

Evaluation eines Therapieprogramms für Kinder mit entwicklungsbedingten räumlich-konstruktiven Störungen

Dissertation zur Erlangung der Würde des Doktors der Philosophie
am Fachbereich Psychologie der Universität Hamburg

vorgelegt von

Anne Schroeder

Hamburg, 2010

Dissertationsgutachter: Prof. Dr. Paul Probst
Prof. Dr. Georg Kerkhoff

Disputationsgutachter: Prof. Dr. Heinrich Berbalk
Prof. Dr. Steffen Moritz

Tag der mündlichen Prüfung: 30.06.2010

Zusammenfassung

Theoretischer Hintergrund und Fragestellung: Räumlich-konstruktive Störungen werden im Kindesalter häufig in Verbindung mit Entwicklungsstörungen beobachtet. Sie stellen ein Risikofaktor für das Ausbilden von Rechenstörungen dar. Es wurde ein Therapieprogramm für jüngere Kinder entwickelt und evaluiert. Das Therapieprogramm beinhaltet Elemente der räumlichen Wahrnehmung, Vorstellung, Konstruktion und Orientierung unter Einbezug metakognitiver Strategien.

Methode: Im Rahmen einer Pilotstudie erhielten 15 Kinder im Alter von 5-11 Jahren (IQ > 70) mit klinisch relevanten räumlich-konstruktiven Störungen, die nicht auf erworbene Schädigungen des Gehirns zurückzuführen waren, eine Einzeltherapie über durchschnittlich 20 Stunden. Sie wurden zu fünf Zeitpunkten hinsichtlich ihrer visuell-räumlichen Fähigkeiten, exekutiven Funktionen und Aufmerksamkeit sowie Rechenfertigkeiten untersucht.

Ergebnisse: Einfaktorielle Varianzanalysen mit Messwiederholungen sowie Paarvergleiche anhand von t-Test ergaben signifikante Effekte im räumlich-konstruktiven Bereich und dem visuell-räumlichen Gedächtnis mit großen Effektstärken. Der Therapieeffekt erwies sich als spezifisch und mittelfristig stabil. Es konnte ein Transfer auf eine verbesserte Vorstellung des Zahlenraumes nachgewiesen werden, nicht aber auf allgemeine Rechen- und Alltagsfertigkeiten. Die Therapiezufriedenheit der Kinder, Eltern und Therapeuten war hoch.

Diskussion: Das vorliegende Therapieprogramm hat sich als geeignet erwiesen, entwicklungsbedingte räumlich-konstruktive Störungen bei Kindern zu normalisieren.

Abstract

Background: Constructional disorders are often discussed in connection with several developmental disorders. This disorder is often linked to dyscalculia. In order to improve visual constructional abilities in young children and to reduce the risk of dyscalculia, a training program was developed and evaluated. The program aims to improve spatial perception, imagery, construction and orientation with the help of individual metacognitive skills.

Methods: 15 children (5-11 years) with severe visual constructional disorders, an IQ higher than 70 and without acquired brain damage participated in the program for on average 20 hours of individual therapy. The children were assessed for their spatial abilities, attention, executive functions and arithmetic skills. Data was collected at 5 fixed time points.

Results: One-way analysis of variance with repeated measures and paired comparisons with t-tests revealed significant and specific training effects in spatial construction, and visual-spatial memory with high effect sizes. The effects remained stable. A transfer to basic mathematical skills such as placing numbers on an analogue number line could be identified. Parents reported no transfer to every-day skills. The program was overall rated well by children, parents and therapists.

Discussion: The developed program has proven successful in normalizing visual constructional disabilities in young children.

Danksagung

An erster Stelle möchte ich mich bei meinem Betreuer, Herrn Prof. Dr. Paul Probst, für die wertvolle Unterstützung bedanken. Er war jeder Zeit zu intensiven und anregenden Diskussionen bereit. Herrn Prof. Dr. Georg Kerkhoff möchte ich für seine spontane Bereitschaft zur Unterstützung danken. Seine fachlichen Hinweise waren in den verschiedenen Phasen der Studie hilfreich und wertvoll. Bei Herrn Prof. Dr. Josef Zihl möchte ich mich für die wertvollen Kommentare zu meinem Exposé bedanken.

Darüber hinaus möchte ich mich ausdrücklich bei Herrn Dr. Christian Fricke für die unkomplizierte Unterstützung in der Durchführung der Studie im Rahmen des Werner Otto Instituts bedanken. Mein Dank gilt auch meinen beiden Kolleginnen, Frau Lindemann-Totsche und Frau Karen Otzen, die mich engagiert bei der Durchführung der Studie unterstützt haben.

Ganz besonderem Dank gilt den teilgenommenen Kindern und Eltern, die nicht nur ihre Zeit zur Verfügung stellten, sondern auch durch ihre erfrischenden Ideen die Studie bereicherten.

Eine Reihe von Personen haben die Eltern betroffener Kinder dazu ermuntert, an dieser Studie teilzunehmen: Die Mitarbeiter des Werner Otto Instituts, Frau Engelke, Frau Röder und Frau Blume-Werry. Ihnen allen gilt mein Dank.

Schließlich möchte ich mich persönlich bei meinen Freunden bedanken, die mich in sozialer Hinsicht ermuntert und unterstützt haben.

Hamburg, im März 2010

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung/ Abstract	3
Einleitung	11
1 Theoretischer Hintergrund	13
1.1 Definition und Phänomenologie räumlich-konstruktiver Störungen.....	13
1.1.1 Neuropsychologische Definitionen.....	13
1.1.2 Räumlich-konstruktive Störungen bei Kindern.....	21
1.1.3 Das Konzept der Nonverbal Learning Disabilities.....	26
1.2 Prävalenz räumlich-konstruktiver Störungen.....	31
1.2.1 Prävalenz bei pränatalen Schädigungen des Gehirns.....	31
1.2.2 Prävalenz bei perinatalen Schädigungen des Gehirns.....	34
1.2.3 Prävalenz bei postnatalen Schädigungen des Gehirns.....	36
1.3 Ätiologie räumlich-konstruktiver Störungen.....	36
1.4 Die Entwicklung visuell-räumlicher Fähigkeiten.....	39
1.4.1 Der Raum und seine Struktur.....	39
1.4.2 Räumliche Fähigkeiten aus psychometrischer Perspektive.....	40
1.4.3 Die Entwicklung der räumlichen Perzeption und Kognition.....	41
1.4.4 Die Entwicklung der Fähigkeit zur Imagery.....	44
1.4.5 Die Entwicklung des visuell-räumlichen Arbeitsgedächtnisses.....	46
1.4.6 Sprechen über den Raum.....	50
1.4.6.1 Psycholinguistische Aspekte räumlicher Fähigkeiten.....	50
1.4.6.2 Die Entwicklung der Fähigkeit, über den Raum zu sprechen.....	53
1.4.7 Die Entwicklung der zeichnerischen Fähigkeiten.....	55
1.4.7.1 Das freie Zeichnen.....	55
1.4.7.2 Das Zeichnen geometrischer Figuren.....	58
1.4.7.3 Zeichnerische Fähigkeiten bei Kindern mit räumlich-konstruktiven Störungen.....	61
1.5 Die Bedeutung räumlich-konstruktiver Störungen für den Erwerb schulischer Fertigkeiten.....	63
1.5.1 Auswirkungen auf den Erwerb arithmetischer Fertigkeiten.....	63
1.5.1.1 Prädiktoren für Rechenstörungen.....	64
1.5.1.2 Rechenstörungen aus neuropsychologischer Perspektive.....	66
1.5.2 Auswirkungen auf den Erwerb der Schriftsprache.....	72
1.5.3 Auswirkungen auf den Erwerb von naturwissenschaftlichen Fächern.....	73

1.6	Therapie- und Förderansätze räumlich-konstruktiver Fähigkeiten.....	73
1.6.1	Förderansätze bei gestörten visuell-räumlichen Funktionen.....	74
1.6.1.1	Das Wahrnehmungstraining von Marianne Frostig.....	74
1.6.1.2	Die sensorische Integrationstherapie von Jean Ayres.....	78
1.6.1.3	Neuropsychologische Therapieansätze.....	82
1.6.1.4	Förderung der mentalen Rotation.....	88
1.6.1.5	Förderung der räumlich-topografischen Orientierung.....	89
1.6.1.6	Therapeutische Ansätze für Kindern mit Nonverbal Learning Disabilities.....	90
1.6.2	Allgemeine Förderansätze visuell-räumlicher Funktionen.....	91
1.6.2.1	Psychomotorische Förderung der räumlichen Wahrnehmung.....	92
1.6.2.2	Förderung der zeichnerischen Fähigkeiten.....	93
1.6.2.3	Kurrikulare räumlich-konstruktive Förderung.....	94
1.6.2.4	Förderung über Computerspiele.....	95
1.6.2.5	Förderung über metakognitive Strategien.....	99
1.7	Zusammenfassung des Forschungsstandes.....	102
2	Entwicklung eines Therapieprogramms und Hypothesen zu dessen Evaluation.....	104
2.1	Konzeption eines Therapieprogramms für Kinder mit räumlich-konstruktiven Störungen.....	104
2.1.1	Theoretische Überlegungen zur Konzeption.....	104
2.1.2	Beschreibung des Therapieprogramms.....	106
2.1.3	Erprobung und Modifikation des Therapieprogramms in einer Vorstudie.....	108
2.2	Hypothesen zur Evaluation des Therapieprogramms.....	111
3	Methode.....	115
3.1	Stichprobe.....	115
3.1.1	Ein- und Ausschlusskriterien für die Stichprobe.....	115
3.1.2	Rekrutierung der Stichprobe.....	116
3.1.3	Erhebungsinstrumente zur Anamnese und allgemeinen Beschreibung der Stichprobe.....	117
3.1.4	Allgemeine Beschreibung der Stichprobe.....	118
3.1.5	Erhebungsinstrumente zur Erfassung der visuell-räumlichen Fähigkeiten.....	121
3.1.6	Beschreibung der Stichprobe hinsichtlich visuell-räumlicher Fähigkeiten.....	127
3.1.7	Erhebungsinstrumente zur Erfassung komorbider Störungen.....	134
3.1.8	Beschreibung der Stichprobe hinsichtlich komorbider Störungen.....	137
3.1.9	Einzelfallbezogene Beschreibung der Stichprobe.....	143

3.2	Studiendesign.....	145
3.3	Erhebungsinstrumente der Therapieevaluation.....	146
3.4	Interventionsmethode.....	148
3.5	Durchführung der Studie.....	148
3.6	Qualitative Auswertung der Prozessevaluation.....	150
3.7	Statistische Auswertung.....	150
4	Ergebnisse.....	154
4.1	Prozessevaluation.....	154
4.1.4	Evaluation der Programmdurchführung.....	154
4.1.4.1	Durchführung des Therapieprogramms.....	154
4.1.4.2	Bewertung der Programmziele.....	155
4.1.4.3	Bewertung der Durchführbarkeit unter Alltagsbedingungen.....	156
4.1.4.4	Akzeptanz und Zufriedenheit.....	157
4.1.1	Einzelfallanalysen.....	159
4.1.1.1	Darstellung eines Therapieverlaufs: Mascha.....	160
4.1.1.2	Klinische Signifikanz.....	166
4.1.1.3	Neben- und Folgewirkungen.....	167
4.1.2	Wirkmodell.....	174
4.1.3	Programmreichweite.....	178
4.2	Ergebnisevaluation.....	180
4.2.1	Ergebnisse zu Hypothese 1: Verringerung der räumlich-konstruktiven Störung.....	180
4.2.2	Ergebnisse zu Hypothese 2: Transfer.....	184
4.2.3	Ergebnisse zu Hypothese 3: Verbesserung der räumlich-perzeptiven Fähigkeiten....	189
4.2.4	Ergebnisse zu Hypothese 4: Verbesserung der räumlich-kognitiven Fähigkeiten....	192
4.2.5	Ergebnisse zu Hypothese 5: Verbesserung der räumlich-mnestischen Fähigkeiten..	195
4.2.6	Ergebnisse zu Hypothese 6: Verbesserung der räumlich-topografischen Fähigkeiten.....	197
4.2.7	Ergebnisse zu Hypothese 7: Verbesserung der räumlich-zeitlichen Orientierung.....	198
4.2.8	Ergebnisse zu Hypothese 8: Spezifität des Therapieeffektes.....	200
5	Diskussion.....	204
5.1	Diskussion der Hypothesen.....	204
5.1.1	Diskussion der Hypothese 1: Verringerung der räumlich-konstruktiven Störung.....	204
5.1.2	Diskussion der Hypothese 2: Transfer.....	207
5.1.2.1	Diskussion der Hypothese 2a: Positiver Transfer auf Alltagsfertigkeiten.....	207
5.1.2.2	Diskussion der Hypothese 2b: Positiver Transfer auf akademische Fertigkeiten.....	208
5.1.2.3	Diskussion der Hypothese 2c: Positiver Transfer durch verbesserte Arbeitsstrategien.....	211

