6.855	2.086	.111
LRS - SA	-21.764	7.465	-2.916	.011

Anmerkungen: **p** angepasste Signifikanz, **LRS** = Lese-Rechtschreibstörung, **RS** = Rechenstörung, **SA** = Schlaganfall, **Teststatistik** = Differenz der mittleren Stichprobenränge der jeweiligen verglichenen Gruppen, **z** standardisierte Teststatistik (Quotient aus Teststatistik und Standardfehler).

Tabelle A 12: Paarweise Vergleiche der Leistungen im Untertest „Wortschatztest“

Verglichene Gruppen	Teststatistik	Standardfehler	z	p
RS - MAK	8.141	9.663	0.843	1.000
RS - SA	-33.752	8.703	-3.878	.001
RS - LRS	-24.216	8.180	-2.960	.018
MAK - SA	-41.893	10.286	-4.073	.000
MAK - LRS	-32.357	9.848	-3.286	.006
SA - LRS	9.536	8.908	1.070	1.000

Anmerkungen: **p** angepasste Signifikanz, **LRS** = Lese-Rechtschreibstörung, **MAK** = motorisch auffällige Kinder, **RS** = Rechenstörung, **SA** = Schlaganfall, **Teststatistik** = Differenz der mittleren Stichprobenränge der jeweiligen verglichenen Gruppen, **z** standardisierte Teststatistik (Quotient aus Teststatistik und Standardfehler).

Tabelle A 13: Paarweise Vergleiche der Leistungen im Untertest „Matrizentest“

Verglichene Gruppen	Teststatistik	Standardfehler	<i>z</i>	<i>p</i>
RS - MAK	4.269	9.582	0.446	1.000
RS - SA	-23.710	8.769	-2.704	.041
RS - LRS	15.731	8.243	1.908	.338
MAK - SA	-19.440	10.220	-1.902	.343
MAK - LRS	-11.462	9.772	-1.173	1.000
SA - LRS	7.979	8.976	0.889	1.000

Anmerkungen: *p* angepasste Signifikanz, **LRS** = Lese-Rechtschreibstörung, **MAK** = motorisch auffällige Kinder, **RS** = Rechenstörung, **SA** = Schlaganfall, **Teststatistik** = Differenz der mittleren Stichprobenränge der jeweiligen verglichenen Gruppen, *z* standardisierte Teststatistik (Quotient aus Teststatistik und Standardfehler).