5.1.3	Diskussion der Hypothese 3: Verbesserung der räumlich-perzeptiven Fähigkeiten...	212
5.1.4	Diskussion der Hypothese 4: Verbesserung der räumlich-kognitiven Fähigkeiten....	214
5.1.5	Diskussion der Hypothese 5: Verbesserung der räumlich-mnestischen Fähigkeiten.	216
5.1.6	Diskussion der Hypothese 6: Verbesserung der räumlich-topografischen Fähigkeiten.....	218
5.1.7	Diskussion der Hypothese 7: Verbesserung der räumlich-zeitlichen Orientierung....	219
5.1.8	Diskussion der Hypothese 8: Spezifität des Therapieeffektes.....	219
5.2	Diskussion des Störungsmodells.....	221
5.2.1	Vergleich zu dem Modell der Nonverbal Learning Disabilities.....	222
5.2.2	Vergleich zu neuropsychologischen Modellen.....	224
5.2.3	Spezifisches Modell entwicklungsbedingter räumlich-konstruktiver Störungen?.....	227
5.3	Diskussion der Prozessevaluation.....	229
5.3.1	Diskussion des Wirkmodells.....	229
5.3.2	Diskussion der Reichweite der Therapien.....	230
5.4	Reflexion der Methode und Grenzen der Studie.....	232
5.4.1	Diskussion des Studiendesigns.....	232
5.4.2	Diskussion der Messinstrumente.....	234
5.4.3	Diskussion der Interventionsmethode.....	236
5.5	Diskussion der Effektivität und klinischen Signifikanz.....	238
5.6	Schlussfolgerungen und Ausblick.....	241
	Literaturverzeichnis.....	243
	Abbildungsverzeichnis.....	274
	Tabellenverzeichnis.....	275
	Anhang.....	277
	Anhang A: Abkürzungsverzeichnis der Testverfahren.....	277
	Anhang B: Auszüge aus dem Therapieprogramm.....	279
	Anhang C: Beobachtungsbogen Mosaiktests.....	288
	Anhang D: Elternfragebogen räumlich-konstruktive Fähigkeiten.....	289
	Anhang E: Fragebogen zur Therapiezufriedenheit.....	291
	Anhang F: Leitfaden Expertengespräch.....	293
	Anhang G: Einzelfalltabellen.....	294
	Anhang H: Reliabilitäten der Testverfahren.....	300

Einleitung

Räumlich-konstruktive Störungen werden bei Kindern und Erwachsenen mit erworbenen Schädigungen des Gehirns seit langem beschrieben. Es gibt eine Reihe von angeborenen Entwicklungsstörungen, bei denen räumlich-konstruktive Störungen als typisch bzw. syndromspezifisch gelten, wie z.B. beim Williams-Beuren-Syndrom, Turner-Syndrom oder bei Spina bifida. Dabei finden räumlich-konstruktive Störungen zunehmend auch Beachtung bei Kindern ohne eine postnatal erworbene Schädigungen des Gehirns. Dem Störungsbild werden phänomenologisch, je nach Definition, unterschiedliche Symptome zugeschrieben, die neben Schwierigkeiten im Konstruieren und Zeichnen auch Störungen in der Wahrnehmung, Vorstellung oder dem Gedächtnis für räumliche Inhalte betreffen können. Im Zusammenhang mit räumlich-konstruktiven Störungen werden auch Schwierigkeiten in der Wahrnehmung des sozialen Raumes sowie des mentalen Zahlenraumes angenommen. Teilweise werden gravierende Einschränkungen in den Alltagsfertigkeiten berichtet wie z.B. eine zeitliche oder räumliche Desorientierung. Räumlich-konstruktive Störungen gehen häufig mit Rechenstörungen einher und gelten deshalb als Risikofaktor für den Erwerb der rechnerischen Fertigkeiten. Einige Kinder mit räumlich-konstruktiven Störungen haben zusätzlich Schwierigkeiten im Schriftspracherwerb. Sie können beim Lesen und Schreiben die räumliche Ausrichtung von gestaltgleichen Graphemen schwer voneinander unterscheiden und beachten die Reihenfolge der Buchstaben nicht immer. Wenn sich eine Lese-, Rechtschreib- oder Rechenschwäche erst einmal manifestiert hat, resultieren häufig sekundäre soziale und emotionale Störungen. Im weiteren Schulverlauf fällt vielen Kindern mit räumlich-konstruktiven Störungen das Lesen von Tabellen, Graphen, Landkarten sowie Geometrie schwer.

Da bekannt ist, dass sich visuell-räumliche Fähigkeiten trainieren lassen, existieren seit vielen Jahren unterschiedliche Förder- und Therapieansätze, die auch auf Kinder mit räumlich-konstruktiven Störungen angewandt wurden. Viele der Therapieansätze haben sich dabei als wenig effektiv oder zu unspezifisch erwiesen. Therapieansätze für Kinder im Vorschulalter bzw. in den ersten Grundschuljahren existieren bisher nicht bzw. haben sich als wenig geeignet für klinische Populationen herausgestellt. Um diese Lücke zu füllen wurde ein Therapieprogramm für Kinder mit entwicklungsbedingten räumlich-konstruktiven Störungen im Alter von 5-11 Jahren entwickelt, dessen Evaluation im Folgenden dargestellt wird.

Im ersten Kapitel werden unterschiedliche Definitionen der räumlich-konstruktiven Störung dargestellt und hinsichtlich ihrer Übertragbarkeit auf Kinder ohne später erworbene Schädigungen des Gehirns diskutiert. Es folgen Angaben über die Prävalenz und Ätiologie der Störung. Dem Konstrukt *visuell-räumliche Fähigkeiten* wird aus kognitiv-entwicklungspsychologischer Sicht nachgegangen. Die normale Entwicklung der visuell-räumlichen Wahrnehmung, Vorstellung, Speicherung, der zeichnerischen Fähigkeiten sowie der Fähigkeit, über den Raum zu sprechen wird der Entwicklung von Kindern mit räumlich-konstruktiven Störungen gegenübergestellt. Es werden unterschiedliche Annahmen über die Auswirkung einer räumlich-konstruktiven Störung auf den Erwerb der schulischen Fertigkeiten sowie den Zusammenhang zwischen Rechenstörungen und räumlich-konstruktiven Störungen diskutiert. Schließlich folgt eine Darstellung bisheriger Therapie- und Förderansätze visuell-räumlicher Fähigkeiten. Im zweiten Kapitel wird die Entwicklung des Therapieprogramms anhand theoretischer Überlegungen sowie die erste Erprobung im Rahmen einer Vorstudie berichtet und Hypothesen für die Evaluation formuliert. Im dritten Kapitel wird die Methode dargestellt mit einem Schwerpunkt auf einer genauen Beschreibung der Stichprobe. Die Ergebnisse der Evaluation werden im vierten Kapitel sowohl im Hinblick auf die Hypothesen als auch auf die Prozessevaluation dargestellt. Die Diskussion im fünften Kapitel bezieht sich neben methodischen Gesichtspunkten auf die Beantwortung der Hypothesen, das Störungsbild der Kinder dieser Stichprobe und das Wirkmodell der therapeutischen Intervention. Offene Forschungsfragen werden im Ausblick angesprochen.

1 Theoretischer Hintergrund

1.1 Definition und Phänomenologie räumlich-konstruktiver Störungen

Bei Kindern mit Entwicklungsstörungen werden häufig räumlich-konstruktive Störungen berichtet. Dabei wird das Störungsbild in der Literatur nicht einheitlich definiert. In internationalen Klassifikationssystemen wie ICD 10 (Dilling & Mombour, 1991) oder DSM IV-TR (Saß, Wittchen, Zaudig & Houben, 2003) wird der Begriff *räumlich-konstruktive Störung* gar nicht aufgeführt. In der Praxis werden räumlich-konstruktive Störungen deshalb entweder unter der Kategorie „leichte kognitive Störung aufgrund einer Schädigung oder Funktionsstörung des Gehirns oder einer anderen körperlichen Erkrankung“ (ICD 10: F 06.7) bzw. entsprechend im DSM-IV-TR „nicht näher bezeichnete kognitive Störung“ (294.9) subsummiert. Räumlich-konstruktive Störungen bei Kindern, bei denen keine Schädigung oder Funktionsstörung des Gehirns nachgewiesen wurden, werden der Restkategorie „andere Entwicklungsstörungen“ (ICD 10: F 88) zugeordnet. Die deutsche Version des ICD 10 bietet zudem die Möglichkeit der Diagnose einer „dissoziierten Intelligenz“ (ICD 10–GM: F 78), die sich auf eine große Differenz zwischen Verbal- und Handlungsintelligenz beruft. Insgesamt sind diese Kategorien aufgrund ihrer geringen Spezifität bezüglich räumlich-konstruktiver Störungen unbefriedigend. Im folgenden Kapitel werden zwei Ansätze dargestellt, die im Kindesbereich häufig zitiert werden: Definitionen aus neuropsychologischer Perspektive und das Konzept der Nonverbal Learning Disabilities.

1.1.1 Neuropsychologische Definitionen

Die Bezeichnung räumlich-konstruktive Störung, auch *konstruktive Apraxie* genannt, stammt ursprünglich aus dem neurologischen Bereich im Zusammenhang mit erworbenen hirnorganischen Störungen bei Erwachsenen. Apraxien sind Störungen, bei denen die Planung bzw. Ausführung von bestimmten Bewegungen eingeschränkt ist. Bei räumlich-konstruktiven Apraxien betrifft dies das manuelle Konstruieren von räumlichen Objekten oder Mustern. Eine der ersten phänomenologischen Beschreibungen räumlich-konstruktiver Apraxien stammt von Poppelreuter (1917), der Kriegsveteranen des 1. Weltkrieges untersuchte. Er führte den Begriff *optische Apraxie* ein. Zu der optischen Apraxie zählen nach Poppelreuter Störungen der motorischen Planung, eine optische Agnosie sowie typische Auffälligkeiten beim Abzeichnen durch Verzerrungen von Proportionen, der Lage-Winkelbeziehungen und

der Gestaltverhältnisse. Auch beim Zusammensetzen von Dreiecken nach einer Vorlage ist die optische Apraxie zu beobachten:

Schon die äußere Beobachtung genügt, um die Natur der Störung zu erkennen. Schwereren Fällen macht es schon Mühe, zu einem einzigen Dreieckstein einen zweiten so hinzulegen, dass ihre gegenseitige Lage kongruent ist. Sie verlegen etwa den im Vorbild nach links gerichteten rechten Winkel nach rechts usw. Bei einer Figur aus mehreren solchen Steinen wird es ihnen schwer, die Lagebeziehungen der einzelnen Steine innerhalb der Gesamtkonstruktion zu erkennen. Offenbar ist es viel leichter, darüber zu urteilen, ob eine vorgelegte Lage mit dem Vorbild übereinstimmt oder nicht, als gleich die Lagebeziehung richtig zu erfassen und nachzulegen. Deshalb ist es auch in sehr viele Fällen so, dass schließlich die Nachbildung nach längerem Herumprobieren richtig gefunden wird. (S. 228)

Kleist (1922/ 1934) beobachtete ebenfalls bei Kriegsveteranen des 1. Weltkriegs diese Symptome, grenzte die Störung aber von der weit gefassten Definition Poppelreuters ab, indem er weitere Formen der Apraxie bzw. motorische Störungen ausschloss: „Andererseits gibt es Störungen des Handelns, die ich als konstruktive (optische) Apraxie bezeichnen möchte, bei denen gerade räumliche Form des Werkes misslingt, ohne dass eine Apraxie der einzelnen Bewegungen vorläge“ (S. 483). Kleists Schüler, Strauss (1924), führte kurz darauf den Begriff *konstruktive Apraxie* in einem Artikel mit der Definition von Kleist ein.

Konstruktive Apraxien zählen zu den ersten neuropsychologischen Störungsbildern, die systematisch untersucht wurden. Lange Zeit galten sie als Indikator für eine unilaterale Schädigung der Parietallappen (De Renzi, 1982). Aufbauend auf der Definition von Kleist fasste Benton (1967) die damaligen Forschungsergebnisse zur konstruktiven Apraxie zusammen und formulierte die international bekannteste Definition, die noch heute vielen Studien zugrunde liegt:

Thus constructional apraxia denotes an impairment in combinatory or organizing activity in which details must be clearly perceived and in which the relationships among the component parts of the entity must be apprehended if the desired synthesis of them is to be achieved. (S. 1)

Apraxien umfassen nach Poeck (2002) eine Gruppe von Störungen, die das Ausführen von Bewegungen oder Bewegungsfolgen sowie das zweckmäßige Hantieren mit Objekten beeinträchtigen, und die nicht auf eine Lähmung, Ataxie, Dyskinesie, Sensibilitätsstörung, Sprachverständnisstörung oder eine Agnosie zurückzuführen sind. Apraxien werden übli-

cherweise in zwei Gruppen untergliedert, eine *ideomotorische* und eine *ideatorische Apraxie*. Die ideomotorische Apraxie beinhaltet Schwierigkeiten in der Ausführung von Einzelbewegungen, z.B. eine Apraxie der Gliedmaßen oder des Gesichts. Die ideatorische Apraxie beinhalten dagegen die Unfähigkeit, komplexe, sequentielle und objektbezogene Handlungen zielgerichtet auszuführen. Neben diesen beiden klassischen Formen gibt es eine Reihe von neuropsychologischen Syndromen, die ebenfalls den Apraxien zugeordnet werden, z.B. die Ankleideapraxie oder Gangapraxie, obwohl sie vermutlich keine Apraxien im eigentlichen Sinne darstellen, sondern Ausdruck anderer neuropsychologischer Syndrome sind (Hartje & Poeck, 2002; Rothi & Heilman, 1997). Die räumlich-konstruktive Apraxie zählt insofern zu der Gruppe der Apraxien, als dass die Ausführung der motorischen Bewegungen beim Konstruieren (z.B. Bauen oder Zeichnen) gestört ist.

Uneinigkeit herrschte lange Zeit darüber, ob es verschiedene Untergruppen der konstruktiven Apraxie gibt, denn nicht alle Patienten waren in allen Testverfahren zur konstruktiven Apraxie gleichermaßen auffällig. Duensing (1953) vermutete z.B. einen ideatorisch-apraktischen und einen raumagnostischen Typ der konstruktiven Apraxie. Andere Autoren gingen von einer exekutiven und apraktischen Variante aus (z.B. Ettliger, Warrington & Zangwill, 1957) oder einer exekutiven und einer wahrnehmungsbezogenen Variante (ein Überblick findet sich bei Gainotti, 1985). Keine dieser Untergruppen erwies sich allerdings als klinisch valide (Arrigoni & De Renzi, 1964).

Die Untergliederung in Untertypen orientierte sich damals hauptsächlich an einer Zuordnung zum Läsionsort (Grossi & Trojano, 1999). Da die konstruktive Apraxie bei Patienten mit rechtshemisphärischen Störungen häufiger vorkam und oftmals auch stärker ausgeprägt war, wurden sie lange Zeit mit rechtshemisphärischen Schädigungen assoziiert (Benton, 1967; Mack & Levine, 1981). Nach Untersuchungen zur cerebralen Lateralisation werden der rechten Hemisphäre Funktionen zugeordnet wie z.B. das Wahrnehmen und Analysieren von komplexen geometrischen Mustern und Gesichtern, die Bewegung im Raum, das nonverbale Gedächtnis, Prosodie oder räumliche Prozesse wie Geometrie, Wahrnehmung von Richtungen und mentale Rotation (Kolb & Wishaw, 1996). Es wird angenommen, dass bei rechtshemisphärischen Störungen genau diese Bereiche beeinträchtigt sind. Die Annahmen einer rechtshemisphärischen Schädigung bzw. Funktionsstörung bei räumlich-konstruktiven Störungen lassen sich auch heute noch in theoretischen Modellen zu visuell-räumlichen Störungen

gen und deren Interventionen finden, z.B. dem Konzept der Nonverbal Learning Disabilities (Rourke, 1989, s. Kapitel 1.1.3).

De Renzi (1982) bezweifelt anhand der vorliegenden Daten, dass die konstruktive Apraxie überwiegend mit rechtshemisphärischen Störungen assoziiert ist. Er stellte grundlegende, qualitative Unterschiede konstruktiver Apraxien heraus. Bei rechtshemisphärischen Störungen sind die räumlichen Bezüge innerhalb der Zeichnungen desorganisiert, d.h., obwohl die Zeichnungen detailreich sind, werden die einzelnen Elemente nicht zu einer Gesamtfigur in Beziehung gesetzt, was durch den Begriff *piecemeal approach* ausgedrückt wird. Fehler werden meist nicht erkannt bei einem eher impulsiven Arbeitsstil. Beim Mosaiktest wird die Gesamtfigur aufgebrochen und oftmals noch Einzelheiten erfunden und hinzugefügt. Die räumliche Orientierung in der Umgebung ist bei rechtshemisphärischen Störungen häufig beeinträchtigt. Bei linkshemisphärischen Störungen sind die Zeichnungen dagegen detailarm und vereinfacht, insgesamt wird nur zögernd vorgegangen und Fehler meist sofort erkannt. Oftmals sind die Winkel innerhalb der Zeichnung verzerrt. Beim Mosaiktest bleibt die Gesamtfigur erhalten. Hécaen und Assal (1970) ordnen die konstruktive Apraxie bei linkshemisphärischen Störungen deshalb einer übergeordneten Planungsstörung unter und bei rechtshemisphärischen Störungen einer Störung der Integration der räumlichen Wahrnehmung. Diese Ergebnisse ließen sich aber nur teilweise replizieren (Gainotti, Miceli & Caltagirone, 1977).

Bereits in den 60er Jahren wurde Kritik an der Homogenität des Störungsbildes in den vorliegenden Studien und deren Interpretation geäußert. Benton (1962) bemängelt, dass die frühen Studien auf unspezifischen und damit auch uneinheitlichen Definitionen räumlich-konstruktiver Apraxien basieren. Mack und Levine (1981) kritisieren eine unzureichende Differentialdiagnostik. Allein die motorischen Einschränkungen infolge einer linkshemisphärischen Läsion können für sich genommen bei Rechtshändern zu einer Vereinfachung der Zeichnung führen, wodurch eine Abgrenzung zur räumlich-konstruktiven Apraxie schwierig wird. Mack und Levine (1981) versuchen dieses Problem zu umgehen, indem sie einen motorikfreien Test (Form-Assembly-Test) einsetzen. Mit diesem Verfahren stellten die Autoren wiederum deutlich schwächere Leistungen bei Patienten mit rechtshemisphärischen Läsionen und geringere Übungseffekte als bei Patienten mit linkshemisphärischen Läsionen fest, was ihre Annahme einer übergeordneten Störung exekutiver Funktionen für die letztere Gruppe bestärkt. Kirk und Kertesz (1994) gingen dieser Kritik nach und fanden anhand der

Ergebnisse beim Abzeichnen und verzögerter Reproduktion einer komplexen geometrischen Figur (Rey-Osterrieth Complex Figure ROCF, Rey, 1941) heraus, dass der Schweregrad der Hemiparese ein wesentlich besserer Prädiktor für die Einschränkungen im Zeichnen ist als der Läsionsort selbst. Der Schweregrad der Hemiparese ist z.B. signifikant mit Schwierigkeiten in der Wiedergabe von Winkeln sowie einer Vereinfachung der Form durch Auslassungen von Winkeln und anderen Details korreliert, insbesondere bei Rechtshändern mit linkshemisphärischen Läsionen.

Kirk und Kertesz (1994) führen weitere Kritikpunkte an, die für eine Vielzahl der bisherigen Studien gilt. Die Diagnostik der räumlich-konstruktiven Apraxie erfolgte in den unterschiedlichen Studien mit verschiedenen und dadurch schwer miteinander vergleichbaren Testverfahren. Patienten mit linkshemisphärischen Aphasien wurden in die Studien nur teilweise eingeschlossen und die Ätiologie der Läsion sowie deren Ausdehnung wurde nicht berücksichtigt. Es ist kaum möglich, anhand der bisherigen Studien ein einheitliches Störungsbild und dessen Untergliederung auszumachen. Aufgrund dieser Kritikpunkte und den widersprüchlichen Ergebnissen schlossen eine Reihe von Autoren wie z.B. Wais (1982), „dass es ‚die‘ konstruktive Apraxie sicherlich nicht gibt. Vielmehr scheint es zwei hemisphärenspezifische Arten zu geben, wie die Normalfunktion des ‚gestaltenden Handelns‘ gestört sein kann. Die konstruktive Apraxie ist somit nicht entweder ein rechtshemisphärisches Symptom oder ein linkshemisphärisches“ (S. 45). Gainotti (1985) ließ Zeichnungen von Patienten mit unilateralen rechts- und linkshemisphärischen Läsionen von naiven Ratern beurteilen, die keine Unterschiede in der Qualität der Zeichnungen beobachten konnten. Alle Patienten wiesen Schwierigkeiten in der Wiedergabe der räumlichen Bezüge auf und neigten dazu, komplexe Muster zu vereinfachen. Die Autoren folgerten, dass Patienten mit rechts- u. linkshemisphärischen Läsionen denselben konstruktiven Schwierigkeiten unterliegen.

Die Befunde zu qualitativen Unterschieden zwischen rechts- und linkshemisphärisch bedingter räumlich-konstruktiver Apraxie bleiben insgesamt uneinheitlich (Guérin, Ska & Belleville, 1999; Roncato, Sartori, Masterson & Rumiati, 1987). Vogel, Bowers und Vogel (2003) fassen in ihrer Metaanalyse Studien zur Lateralisierung zusammen und fanden eine durchgehende Dominanz der rechten Hemisphäre beim Bearbeiten von räumlichen Aufgaben. Bei Aufgaben zur räumlichen Vorstellung konnte keine Hemisphärendominanz beobachtet werden, bei räumlich-konstruktiven und räumlich-topografischen dagegen eine Dominanz der rechten Hemisphäre. Diese Dominanz konnte allerdings nicht bei Menschen mit hohen

räumlichen Fähigkeiten beobachtet werden. Neuere fMRI-Studien an gesunden Erwachsenen zeigen auf, dass bei räumlich-konstruktiven Anforderungen bilaterale parietale Aktivierungsmuster zu beobachten sind (Makuuchi, Kaminaga & Sugishita, 2003).

Andere Autoren untergliederten die räumlich-konstruktive Störung in posteriore und anteriore Läsionen (z.B. Piercy & Smith, 1962; Pillon, 1981). Pillon beobachtete, dass Patienten mit posterioren Läsionen - unabhängig davon, ob rechts- oder linkshemisphärisch - bessere Leistungen beim Abzeichentest erbringen, wenn sie Orientierungspunkte auf dem Zeichenblatt erhalten. Patienten mit anterioren Läsionen profitieren dagegen nicht von Orientierungspunkten, aber von einer Anleitung zum Abzeichnen. Auch diese Befunde wurden inzwischen mehrfach widerlegt (z.B. Benson & Barton, 1970).

Es gab Versuche, räumlich-konstruktive Störungen hinsichtlich ihrer Arbeitsstrategien zu untergliedern. Warrington, James und Kinsbourne (1966) beobachteten z.B. beim Abzeichnen der Rey-Osterrieth Complex Figure eine *globale* und eine *lokale Strategie*. Während bei der globalen Strategie vor allem die Gesamtkonfiguration beachtet wird, d.h. die äußere Gestalt sowie die Hauptraumachsen, liegt bei der lokalen Strategie der Schwerpunkt auf dem Segmentieren des Musters in seine einzelnen Teile. Diese unterschiedlichen Strategien wurden daraufhin wieder mit unterschiedlichen Läsionsorten assoziiert. Die Autoren untergliedern die räumlich konstruktive Apraxie bei gestörter globaler Strategie in eine typisch rechtshemisphärische und bei gestörter lokaler Strategie in eine typisch linkshemisphärische Störung, dem folgten auch Hécaen und Assal (1970).