Anhang B: Zusätzliche Abbildungen

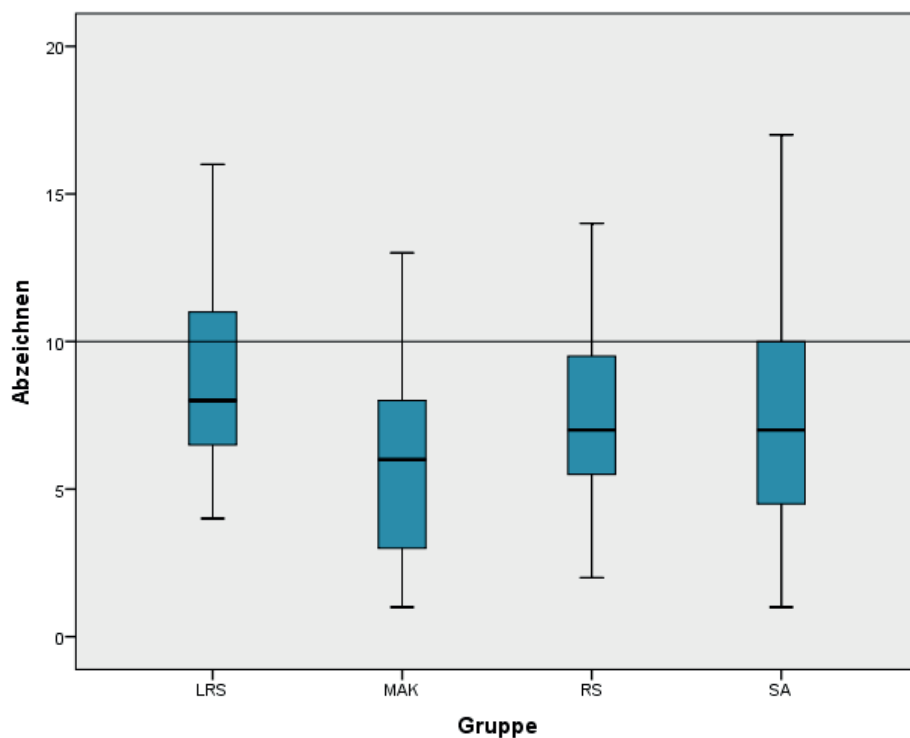


Abbildung A 1: Gruppenspezifische Verteilungen der Leistungen im Untertest „Abzeichnen“.

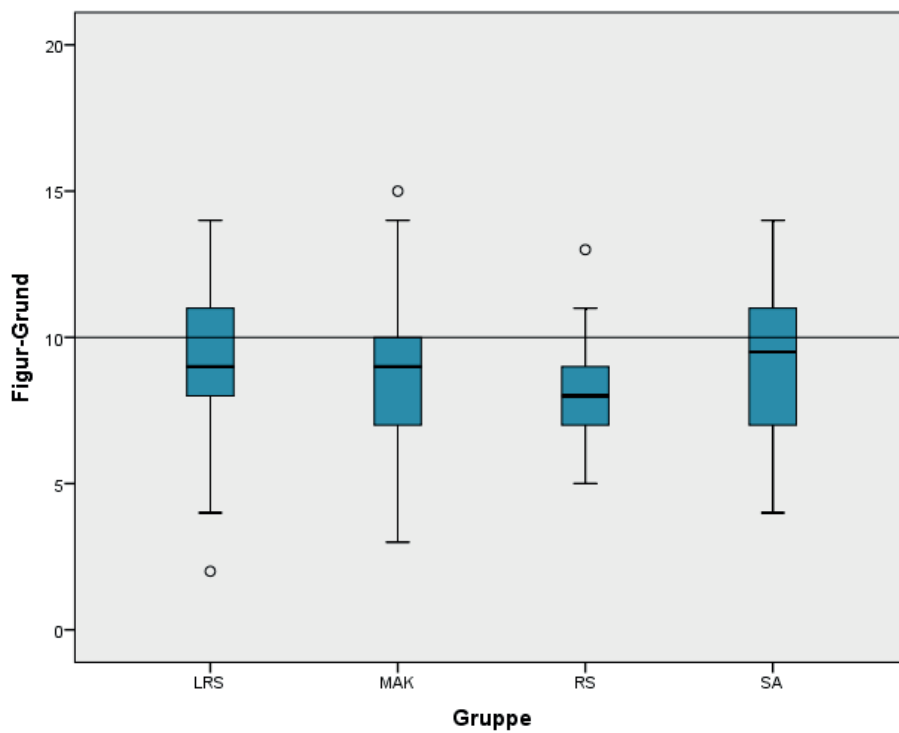


Abbildung A 2: Gruppenspezifische Verteilungen der Leistungen im Untertest „Figur-Grund“.