In den 70er und 80er Jahren änderte sich der Forschungsschwerpunkt und es standen nicht mehr die Lokalisation sondern mehr die kognitiven Prozesse im Vordergrund. Roncato, Sartori, Masterson und Rumiati (1987) entwarfen z.B. ein kognitives Modell räumlich-konstruktiver Fähigkeiten, das aus drei Hauptprozessen besteht: einer explorativen Aktivität, die zur Einspeicherung eines visuellen Musters führt, einer exekutiven Komponente und einer Wahrnehmungskomponente. Patienten mit einer räumlich-konstruktiven Apraxie können nach diesem Modell in einem dieser Prozesse gestört sein, was dann zu qualitativ unterschiedlichen Ausprägungen der Störung führt. Ein vergleichbares Modell stammt von der Arbeitsgruppe um Grossi (Trojano & Grossi, 1998).

Insgesamt zeigen zahlreiche Studien auf, dass sich eine räumlich-konstruktive Störung sowohl quantitativ als auch qualitativ in unterschiedlicher Ausprägung zeigen kann. Die Zu-

ordnung von Läsionsort zur Phänomenologie der räumlich-konstruktiven Störung bleibt bis heute allerdings widersprüchlich. Kirk & Kertesz (1994) schließen aus der Diskussion über räumlich-konstruktive Apraxien:

Constructional tasks are complex and clearly require many different abilities. An attempt to localize *the* [Hervorhebung v. Verf.] lesion that impairs construction may be somewhat akin to an attempt to localize *the* [Hervorhebung v. Verf.] ability to drive an automobile. . . . A comprehensive theory of construction and the brain is not likely to be proposed in the near future. (S. 541-542)

Im Hinblick auf die unterschiedlichen kognitiven Prozesse, die bei räumlich-konstruktiven Anforderungen involviert sind, ordnet Kerkhoff (1988, 2000, 2002) räumlich-konstruktive Apraxien der Obergruppe der *visuell-räumlichen Störungen* zu. Visuell-räumliche Störungen umfassen neben räumlich-konstruktiven Störungen auch räumlich-perzeptive, räumlich-kognitive und räumlich-topografische Störungen. Ziel dieses Modells ist die Möglichkeit, visuell-räumliche Störungen genauer hinsichtlich ihrer Phänomenologie beschreiben zu können und Studien damit vergleichbar zu machen. Diese Definition hat sich im deutschen Sprachraum durchgesetzt.

Räumlich-perzeptive Störungen sind nach Kerkhoff basale Störungen in der Wahrnehmung der Haupttraumachsen, der Vertikalen und der Horizontalen. Längen können nicht eingeschätzt und die Position bzw. Entfernung eines Objektes im Raum nicht richtig wahrgenommen werden. Formen und Winkel sowie Richtungen werden falsch eingeschätzt. Niedeggen und Jörgens (2005) beschreiben zudem Störungen in der Tiefenwahrnehmung, die zu Schwierigkeiten in der Einschätzung führt, ob ein Objekt vor bzw. hinter einem anderen Objekt liegt. Kerkhoff beschreibt, dass räumlich-perzeptive Einbußen im Alltag meist als belastend und einschränkend erlebt werden. Häufig führen sie zu visuomotorischen Problemen z.B. fehlerhafte Bewegungen beim Ergreifen eines Gegenstandes. Das Halbieren eines Brotes oder das Abmessen von Zutaten ist nicht mehr möglich. Beim Treppensteigen werden die Tiefe und Entfernung der Stufen mitunter falsch eingeschätzt. Das Lesen einer Uhr ist oft aufgrund der Schwierigkeiten in der Winkeleinschätzung nicht mehr möglich. Das Ankleiden ist problematisch, da die Beziehungen der verschiedenen Öffnungen eines Kleidungsstückes zu den eigenen Körperteilen falsch eingeschätzt werden. Bei Beeinträchtigung des Tiefensehens ist die Wahrnehmung von Objekten und Gesichtern verändert, sie wirken häufig „flach“.

Räumlich-kognitive Störungen sind nach Kerkhoff Störungen in der mentalen Veränderung von Reizen nach visuell-räumlichen Aspekten. Gegenstände können mental nicht rotiert oder gespiegelt werden. Mengen- oder Größenveränderungen können mental nicht vorgestellt werden. Die Perspektive einer anderen Person kann schwer eingenommen bzw. sich vorgestellt werden, wenn sich diese in einer anderen räumlichen Position oder Ausrichtung befindet. Gegenstände können auch schwer aus einer unüblichen Perspektive vorgestellt werden.

Räumlich-topografische Störungen werden von Kerkhoff als Störungen in der realen und vorgestellten Orientierung und Fortbewegung im dreidimensionalen Raum bezeichnet. Die eigene Position kann im dreidimensionalen Raum weder mental noch real bestimmt werden. Die mentale Repräsentation von Wegen und Positionen auf sogenannten *kognitiven Landkarten* ist nicht möglich. Auch die regelmäßige Kontrolle und Rückmeldung über die eigene Position im Raum gelingen nur schwer. Wichtige Landmarken werden nicht erkannt und die Menschen mit räumlich-topografischen Störungen verlaufen sich leicht insbesondere bei veränderten Lichtverhältnissen oder veränderter Perspektive. Die Orientierung in unbekannter Umgebung ist eingeschränkt, häufig werden Wege nicht wiedergefunden (z.B. wird der Weg von der Toilette zurück zum Sitzplatz im Café nicht gefunden, weil er um 180° gedreht fremd erscheint). Auch das Lernen von Wegen ist erschwert, da diese nicht in eine kognitive Landkarte integriert werden können. Räumlich-topografische Störungen können isoliert ohne räumlich-perzeptive, -kognitive oder -konstruktive Störungen auftreten.

Räumlich-konstruktive Störungen sind nach den Ausführungen von Kerkhoff Schwierigkeiten in der manuellen Veränderung von Gegenstände unter visueller und taktiler Kontrolle, ohne dass die Schwierigkeiten maßgeblich auf motorische Störungen oder sensorische Einbußen zurückzuführen sind. Im engeren Sinne bedeutet dies, dass eine räumlich-konstruktive Störung nicht vorliegt, wenn die Schwierigkeiten durch räumlich-perzeptive Störungen bedingt sind. In der Praxis lässt sich dies allerdings schwer nachweisen, denn häufig werden räumlich-konstruktive Störungen von räumlich-perzeptiven Störungen begleitet. Räumlich-konstruktive Störungen zeichnen sich dadurch aus, dass visuelle Informationen einer Vorlage nicht in koordinierte Handlungen umgesetzt werden können. Sie äußern sich durch Probleme beim Zusammenfügen von Einzelteilen zu einer Gesamtfigur, beim Zeichnen von geometrischen Formen oder beim Konstruieren von zwei- bzw. dreidimensionalen Figuren. Vermutlich sind Menschen mit räumlich-konstruktiven Störungen nicht dazu in der Lage, ein internes Koordinatensystem aufzubauen und auf die zu analysierende Figur zu übertragen.

Sie können ohne ein solches Bezugssystem Einzelteile nicht in eine Gesamtfigur oder Zeichnung integrieren. Störungen der Raumwahrnehmung und räumlichen Kognition sind häufig miteinander verknüpft und können die Schwierigkeiten in der räumlichen Konstruktion noch verstärken. Allerdings geht Kerkhoff davon aus, dass nicht jede räumlich-konstruktive Störung mit einer Störung der räumlichen Wahrnehmung oder Kognition einhergehen muß. Bodenburg (2001) stellt typische Alltagsprobleme von Erwachsenen mit erworbenen räumlich-konstruktiven Störungen zusammen, die aus dem klinischen Alltag berichtet wurden: Schwierigkeiten beim Ankleiden, bei der selbständigen Körperpflege und eigenständigem Essen, dem Umgang mit dem Rollstuhl, beim Zusammenlegen von Wäsche, Papier oder Kleidung, bei der Einhaltung der Schreibrichtung sowie Schwierigkeiten bei der aktiven Teilnahme am Straßenverkehr. Die Rehabilitation räumlich-konstruktiver Fähigkeiten hat einen hohen Stellenwert, da diese Fähigkeiten bei vielen alltäglichen Handlungsabläufen erforderlich sind (Kaplan & Hier; 1982, Niedeggen & Jörgens, 2005).

1.1.2 Räumlich-konstruktive Störungen bei Kindern

Dieses Konzept der räumlich-konstruktiven Störungen wurde ohne Modifikation von Erwachsenen auf Kinder übertragen (Heubrock & Petermann, 2000; Muth, Heubrock & Petermann 2001; Knievel & Petermann, 2008). So stellt Muth (Muth 1999; Muth et al., 2001; Muth-Seidel & Petermann, 2008) aus ihrer Sicht typische Symptome von Kindern mit räumlich-konstruktiven Störungen zusammen, die sich eng an das rechtshemisphärische Syndrom Erwachsener orientieren. Muth beschreibt, dass Kinder mit räumlich-konstruktiven Störungen Stadtpläne und Wegbeschreibungen nicht oder nur fehlerhaft lesen können. Sie können die Anforderungen des Straßenverkehrs nicht richtig analysieren, vertauschen beim Lesen und Schreiben Buchstaben bzw. lassen diese teilweise aus, können die Uhrzeit nicht ablesen, einfache Objekte nicht nachzeichnen und zeigen psychosoziale Schwierigkeiten, da sie räumliche Distanzen zwischen sich und anderen Menschen nicht ausreichend einschätzen und beachten können.

Die Übertragung des Störungsbildes von Erwachsenen auf Kinder ist nicht ganz unproblematisch. Dabei wird bei Kindern mit Entwicklungsstörungen von einer ähnlichen Phänomenologie wie bei Erwachsenen mit erworbenen Schädigungen des Gehirns ausgegangen. Von der Phänomenologie wird oftmals die Ätiologie geschlossen, d.h., es werden gestörte Areale im Gehirn ursächlich für bestimmte Erscheinungsbilder von Funktionsstörungen angenommen, z.B. eine rechtshemisphärische Schädigung. So entstand auch die Annahme eines *deve-*

developmental right-hemisphere syndrome oder eines *developmental Gerstmann syndrome*. Das rechtshemisphärische Syndrom wird als eine übergeordnete Störung verstanden, die bei Erwachsenen mit rechtshemisphärischen Läsionen zu beobachten ist und sich neben den oben beschriebenen visuell-räumlichen Störungen auch durch emotionale und soziale Schwierigkeiten sowie Rechenstörungen auszeichnet (Briscone & Borgatti, 1997; Wais, 1982). Bei Kindern mit ähnlicher Phänomenologie wurde dementsprechend auf das Vorliegen eines solchen rechtshemisphärischen Syndroms geschlossen. Bekannt ist in diesem Zusammenhang z.B. das Modell der *Nonverbal Learning Disabilities* von Rourke (1989) (s. Kapitel 1.1.3).

Das Gerstmann Syndrom beschreibt ein übergeordnetes Syndrom, das bei Erwachsenen mit linkshemisphärischen Läsionen beobachtet wurde. Gerstmann beschrieb 1924 erstmals ein Syndrom, das er bei Menschen mit Schlaganfällen im linken Parietallappen, insbesondere im Gyrus angularis beobachtete. Kennzeichnend waren vier Symptome, eine Fingeragnosie, eine Verwechslung von rechts und links, eine Agraphie sowie eine Akalkulie. Später wurde das Gerstmann-Syndrom um ein fünftes Symptom ergänzt, die konstruktive Apraxie (Kolb & Wishaw, 1996). Diese Symptomkonstellation wurde auch bei Kindern mit Entwicklungsstörungen beobachtet und als *developmental Gerstmann syndrome* bezeichnet (Benson & Geschwind, 1970). Uneinigkeit herrschte darüber, ob alle vier bzw. fünf Symptome bei Kindern vorliegen müssen, da oftmals keine Fingeragnosie beobachtet wurde bzw. eines der anderen Symptome fehlte. Es waren auch nicht bei allen Kindern, die die Kriterien für das Syndrom erfüllten, eine linkshemisphärische bzw. überhaupt irgend eine Hirnschädigung nachweisbar (Miller & Hynd, 2004). In einer Reihe von Fallbeschreibungen waren rechtshemisphärische Störungen assoziiert (Briscone & Borgatti, 1997). Insgesamt gibt es bisher keine epidemiologischen Studien über das Auftreten des *developmental Gerstmann syndrome*. Neuere Studien zeigen auf, dass das *developmental Gerstmann syndrome* sowohl hinsichtlich seiner Symptomatik als auch Ätiologie meist durch andere Syndrome besser zu erklären ist, z.B. dem fragilen X-Syndrom, Williams-Beuren-Syndrom, Aspergersyndrom oder dem Konzept der *Nonverbal Learning Disabilities*. Als einheitliches Syndrom im Sinne einer Entität ist es nicht haltbar (Miller & Hynd, 2004).

Eine solche Übertragung von Störungsbildern Erwachsener auf Kinder wurde vielfach kritisiert. Tager-Flusberg (1999) schlägt vor, den Einfluss einer Entwicklungsstörung auf das Gehirn, die Kognition und das Verhalten in anderer Weise zu betrachten als bei erworbenen Störungen im Erwachsenenalter. Bei Kindern mit Entwicklungsstörungen liegen vermutlich

grundlegend andere kognitive Verarbeitungsprozesse zugrunde als bei normalentwickelten Kindern. Entwicklungsstörungen lassen sich schwer miteinander vergleichen und benötigen spezifische Konzepte. Tager-Flusberg fordert deshalb, dass die kognitiven Mechanismen innerhalb einer bestimmten Störung für sich genommen genauer untersucht und mit Kindern derselben Störungsgruppe verglichen werden sollten.

Ein weiteres Problem der Übertragbarkeit von neuropsychologischen Störungsbildern aus dem Erwachsenenbereich auf Kinder stellt der Entwicklungsaspekt von Kindern dar. In vielen Studien wird die Plastizität des kindlichen Gehirns angeführt, durch die oftmals Störungen leichter als im ausgereiften Gehirn kompensiert werden können. Abhängig vom Alter der Kinder beim Eintritt einer Hirnschädigung sind allerdings viele Funktionen bzw. komplexe Leistungen noch gar nicht soweit entwickelt wie bei Erwachsenen, was zu atypischen Organisationen und Beeinträchtigungen im Erwerb weiterer Fähigkeiten führen kann. Levine (1993) berichtet z.B. eine systematische Abnahme des IQ in der Wechsler Intelligence Scale for Children-Revised WISC-R (Wechsler, 1974) bei Kindern mit frühen Schädigungen des Gehirns, wenn diese das mittlere Schulalter erreicht haben. Sie erklärt den Abfall durch eine Überforderung bei zunehmend komplexen Anforderungen, die nicht ausreichend kompensiert werden können. Moses und Stiles (2002) finden in diesem Zusammenhang Hinweise darauf, dass frühe Hirnschädigungen eine Volumenreduktion im Corpus Callosum sowie im Temporoparietallappen hervorrufen können. Funktionale Einschränkungen können wiederum das Ausbilden weiterer Funktionen beeinträchtigen, z.B. die räumlich-topografischen Fähigkeiten. Wiedenbauer und Jansen-Osmann (2006b) sowie Foreman et al. (1989) gehen davon aus, dass Kinder mit körperlichen Einschränkungen weniger mobil sind und sich damit räumlich-topografische Fähigkeiten nur reduziert ausbilden können. Stiles (Stiles et al., 2002; Stiles, Stern, Trauner & Nass, 1996; Vicari, Stiles, Stern & Resca, 1998) beobachtet, dass Kinder mit räumlichen Störungen infolge einer prä- bzw. perinatal erworbenen Schädigung des Gehirns im Alter von 5-6 Jahren oftmals ihre räumlichen Störungen kompensieren können, aber meistens eine gestörte Verarbeitung von räumlichen Informationen beibehalten. Die zeichnerischen Fähigkeiten verbessern sich im Alter von 6-7 Jahren sprunghaft, indem die räumlich-konstruktiven Schwierigkeiten durch den Erwerb und Einsatz grafischer Schemata kompensiert werden (Stiles, Trauner, Engel & Nass, 1997).

Aufgrund der Plastizität des sich entwickelnden Gehirns können zudem alternative funktionelle Organisationsmuster zur Kompensation aufgebaut werden. Alternative Areale werden

genutzt, die u. U. dann nicht mehr für die normalerweise damit assoziierten Funktionen zur Verfügung stehen und zu zusätzlichen Funktionsbeeinträchtigungen führen können. Topologisch identische Läsionen können dadurch bei Kindern altersabhängig zu anderen Defiziten als bei Erwachsenen führen (Melchers & Lehmkuhl, 2000). Lidzba, Staudt, Wilke & Krägeloh-Mann (2006) beobachteten z.B. bei jungen Erwachsenen mit prä- und perinatalen, unilateralen Schädigungen des Gehirns solche Effekte. Die Patienten mit linkshemisphärischer Läsion, bei denen die Sprache rechtshemisphärisch organisiert war, wiesen unabhängig des Ausmaßes ihrer Läsion visuell-räumliche Störungen auf, die nicht durch die Läsion zu erklären waren. Diese Störungen führen die Autoren darauf zurück, dass die rechte Hemisphäre bei den beschriebenen Patienten sowohl verbale als auch nonverbale Informationen verarbeiten und koordinieren musste, was zu einer Überlastung geführt hatte (Crowding-Effekt).

Die Arbeitsgruppe um Stiles (Stiles-Davis, 1988; Stiles et al., 1996; Stiles et al., 1997; Vicari, Stiles, Stern & Resca, 1998; Stiles et al., 2003) versucht, sowohl den Entwicklungsaspekt als auch die Plastizität des kindlichen Gehirns in ihren Studien zu berücksichtigen. Mit einer Reihe von Längsschnittstudien an Kindern mit prä- und perinatalen unilateralen, fokalen Hirnschädigungen zeigen die Autoren auf, dass eine hemisphärenspezifische Dissoziation wie bei Erwachsenen zwischen globaler rechtshemisphärischer und lokaler linkshemisphärischer Verarbeitung schon bei kleinen Kindern nachweisbar ist und in der weiteren Entwicklung stabil bleibt. Alle Kinder dieser Studien mit rechtshemisphärischen Störungen zeigten im Kleinkind- und Vorschulalter räumlich-konstruktive Schwierigkeiten, sie konnten komplexe räumliche Informationen nicht ausreichend verarbeiten, Objekte schwer zu einer Gesamtfigur zusammenfügen oder Muster nachbauen bzw. nachzeichnen. Gegen Ende der Vorschulzeit waren diese Auffälligkeiten so nicht mehr zu beobachten, allerdings zeigten die Kinder noch bis zum Erwachsenenalter gestörte bzw. abweichende Arbeitsstrategien beim Lösen räumlich-konstruktiver Aufgaben, insbesondere durch die Beachtung von Einzelelementen zu Lasten einer globalen Arbeitsstrategie. Kinder mit linkshemisphärischen Störungen wiesen ebenfalls häufig räumlich-konstruktive Störungen auf, allerdings deutlich geringer ausgeprägt als bei Kindern mit rechtshemisphärischen Störungen. Im Kleinkindalter hatten sie Schwierigkeiten, mit Bauklötzen Muster nachzubauen und gaben meist vereinfachte Muster wieder. Im Vorschulalter zeichneten sie noch sehr einfach mit wenigen Details und vielen Perseverationen. Im Grundschulalter zeigten sie noch Schwierigkeiten beim Abzeichnen komplexer Figuren. Wie auch bei Kindern mit rechtshemisphärischen Störungen konnten die räumlich-konstruktiven Schwierigkeiten im Laufe des Schulalters kompensiert wer-

den, die Arbeitsstrategien blieben dagegen abweichend. Kinder mit linkshemisphärischen Störungen setzten hauptsächlich globale Strategien ein und neigten dazu, einzelne Details zu vernachlässigen.

Der Zusammenhang zwischen räumlich-konstruktiven Störungen und Sehstörungen bei Kindern ist bisher wenig untersucht. Lasogga und Michel (1994) fanden heraus, dass bei Kindern mit erworbenen Schädigungen des Gehirns häufig Sehstörungen in Form von Visusminderung, Störungen des Kontrastsehens oder der Augenmotilität vorliegen. Dies wäre nach der Definition von Kerkhoff (2002) differentialdiagnostisch ein Ausschlusskriterium für eine räumlich-konstruktive Störung. Nach Zihl (2002) ist die Trennung primärer und sekundärer Sehstörungen von einer visuellen Wahrnehmungsstörung bei Kindern mit einer Erkrankung oder Schädigung des ZNS schwierig. Er hält eine strikte Unterscheidung von sensorischer, perzeptiver und kognitiver Beeinträchtigung für theoretisch sinnvoll, praktisch aber nicht durchführbar. Häufig treten einzelne visuelle Störungen nicht isoliert sondern kombiniert auf. Bei etwa 40% der Kinder mit einer Erkrankung oder Störung des ZNS besteht ein enger Zusammenhang zwischen Störungen von Visus, Kontrastsehen und Fixationsverhalten, was im Einzelfall eine zuverlässige Differentialdiagnose erschwert. Zihl berichtet zudem von sogenannten sekundären visuellen Wahrnehmungsstörungen, die bei Kindern indirekt durch kognitive und motorische Einbußen entstehen können, da einige Sehleistungen kritisch an z.B. Aufmerksamkeit oder Gedächtnis gebunden sind. Störungen des Antriebs können z.B. eine Minderung der visuellen Neugierde verursachen, was im Extremfall einer partiellen sensorischen Deprivation gleich zu setzen ist. Die häufigsten visuellen Defizite bei Kindern sind Beeinträchtigungen der Sehschärfe und der räumlichen Kontrastsensitivität. Da bei Kindern aufgrund der durch diese Störung bedingte sensorischen Deprivation keine kortikale „Feineinstellung“ möglich ist, kann dies u.U. dazu führen, dass sich keine Form- und Tiefenwahrnehmung in der betroffenen Hemisphäre und keine Binokularität entwickeln kann. Störungen der Raumwahrnehmung können durch Beeinträchtigungen der Sehschärfe, des räumlichen Kontrastsehens, Stereopsis, Gesichtsfeldausfälle, Fixationsverhalten oder Störungen der Blickmotorik bedingt sein. Durch die Beeinträchtigung der Sehleistungen kann sich die Ausrichtung und Aufrechterhaltung der visuellen Aufmerksamkeit u.U. nicht effizient entwickeln und es besteht ein enger Zusammenhang zwischen dem Ausmaß der Sehbehinderung und der visuellen Aufmerksamkeit. Bei Kindern mit Sehstörungen geht die Sehbehinderung immer mit für die visuelle Wahrnehmung erforderlichen kognitiven Anteilen (Aufmerksamkeit, Lernen, Gedächtnis) einher.

Zusammenfassend wird deutlich, dass ein Analogieschluss von neuropsychologischen Störungen Erwachsener nach einer Schädigung oder Erkrankung des Gehirns auf Kinder problematisch ist, insbesondere auf Kinder mit angeborenen bzw. sehr früh erworbenen Schädigungen des Gehirns oder ohne eine nachweisbare Schädigung. Dennoch kann eine Untergliederung von visuell-räumlichen Störungen, wie sie Kerkhoff (2002) vornimmt, für Kinder mit Entwicklungsstörungen diagnostisch und therapeutisch eine sinnvolle Orientierung bieten.

1.1.3 Das Konzept der Nonverbal Learning Disabilities

In den 70er Jahren begannen, aufbauend auf den klinischen Studien von Johnson und Mykelbust (1967), umfangreiche Studien um die sogenannte *Learning Disabilities*. Die kanadische Arbeitsgruppe um Rourke (Rourke, 1989; Rourke, 1995; Rourke, van der Vlugt & Rourke, 2002) befasste sich intensiv mit Lernstörungen bei Kindern und beschreibt zwei unterschiedliche Formen. Während eine Reihe von Kindern Schwierigkeiten in der phonologischen Verarbeitung von Reizen zeigen, die mit einer Leseschwäche bzw. Lese- und Rechtschreibschwäche einhergehen bei intakten rechnerischen Fähigkeiten, zeigen andere Kinder Rechenprobleme aber unauffällige Lese- und Rechtschreibleistungen. Rourke führte Clusteranalysen unter Einbezug verschiedener westlicher Nationen (Florida, Niederlande, Finnland, Belgien) durch, um seine Befunde generalisieren zu können. Er untergliedert die Lernstörungen in zwei generelle Subtypen, die *Basic Phonological Processing Deficits* (BPPD) und die *Nonverbal Learning Disabilities* (NLD). Der Subtyp Nonverbal Learning Disabilities weist eine Reihe von Gemeinsamkeiten mit den neuropsychologischen Auffälligkeiten räumlich-konstruktiver Störungen auf und orientiert sich eng an den Auffälligkeiten, die nach rechtshemisphärischen Störungen beschrieben wurden. Gross-Tsur und Shalev (1995) setzen die Nonverbal Learning Disabilities sogar mit dem einem rechtshemisphärischen Syndrom gleich und vermuten bei allen Kindern mit Nonverbal Learning Disabilities eine Reifungsstörung der rechten Hemisphäre, insbesondere Läsionen in der weißen Substanz, obwohl sich solche Läsionen empirisch nicht nachweisen ließen.