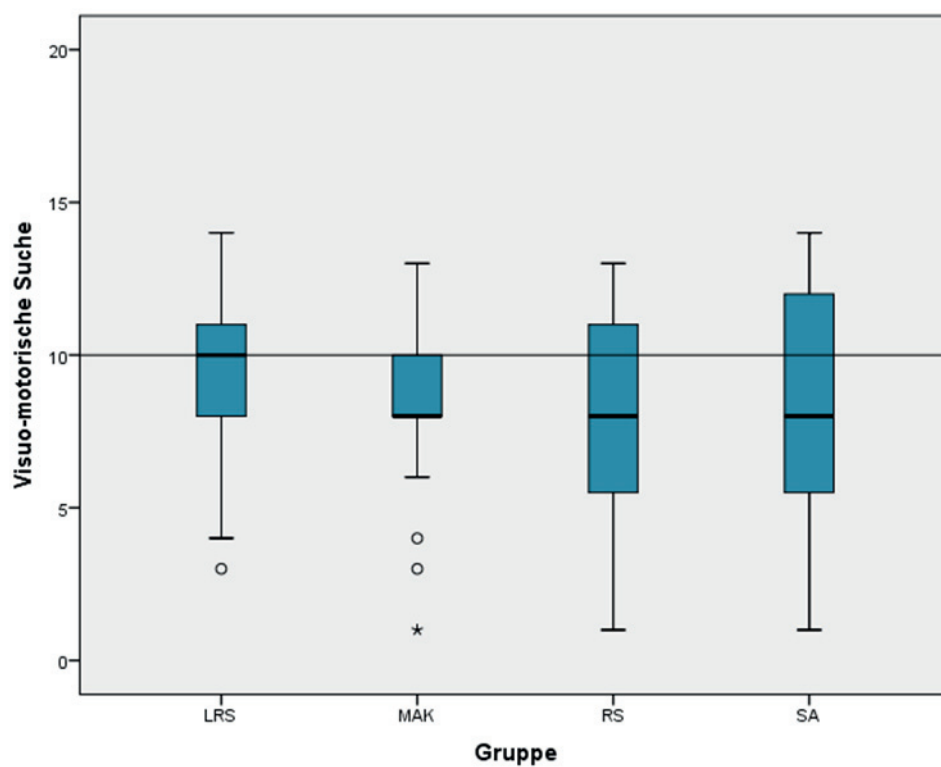


Abbildung A 3: Gruppenspezifische Verteilungen der Leistungen im Untertest „Visuo-motorische Suche“.

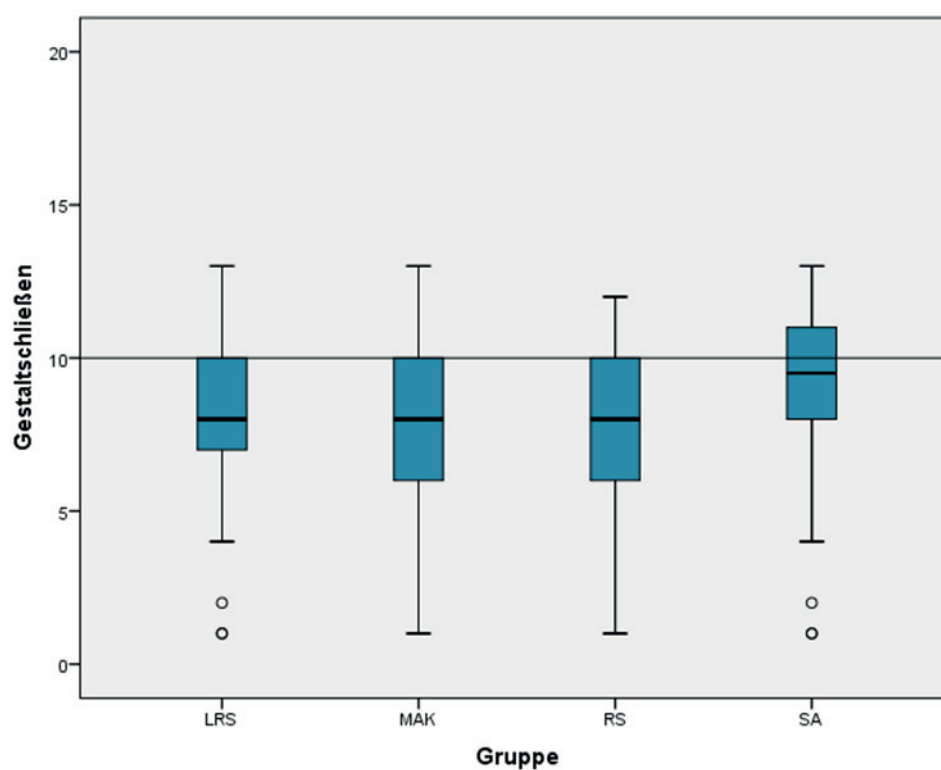


Abbildung A 4: Gruppenspezifische Verteilungen der Leistungen im Untertest „Gestaltschließen“.