Unter den Nonverbal Learning Disabilities wird ein Syndrom verstanden, das durch ein spezifisches Muster von neuropsychologischen Fähigkeiten und Defiziten gekennzeichnet ist. Dabei scheint die Schwere der Lernstörung mehr von intraindividuellen Diskrepanzen zwischen Fähigkeiten und Defiziten abzuhängen als von interindividuellen Abweichungen im Vergleich zur Altersnorm. Kinder mit Nonverbal Learning Disabilities fallen frühesten im

Alter von 4 Jahren auf, oftmals erst im Laufe der Grundschulzeit. Während sie gute sprachliche Fähigkeiten zeigen und auch gut lesen und schreiben können, haben sie Schwierigkeiten in der Verarbeitung von nicht-sprachlichen Informationen. Wie in Abbildung 1 (Rourke, 1995, p. 7) dargestellt, zeigen Kinder mit Nonverbal Learning Disabilities primär Stärken in der auditiven Wahrnehmung, einfachen motorischen Handlungen sowie im Umgang mit erlerntem Material und vertrauten Fragestellungen. Daraus resultieren sekundäre Fähigkeiten in der auditiven und verbalen Aufmerksamkeit, die zu tertiären sprachlichen Fähigkeiten führen, d.h. Stärken im Bereich der Phonologie, des Sprachverständnisses, Speicherung und Wiedergabe, der Sprachproduktion und im Bilden von verbalen Assoziationen. Diese Stärken bewirken die Ausbildung akademischer Fertigkeiten im Bereich der Grafomotorik, dem buchstabierenden Lesen und dem Wortschatz. Neben diesen Fähigkeiten zeigen Kinder mit Nonverbal Learning Disabilities primäre Schwächen in der taktilen und visuellen Wahrnehmung, der komplexen psychomotorischen Koordination sowie in der Flexibilität im Umgang mit neuem Material und Fragestellungen. Es resultieren sekundäre Defizite in der taktilen und visuellen Aufmerksamkeit und dem Erkundungsverhalten, die wiederum zu tertiären Defiziten in der Sprache führen, insbesondere im Bereich der Mundmotorik, Prosodie, Semantik und Pragmatik. Diese Defizite führen zu sowohl zu akademischen Schwächen im Bereich der Grafomotorik, Leseverständnis, einfachen Rechenoperationen und den Naturwissenschaften als auch zu sozial-emotionalen Schwierigkeiten in der Anpassungsfähigkeit an neue Situationen, den sozialen Kompetenzen, der emotionalen Stabilität sowie zu einem geringen Antrieb.

Cornoldi, Rigoni, Tressoldi und Vio (1999) betonen besonders Schwächen im visuell-räumlichen und Stärken im phonologischen Arbeitsgedächtnis bei Kindern mit Nonverbal Learning Disabilities. Viele dieser Kinder können sich nur eingeschränkt unbekannte Gesichter merken (Liddell & Rasmussen, 2005). Es fällt ihnen schwer, Gesichtsausdrücke zu interpretieren und nicht-verbale Informationen in der Kommunikation nutzen, was oftmals zu sozial-emotionalen Störungen (Rückzug, Ängste, Depressionen, mangelnde soziale Fertigkeiten, Anpassungsprobleme an neue Situationen) führt (Guy, 1997; Dir, 1999; Greenham, 1999; Petti, Voelker, Shore & Hayman-Abello, 2003; Perlis 2006). Die emotionalen Störungen nehmen mit dem Alter deutlich zu (Pelletier, Ahmad & Rourke, 2001). Trotz eines guten Sprachverständnisses haben Kinder mit Nonverbal Learning Disabilities Schwierigkeiten in der Semantik und Pragmatik der Sprache (Worling, 1998; Worling, Humphries

& Tannock, 1999). Obwohl sie mechanisch gut lesen können, ist ihr Leseverständnis oft eingeschränkt.

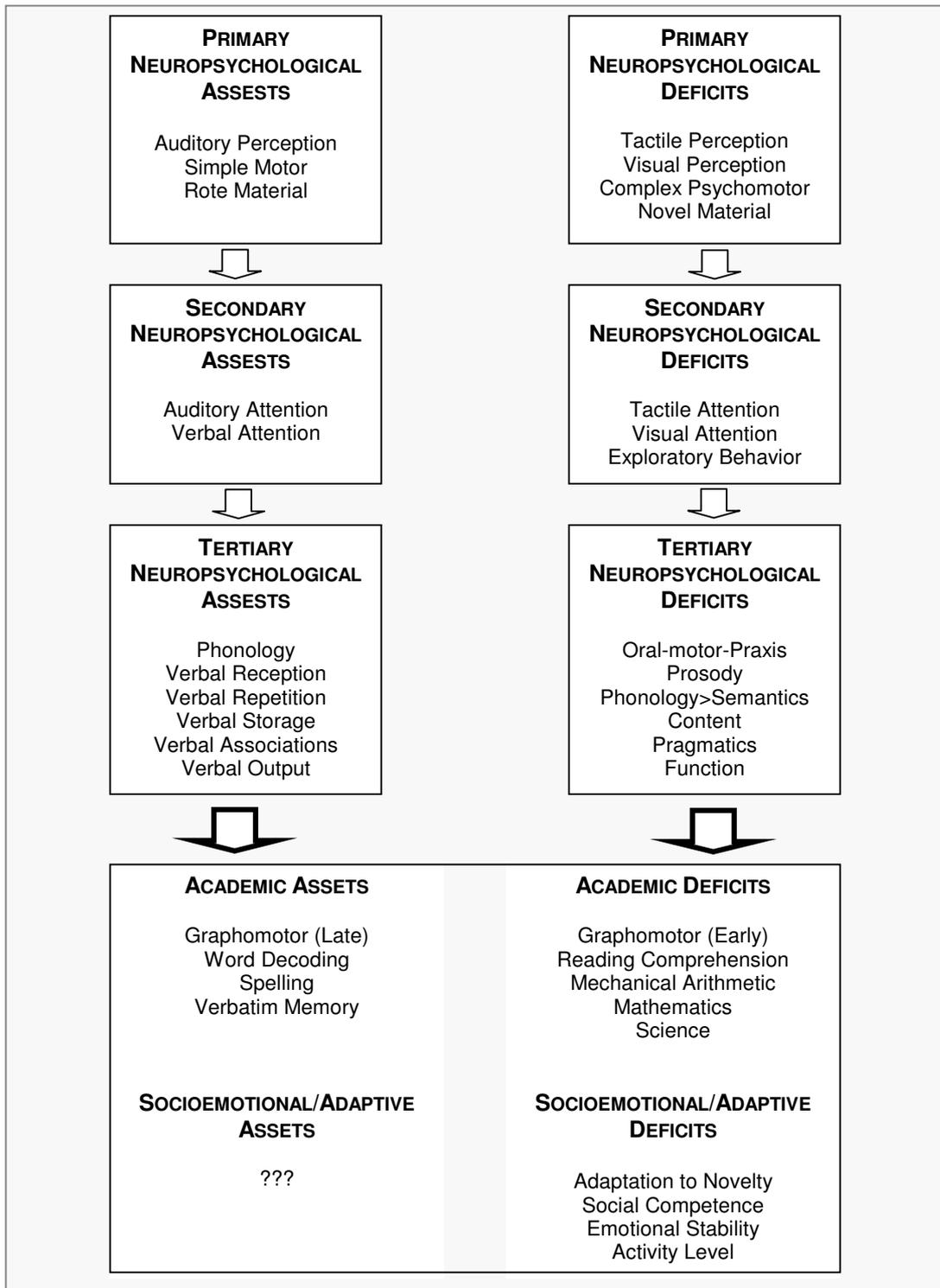


Abbildung 1. Fähigkeiten und Defizite von Kindern mit Nonverbal Learning Disabilities, adaptiert nach Rourke (1995). Die Struktur und die Dynamik der Nonverbal Learning Disabilities werden durch die Pfeile symbolisiert.

Die Diagnostik der Nonverbal Learning Disabilities orientiert sich an insgesamt acht Kriterien, die aber nicht alle zwingen auftreten müssen (Rourke et al., 2002). Die Kriterien sind in Tabelle 1 dargestellt.

Tabelle 1
Diagnostische Kriterien der Nonverbal Learning Disabilities

Kriterien	Grundrate
(1) Weniger als zwei Fehler in der einfachen taktilen Wahrnehmung und Hemmung gegenüber einer Fingeragnosie, Empfindungsstörung der Finger beim Schreiben und taktiler Agnosie, die zusammengenommen mehr als 1 Standardabweichung unter dem Mittelwert liegen.	91%
(2) Der Standardwert im Lesen liegt mehr als 0.5 Standardabweichungen über den rechnerischen Fähigkeiten.	86%
(3) Zwei der drei Untertests Wortschatztest, Gemeinsamkeiten Finden und Allgemeines Wissen (WISC/ WISC-R) sind innerhalb des Verbalteils am stärksten ausgeprägt.	78%
(4) Zwei der drei Untertests Mosaiktest, Figuren Legen und Zahlensymboltest (WISC/ WISC-R) sind innerhalb des Handlungsteils am geringsten ausgeprägt.	77%
(5) Die Leistungen im visuell-räumlichen Gedächtnis (Target Test: Reitan, 1969) liegen mehr als 1 Standardabweichung unter der Altersnorm.	64%
(6) Die Leistungen in der Handkraft (Grip strength: Reitan, 1969) liegen innerhalb der Altersnorm während die Leistungen in der visuomotorischen Koordination (Grooved Pegboard Test: Reitan, 1969) mehr als eine Standardabweichung unter der Altersnorm liegen.	64%
(7) Verlangsamte Fein- und Visuomotorik in beiden Händen (Tactual Performance Test: Halstead, 1947)	60%
(8) Der Verbal-IQ liegt mindestens 10 Punkte über dem Handlungs-IQ (WISC/ WISC-R).	27%

Anmerkungen. Übersetzung und Adaptation nach Rourke et al. (2002). Die acht Kriterien werden von den Autoren als diagnoseleitend und nicht als notwendige diagnostische Kriterien verstanden. Die Grundraten beziehen sich auf die von den Autoren angeführten Auftretenshäufigkeiten bei Kindern mit Nonverbal Learning Disabilities.

Für das Vorliegen des Nonverbal-Learning-Disabilities-Syndroms wird gefordert, dass die Leistungen von zwei der drei angeführten Untertests im Handlungsteil des WISC/ WISC-R schwächer als alle anderen Leistungen in dem Test sein sollen, unabhängig von der Höhe der Diskrepanz und dem Abstand zur Altersnorm. Lediglich beim Target-Test zum visuell-räumlichen Gedächtnis wird eine Abweichung von mindestens einer Standardabweichung unterhalb der Norm gefordert. Daraus lässt sich ableiten, dass für das Vorliegen von Nonverbal Learning Disabilities nicht zwingend unterdurchschnittliche visuell-räumliche Fähigkeiten gefordert sind. Rourke et al. (2002) gehen davon aus, dass bei 27% aller Kinder mit Nonverbal Learning Disabilities eine Diskrepanz von mehr als 10 IQ-Punkten zwischen Verbal- und Handlungsteil des WISC/ WISC-R besteht. Diese Annahme ist kritisch zu sehen, da eine solche Diskrepanz im Einzelfall weder signifikant noch besonders selten ist. Im deutschen Sprachraum wurden solche Differenzen mit dem HAWIK-III bei einer Grundrate

von 47% der Bevölkerung festgestellt (Tewes, Rossmann & Schallberger, 1999), die deutlich über der Grundrate von Kindern mit Nonverbal Learning Disabilities liegt.