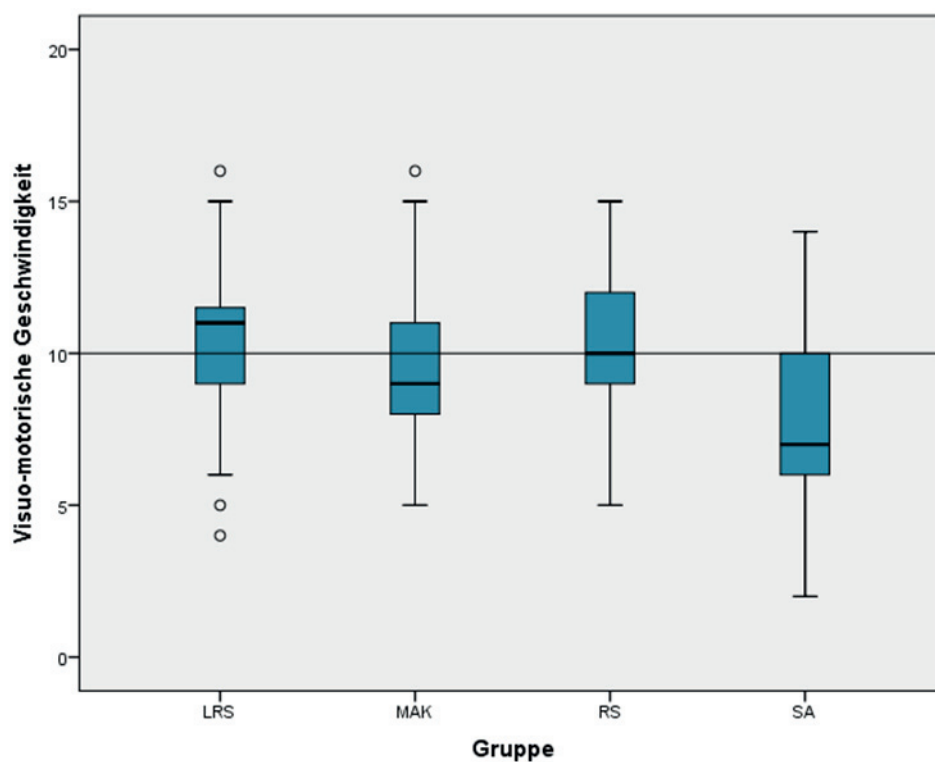


Abbildung A 5: Gruppenspezifische Verteilungen der Leistungen im Untertest „Visuo-motorische Geschwindigkeit“.

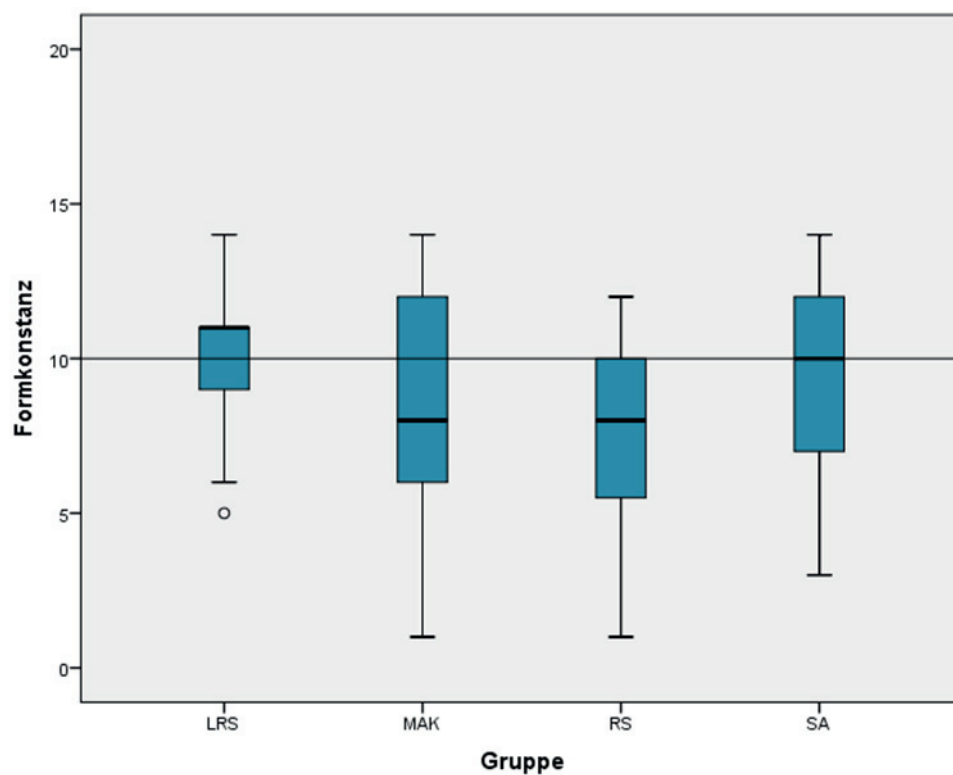


Abbildung A 6: Gruppenspezifische Verteilungen der Leistungen im Untertest „Formkonstanz“.

Anhang C: Publikation 1

Werpup-Stüwe, L., Petermann, F. & Daseking, M. (2014). Visuelle Wahrnehmungsstörungen nach kindlichen Schlaganfällen. *Monatsschrift Kinderheilkunde*, 162, 1018-1025.

Anmerkung: Aus vertragsrechtlichen Gründen kann die oben genannte Publikation an dieser Stelle leider nicht abgedruckt werden.

Anhang D: Publikation 2

Werpup-Stüwe, L. & Petermann, F. (2015). Visuelle Wahrnehmungsleistungen bei Kindern mit Leserechtschreibstörung. *Zeitschrift für Kinder- und Jugendpsychiatrie und Psychotherapie*, 43, 195-205.

Anmerkung: Aus vertragsrechtlichen Gründen kann die oben genannte Publikation an dieser Stelle leider nicht abgedruckt werden

Anhang E: Publikation 3

Werpup-Stüwe, L. & Petermann, F. (eingereicht). Visuelle Wahrnehmungsdefizite bei Kindern mit Rechenstörungen. *Zeitschrift für Entwicklungspsychologie und Pädagogische Psychologie*.

Anmerkung: Aus vertragsrechtlichen Gründen kann die oben genannte Publikation an dieser Stelle leider nicht abgedruckt werden

Anhang F: Publikation 4

Werpup-Stüwe, L. & Petermann, F. (2015). Visuelle Wahrnehmungsleistungen bei motorisch auffälligen Kindern - eine Pilotstudie. *Praxis der Kinderpsychologie und Kinderpsychiatrie*, 64, 601-614.

Anmerkung: Aus vertragsrechtlichen Gründen kann die oben genannte Publikation an dieser Stelle leider nicht abgedruckt werden

Anhang G: Eigenleistung der Doktorandin

Die vorliegende Dissertation wurde von Dipl.-Psych. Lina Werpup-Stüwe unter Bezugnahme auf § 6 der Promotionsordnung der Universität Bremen für die Verleihung des Grades Dr. rer. nat. im Fachbereich 11 vom 6. Juni 2011 verfasst. Die kumulative Dissertation besteht aus vier Artikeln. Drei der vier Artikel sind von nationalen Fachzeitschriften zum Druck angenommen worden; ein Artikel ist zur Begutachtung eingereicht. Alle Publikationen liegen in der Erstautorenschaft der Kandidatin.