Typisch für die Nonverbal Learning Disabilities sind Schwierigkeiten in der Verarbeitung und Interpretation von nonverbal-kommunikativen Reizen, die wiederum viele Überschneidungen zum Asperger-Syndrom aufweisen (Klin et al., 1995; Klein et al., 1996; Goldstein, Beers, Siegel & Minshew, 2001). Diese Überschneidungen sind sogar so groß, dass sich die Nonverbal Learning Disabilities kaum mehr von einem Asperger-Syndrom unterscheiden lassen (Volkmar & Klin, 1998; Rourke & Tsatsanis, 2000; Stein, Klin & Miller, 2004; Geller, 2005). Marchman (2002) schlägt vor, Nonverbal Learning Disabilities, Asperger-Autismus, rechtshemisphärische Störungen und semantisch-pragmatische Sprachstörungen demselben Kontinuum zugehörig zu betrachten, nämlich einem Kontinuum, das dem der Autismus-Spektrum-Störungen (Poustka, Bölte, Feineis-Matthews & Schmötzer, 2004) entsprechen würde. Unter diesem Blickwinkel wäre das Konzept der Nonverbal Learning Disabilities weit von den neuropsychologischen Definitionen räumlich-konstruktiver Störungen entfernt. Allerdings ließen sich die von Rourke geschilderten psychosozialen Auffälligkeiten nicht replizieren (Forrest 2002; Rice 2003). Die weite Definition von Nonverbal Learning Disabilities wurde von Forrest (2004) aus diesem Grund kritisiert. Forrest fordert, dass der Begriff Nonverbal Learning Disabilities nur für Kinder mit deutlichen visuell-räumlichen Störungen angewandt werden sollte, die schließlich zu sekundären Schwierigkeiten im Erwerb der rechnerischen Fertigkeiten geführt haben.

Die italienische Arbeitsgruppe um Cornoldi (Cornoldi et al., 1999) griffen diese engere Definition von Nonverbal Learning Disabilities auf und veröffentlichten eine Reihe von Studien, die sowohl die visuell-räumlichen Schwächen herausarbeiteten als auch den Bezug zu neuropsychologischen Definitionen herstellten. Sie vermuten eine generelle Schwierigkeit im visuellen Denken und Problemlösen, die sich sowohl durch räumlich-konstruktive, -perzeptive, -kognitive, -mnestische als auch sekundäre Rechenstörungen zeigen.

Insgesamt wird deutlich dass das Konzept der Nonverbal Learning Disabilities ein wesentlich breiteres Spektrum an Störungen umfasst, als sie im neuropsychologischen Bereich unter dem Begriff „räumlich-konstruktive Störung“ beschrieben werden. Es werden verschiedene visuell-räumliche Störungen angenommen, die zusätzlich aber noch mit taktilen, motorischen sowie sozial-emotionalen Störungen einhergehen.

1.2 Prävalenz räumlich-konstruktiver Störungen

Bisher gibt es keine zuverlässigen Angaben, wie häufig räumlich-konstruktive Störungen bei Kindern vorkommen. Thompson (1997) berichtet für die Nonverbal Learning Disabilities eine Prävalenz von 0.1% bis 1.0%. Cornoldi et al. (2003b) fanden bei der Normierung und Validierung ihres Fragebogens zu Nonverbal Learning Disabilities von 4026 italienischen Schulkindern 54 auffällige Kinder, was einer Prävalenz von 1.3% entsprechen würde. Heubrock, Petermann und Brinkmeier (2001a) untersuchten eine Inanspruchnahmepopulation von 101 Kindern. Davon wiesen 21% eine visuell-räumliche Störung auf. Problematisch bei diesen Prävalenzangaben ist allerdings die unterschiedliche Definition von räumlich-konstruktiven Störungen. Rourke (1989) geht mit seiner breiten Definition von einer Gleichverteilung der Geschlechter aus, während sich Forrest (2004) mit der engeren Definition von Nonverbal Learning Disabilities auf ein gehäuftes Vorkommen bei Jungen mit einem Verhältnis von 1:3 beruft.

Es gibt Entwicklungsstörungen, bei denen räumlich-konstruktive Störungen als syndromspezifisch gelten wie z.B. dem Williams-Beuren-Syndrom, dem Turner-Syndrom oder bei Spina bifida. Bei vielen Entwicklungsstörungen werden räumlich-konstruktive Störungen in Einzelfällen beobachtet, gelten aber nicht als spezifisch für die Störung, wie z.B. bei verschiedenen Formen der Epilepsie oder bei Frühgeburt. Es werden auch räumlich-konstruktive Störungen berichtet, ohne dass sich Hinweise auf eine zugrundeliegende Entwicklungsstörung zeigen. Im Folgenden wird auf einzelne Störungsbilder eingegangen, die häufig mit räumlich-konstruktiven Störungen assoziiert werden.

1.2.1 Prävalenz bei pränatalen Schädigungen des Gehirns

Räumlich-konstruktive Störungen werden im Einzelfall bei vielen genetischen Syndromen beobachtet, z.B. beim Sotos-Syndrom (Rutter & Cole, 1991; Dool, Fuerst & Rourke, 1995), beim Fragiles-X-Syndrom (Cornish, Munir & Cross, 1998; Mazzocco, 2000; Kwon et al., 2001), beim Apert-Syndrom (Sarimski, 1997), bei der 22q11-Deletion (Fuerst, Dool & Rourke, 1995; Bearden et al., 2001; Briegel & Cohen, 2004), beim Down-Syndrom (Uecker, Mangan, Obrzut & Nadel, 1993), beim Prader-Willi-Syndrom (Whittington et al., 2004), bei der Neurofibromatose Typ 1 (Billingsley et al., 2004) oder beim Cornelia-de-Lange-Syndrom (Stefanatos & Musikoff, 1994; Tsatsanis & Rourke, 1995). Auch bei anderen genetisch

bedingten organischen Erkrankungen werden in Einzelfällen räumlich-konstruktive Störungen berichtet, z.B. bei der kongenitalen Hyperthyreose (Lenemann, Buchanan & Rovet, 2001; Rovet, 2002), der infantilen Cystinose (Scarvie, Ballantyne & Trauner, 1996) oder der Leukodystrophie (Weber-Byars et al., 2001). Es werden räumlich-konstruktive Störungen bei Kindern beobachtet, deren Mütter während der Schwangerschaft Nikotin, Marihuana oder Kokain konsumiert hatten (Fried & Watkinson, 2000; Mayes & Snyder, 2007; Schroder, Snyder, Sielski & Mayes, 2004) oder beim fetalen Alkoholsyndrom (Mattson et al., 1996; Uecker & Nadel, 1996; Kaemingk & Halverson, 2000).

Williams-Beuren-Syndrom

Für das Williams-Beuren-Syndrom gelten räumlich-konstruktive Störungen als syndromspezifisch (Sarimski, 2003). Das Williams-Beuren-Syndrom wird durch eine Deletion am Chromosom 7 (7q11.23) hervorgerufen (Gray, Karmiloff-Smith, Funnell & Tassabehij, 2006). Neben typischen Gesichtsdysmorphien („Elfengesicht“) treten verschiedene körperliche Merkmale auf: supra-avalvuläre Aortenstenose oder Pulmonalstenose, infantile Hypercalcämie in den ersten Lebensjahren, verlangsamtes Körperwachstum, auditive Hypersensibilität, auffällige tiefe und raue Stimme sowie ein sternförmiges Irismuster. Das Syndrom geht meistens mit einer geistigen Behinderung einher. Vor allem die Diskrepanz zwischen z.T. altersentsprechenden sprachlichen Fähigkeiten, relativen Stärken in der visuellen Wahrnehmung von Objekten und Gesichtern gegenüber ausgeprägten Schwächen in der visuell-räumlichen Konstruktion, dem visuell-räumlichen Gedächtnis und den zeichnerischen Fähigkeiten wurden als Anlass für zahlreiche Studien genommen (Farran, Jarrold & Gathercole, 2003). Die meisten Kinder mit Williams-Beuren-Syndrom können visuell-räumliche Muster, Formen oder Zeichnungen schwer reproduzieren, ohne dass diese Schwierigkeiten auf eine Sehstörung zurückzuführen sind (Atkinson et al., 2001), allerdings mit einem gestörten Fixierungsverhalten und räumlich-kognitiven Störungen einhergehen (Hoffmann, Landau & Pagani, 2003). Sie scheinen räumliche Anordnungen in einer atypischen Weise zu kodieren (Farran & Jarrold, 2005; Farran, 2007). Ihr visuell-räumliches Gedächtnis ist deutlich schwächer ausgeprägt als ihr visuelles Gedächtnis für Objekte (Vicari, Bellucci & Carlesimo, 2006). Der Entwicklungsverlauf der zeichnerischen Fähigkeiten scheint sich zwar verzögert, qualitativ aber wie bei normalentwickelten Kindern zu vollziehen (Bertrand & Mervis, 1996; Bertrand, Mervis & Eisenberg, 1997; Paterson et al., 2006). Aufgrund der visuell-räumlichen Defizite entstehen im weiteren Entwicklungsverlauf zunehmend Schwierigkeiten im rechnerischen Bereich (Paterson, Girelli, Butterworth & Karmiloff-Smith, 2006). Längsschnittstu-

dien weisen auf, dass sich die Schwächen im visuell-räumlichen Bereich mit dem Alter etwas verringern, aber nicht normalisieren (Stiles, Sabbadini, Capirci & Volterra, 2001).

Aufgrund der Diskrepanz zwischen den relativ guten sprachlichen und schwachen visuell-räumlichen Fähigkeiten wird eine Nähe zu dem Konzept der Nonverbal Learning Disabilities vermutet (Anderson & Rourke, 1995; Farran & Jarrold, 2005). Allerdings sprechen die guten Fähigkeiten zum Gesichtererkennen und guten sprachlichen Fähigkeiten im Bereich der Pragmatik dagegen (Paul et al., 2002). Ätiologisch wird bei Kindern mit dem Williams-Beuren-Syndrom eine gestörte dorsale Route vermutet, wobei es widersprüchliche Befunde gibt (Mazzocco & Reiss, 1999; Nakamura et al., 2001; Nakamura, Kaneoke, Watanabe & Kakigi, 2002; O'Hearn, Landau & Hoffman, 2005). Atkinson et al. (2003) fanden z.B. neben funktionalen Störungen der dorsalen Route wesentliche Einschränkungen in der frontalen Aktivierung, insbesondere der inhibitorischen Prozesse bei räumlichen Aufgaben sowie ein wenig ausgereiftes System der Blicksteuerung und Augenbewegungen.

Turner-Syndrom

Auch für das Turner-Syndrom gelten räumlich-konstruktive Störungen als syndromspezifisch (Sarimski, 2003). Das Turner-Syndrom wird meistens durch ein komplettes bzw. teilweises Fehlen eines der beiden X-Chromosomen verursacht und tritt deshalb nur bei Mädchen bzw. Frauen auf. Es geht mit folgenden körperlichen Merkmalen einher: Kleinwuchs, Dysgenese der Ovarien, Infertilität, kardiovaskuläre Fehlbildungen, Nierenfehlbildungen, Hypothyreose sowie typischen Auffälligkeiten im körperlichen Erscheinungsbild (Sarimski, 2003). Vor allem der vermutete Zusammenhang zwischen hormonellen Anomalien und visuell-räumlichen Störungen machte dieses Störungsbild für die Forschung interessant. Mädchen mit einem Turner-Syndrom zeigen Schwächen in der visuell-räumlichen Wahrnehmung und Konstruktion bei guten sprachlichen Leistungen (Swillen et al., 1993; Ross et al., 1995; Temple & Carney, 1995; Ross, Kushner & Zinn, 1997; Buchanan, Pavlovic & Rovet, 1998; Hepworth & Rovet, 2000). Zudem werden eine generell verlangsamte Arbeitsgeschwindigkeit (Rovet & Buchanan, 1999), Schwächen im visuell-räumlichen Arbeitsgedächtnis (Habrecht et al., 2001), in Aufmerksamkeit (Rovet, 2004a) und im sozial-emotionalen Bereich (Rovet, 2004b) nachgewiesen. Sarimski (2003) berichtet von einem gehäuften Vorkommen von Rechenstörungen, was meist auf das eingeschränkte visuell-räumliche Vorstellungsvermögen zurückgeführt wird (Rovet, 1995; Temple & Marriott, 1998; Bruandet, Molko, Cohen & Dehaene, 2004; Murphy, Mazzocco, Gerner & Henry, 2006). Rovet (1995) zieht Paralle-

len zu den Nonverbal Learning Disabilities, da neben den visuell-räumlichen Defiziten häufig sozial-emotionale und motorische Auffälligkeiten bestehen. Ätiologisch werden Schädigungen der weißen Substanz in parietalen, temporalen und frontalen Regionen angenommen (Molko et al., 2004; Holzapfel et al., 2006) sowie hormonelle Anomalien (Rovet, 2004b).