Die Eigenleistung der Doktorandin und Verfasserin dieser Dissertationsschrift an den Arbeitsschritten der verwendeten Publikationen wird in Tabelle A 14 in vier Abstufungen beschrieben: Die Doktorandin übernahm die Arbeitsschritte im Publikationsprozess entweder *vollständig* (Übernahme aller Arbeitsschritte), *überwiegend* (Übernahme der Hauptarbeitsschritte) *gleichwertig* mit den an der Publikation beteiligten Personen oder *in Teilen* (teilweise Übernahme der Arbeitsschritte).

Der Arbeitsschritt *Konzeption* beinhaltet die Themenfindung und Planung der Publikation. Die Sichtung und Auswahl der Fachliteratur ist unter dem Punkt *Literaturrecherche* zusammengefasst. Der Arbeitsschritt der *Datenerhebung* umfasst die Rekrutierung der Stichprobe und die Anwendung der eingesetzten Erhebungsverfahren ebenso wie den Probandenkontakt und die Mitteilung der Ergebnisse nach Abschluss der einzelnen Studienphasen. Die weiteren Schritte der Datenaufbereitung und Durchführung der statistischen Analyseverfahren sind unter dem Punkt der *Datenauswertung* zusammengefasst. Die anschließende *Interpretation* beschreibt die inhaltliche Einordnung der Ergebnisse. Im Arbeitsschritt *Manuskripterstellung* wurden letztlich die Inhalte für die Publikation aufbereitet. Die Überarbeitung des Manuskripts im laufenden Peer-Review-Verfahren findet sich unter dem Punkt *Revision*.

Tabelle A 14: Darstellung der Eigenleistung der Doktorandin an den im Veröffentlichungsprozess durchgeführten Arbeitsschritten der dieser Dissertationsschrift zugrundeliegenden Publikationen

Arbeitsschritt	Publikation 1	Publikation 2	Publikation 3	Publikation 4
Konzeption	gleichwertig	überwiegend	überwiegend	überwiegend
Literaturrecherche	gleichwertig	vollständig	vollständig	vollständig
Datenerhebung	teilweise	vollständig	vollständig	vollständig
Datenauswertung	gleichwertig	überwiegend	vollständig	vollständig
Interpretation	vollständig	vollständig	vollständig	vollständig
Manuskripterstellung	überwiegend	vollständig	überwiegend	vollständig
Revision	überwiegend	überwiegend	überwiegend	gleichwertig

Die Autorin der vorliegenden Dissertationsschrift, Dipl.-Psych. Lina Werpup, sowie ihre Co-Autoren der Publikationen, Prof. Dr. Franz Petermann und PD Dr. Monika Daseking, stimmen im Folgenden mit ihrer

Unterschrift der in Tabelle A 14 vorgenommenen Darstellung der Eigenleistungen zu. Die Co-Autoren geben weiterhin ihr Einverständnis für die Verwendung der Publikationen im Promotionsverfahren der Doktorandin.

Bremen, Oktober 2015

Prof. Dr. Franz Petermann (im Original gezeichnet)

PD Dr. Monika Daseking (im Original gezeichnet)

Dipl.-Psych. Lina Werpup (im Original gezeichnet)

Anhang H: Eidesstattliche Erklärung

Hiermit erklärt die Doktorandin und Verfasserin dieser kumulativen Dissertationsschrift, Dipl.-Psych. Lina Werpup, dass sie die vorliegende Schrift selbstständig und ohne unerlaubte Hilfe angefertigt hat. Es wurden nur die benannten Quellen und Hilfsmittel verwendet. Das aus fremden Quellen wörtlich oder inhaltlich übernommene Gedankengut wurde als solches kenntlich gemacht.

Die vorliegende Arbeit wurde bisher weder national noch international in gleicher oder ähnlicher Form als Prüfungsleistung vorgelegt.

Bremen, Oktober 2015

Lina Werpup (im Original gezeichnet)

Dipl.-Psych. Lina Werpup