Spina bifida und congenitaler Hydrocephalus

Sowohl bei Kindern mit Spina bifida als auch bei Kindern mit angeborenem Hydrocephalus werden oftmals Störungen in der visuell-räumlichen Wahrnehmung, visuomotorische Störungen und Rechenstörungen beobachtet (Baron & Goldberger, 1993; Dennis, Barnes & Hetherington, 1999; Mataro, Junque, Poca & Sahuquillo, 2001; Ayr, Yates & Enrile, 2005; Barnes et al., 2006). Mammarella, Cornoldi und Donadello (2003) fanden zudem ein schlechteres visuell-räumliches Gedächtnis im Vergleich zum visuell-figuralen Gedächtnis. Verschiedene Autoren sehen insgesamt Schwierigkeiten in der nonverbalen Intelligenz verbunden mit Störungen der Exekutivfunktionen und emotionalen Defiziten, so dass sie eine Analogie zum Konzept der Nonverbal Learning Disabilities sehen (Fletcher et al., 1995; Frank, Lazarus & Nathoo, 2003; Burmeister et al., 2005; Dalen et al., 2006; Zorich, 2006).

Ätiologisch lassen sich bei Kindern mit Spina bifida und Hydrocephalus verschiedene Einflussfaktoren schwer voneinander trennen. Durch den Hydrocephalus bedingt treten oftmals eine Reihe von zusätzlichen Störungen auf wie z.B. Komplikationen infolge der Shunt-Versorgung. Störungen, die vermutlich mit dem Hydrocephalus assoziiert sind wie z.B. Balkendysgenesien oder andere Gehirnanomalitäten, geringes Geburtsgewicht und Asphyxie, werden ebenfalls beobachtet. Diese Störungen stellen bereits für sich allein genommen ein Risiko für die kognitive und emotionale Entwicklung dar (Mataro et al., 2001; Wills, 1993). Zudem ist das Umfeld der Kinder infolge des Hydrocephalus und damit einhergehenden Störungen verändert. So beobachteten z.B. Wiedenbauer und Jansen-Osmann (2006b) Schwierigkeiten im Routen-Lernen, die sie der verminderten Mobilität der Kinder zuschreiben.

1.2.2 Prävalenz bei perinatalen Schädigungen des Gehirns

Während oder kurz nach der Geburt können Störungen auftreten, die sich schädigend auf das Gehirn auswirken können. Besonders unreif- und frühgeborene Kinder sind einer Reihe von Risiken ausgesetzt wie z.B. Sauerstoffmangel, Hirnblutungen oder Infektionen. Es gibt eine Vielzahl von Untersuchungen zu kognitiven Störungen infolge einer Mangel- bzw. Frühgeburt und häufig wird von einem diffusen Störungsbild berichtet mit kognitiven Einschränkungen.

kungen in vielen verschiedenen Bereichen, u.a. auch in der räumlichen Konstruktion (Korkman, Liikanen & Fellman, 1996; Goyen, Lui & Woods, 1998; Luoma, Herrgad & Martikainen, 1998; Wolke & Meyer, 1999a; Wolke & Meyer, 1999b; Kutschera, Urleberger, Maurer & Müller, 2002; Sommerfeld et al., 2002; Weindrich, Jennen-Steinmetz, Laucht & Schmidt, 2003; Chaudhari et al., 2004; Viggedal, Lundalv, Carsson & Kjellmer, 2004; Caravale, Tozzi, Albino & Vicare, 2005; Mikkola et al., 2005). Eine übersichtliche Zusammenstellung findet sich bei Sarimski (2000). Häufig treten Störungen in der motorischen Koordination und der Visuomotorik auf, die sich auch auf räumlich-konstruktive Leistungen beim Abzeichnen mindernd auswirken können (Steiß, Langner & Neuhäuser, 2005).

Ätiologisch wird eine periventriculäre Leukomalazie angeführt, die häufig als Komplikation bei Frühgeburten auftritt. Diese Läsion in der weißen Substanz führt zu motorischen Beeinträchtigungen, vermutlich aber auch zu kognitiven Störungen wie z.B. der räumlich-konstruktiven Störung (Jacobson et al., 1996; Jacobson, Knight, Downie & Whyte, 2001; Fazzi et al., 2004; Taylor et al., 2004). Dabei werden sowohl rechts- als auch linksseitige Schädigungen beobachtet (Carlsson, Uvebrandt, Hugdahl & Arvidsson, 1994; Pirila et al., 2004; Witte, 2002).

Bei vielen frühgeborenen Kindern werden Sehstörungen beobachtet (Madan, Jan & Good, 2005; Salati, Borgatti, Giammari & Jacobson, 2002; Pirila et al., 2004), differentialdiagnostisch ist eine Abgrenzung von Sehstörungen und räumlich-konstruktiven Störungen bei frühgeborenen Kindern bzw. Kindern mit perinatalen Komplikationen allerdings schwierig. Bei frühgeborenen Kindern kann eine periventriculäre Leukomalazie den Sehnerv und subkortikale Areale schädigen, die für die visuelle Informationsverarbeitung notwendig sind. Bei (termingerechter) Geburt mit Komplikationen durch Hypoxie können der visuelle Cortex bzw. die Basalganglien geschädigt werden (Dalens, Solé & Neyrial, 2006). Dabei werden häufig Visusminderung, Strabismus, Störungen der Augenbewegungen sowie im Explorations- oder Fixationsverhalten beobachtet (Fedrizzi et al., 1998; Good et al., 2001).

Die Arbeitsgruppe um Vargha-Khadem beobachtet bei einer Reihe von frühgeborenen Kindern mit perinatal hypoxischen bzw. ischämischen Episoden eine beidseitige Volumenminderung von 20-60% im Hippocampus. Diese Kinder bzw. inzwischen jungen Erwachsenen weisen neben einer ausgeprägten Störung im episodischen Gedächtnis und leichten Ein-

schränkungen im semantischen Gedächtnis auch gravierende räumliche Orientierungsprobleme auf (Isaacs et al., 2003; Vargha-Khadem et al., 1997; Vargha-Khadem et al., 2003).

1.2.3 Prävalenz bei postnatalen Schädigungen des Gehirns

Erworbene Schädigungen des Gehirns, z.B. durch traumatische Einwirkung, Schlaganfall, Tumor, Infektionen, Intoxikationen oder Sauerstoffmangel können zu verschiedenen kognitiven Beeinträchtigungen führen, u.a. auch zu räumlich-konstruktiven Störungen. Abhängig vom Alter, in dem eine Schädigung eintritt, werden teilweise Funktionsausfälle beobachtet, die nicht immer vergleichbar mit Funktionsausfällen von Kindern mit angeborenen Schädigungen des Gehirns sind. Räumlich-konstruktive Störungen werden bei Kindern sowohl nach rechts- als auch linkshemisphärischen Störungen beobachtet, eine Zuordnung gestörter Funktionen zu bestimmten Regionen des Gehirns ist bei Kindern allerdings wesentlich schwieriger als bei Erwachsenen aufgrund uneinheitlicher Störungsmuster (Max, 2004; Lidzba, Staudt, Wilke & Krägeloh-Mann, 2006). Es gibt zahlreiche Befunde verschiedener erworbener Schädigungen des Gehirns, die zu räumlich-konstruktiven Störungen geführt haben (z.B. Ritz & Benz, 1993; Ciesielski et al., 1999; Eslinger, Biddle, Pennington & Page, 1999; Lehnung, 2000; Hahn et al., 2003, Schatz, Craft, Koby & DeBaun, 2004).

1.3 Ätiologie räumlich-konstruktiver Störungen

Über die Ätiologie entwicklungsbedingter räumlich-konstruktiver Störungen bei Kindern ist wenig bekannt. Wie bereits bei Kindern mit Spina bifida und Hydrocephalus erwähnt, ist zudem eine ursächliche Zuschreibung der gestörten räumlich-konstruktiven Funktion auf die Erkrankung oder Entwicklungsstörung oftmals problematisch, da diese nicht selten mit verschiedenen Einflüssen bzw. Risikofaktoren einhergehen wie z.B. Frühgeburt, Asphyxie, hormonellen Störungen oder auch veränderten Lebensumständen durch z.B. eingeschränkte Mobilität. Jeder dieser Risikofaktoren könnte für sich allein genommen unter Umständen eine räumlich-konstruktive Störung verursachen.

Ungerleider und Mischkin (1982) und Ungerleider und Haxby (1994) skizzierten ein Schema der Verarbeitung und Organisation visuell-räumlicher Informationen anhand von experimentellen Studien mit Menschen und Tieren. Sie beschrieben zwei Verarbeitungswegen, eine *dorsale Route* und eine *ventrale Route*. Die dorsale Route ist mit der Analyse von visuell-

räumlichen Informationen assoziiert, d.h. mit dem Einschätzen von räumlichen Bezügen zwischen Objekten sowie der Wahrnehmung von Bewegungen. Sie wird deshalb auch als *Wo-Route* bezeichnet. Eine Verarbeitungsstörung in der dorsalen Route kann zu Störungsbildern wie einer Objektagnosie, Prosopagnosie oder Achromatopsie führen. Die ventrale Route ist dagegen mit der Verarbeitung und dem Erkennen von visuellen Mustern, Merkmalen von Objekten und Gesichtern sowie komplexen topografischen Szenen assoziiert. Sie wird deshalb auch als *Was-Route* bezeichnet. Eine Verarbeitungsstörung in der ventralen Route kann zu Störungsbildern wie z.B. einer optischen Ataxie, Neglekt, konstruktiven Apraxie, Blickapraxie, Akinopsie sowie Störungen der räumlichen Kognition führen. Stiles (2001) beschrieb die Vernetzung beider Routen und fand Belege dafür, dass sie sich sowohl im ausgereiften Gehirn als auch im sich entwickelnden Gehirn überlappen.

Es gibt bisher wenige Studien über den Zusammenhang von anatomischen und funktionellen Aspekten der visuell-räumlichen Informationsverarbeitung im Entwicklungsverlauf von Kindern. Bekannt sind in diesem Zusammenhang die Arbeiten um die Arbeitsgruppe von Stiles (Stiles, 2007). Beim räumlichen Lokalisieren sowie bei Aufgaben zum räumlichen Gedächtnis wurden bei (gesunden) Kindern in der Regel rechtshemisphärische Aktivierungsmuster gefunden, vor allem in frontalen Hirnarealen (insbesondere dem rechten dorso-lateralen präfrontalen Cortex, Brodman Areal 46 und 47 sowie dem anterioren Cingulum). Bei visuell geleiteten motorischen Aktionen (Augenbewegungen, Greifen) spielt das dorsale fronto-parietale System eine wichtige Rolle. Für die Aufmerksamkeitszuwendung im Raum scheinen linkshemisphärische frontale Regionen wichtig zu sein.

Kontrovers diskutiert wurde immer wieder die Abgrenzung zwischen rechts- und linkshemisphärischen Störungen. Stiles (2007) beobachtete bereits bei 4 Monate alten Kindern hemisphärenspezifische Verarbeitungsmuster für eine globale bzw. lokale Informationsverarbeitung. Wie Erwachsene zeigen auch Kinder eine rechtshemisphärische Aktivierung bei der Verarbeitung von globalen Informationen und eine linkshemisphärische Aktivierung bei der Verarbeitung von lokalen Informationen. Die Analyse und Segmentierung von visuell-räumlichen Informationen findet bei Kindern mehr in links posterior temporalen Regionen statt, während die Synthese mehr in rechts posterior temporalen Regionen verortet ist, wobei die Hemisphärenspezialisierung eine wesentliche Rolle spielt (Akshoomoff & Stiles, 1995a). Bei Kindern werden die gleichen Areale beim Bearbeiten räumlich-konstruktiver Aufgaben wie bei Erwachsenen aktiviert, allerdings zeigen Kinder bei lokalen Verarbeitungsaufgaben

deutlich mehr bilaterale Aktivierung als Erwachsene. Im Alter von 3-12 Jahren verändert sich sowohl die Komplexität als auch die Sensitivität der räumlich-analytischen Verarbeitung. Die Autoren vermuten, dass ein höherer Grad an Hemisphärenspezialisierung zu einer höheren räumlich-analytischen Leistung führt. Erst mit zunehmendem Alter gleicht sich ihr Aktivierungsmuster dem der Erwachsenen an und lokale Aufgaben werden vornehmlich linkshemisphärisch, globale Aufgaben rechtshemisphärisch verarbeitet.

Schatz et al. (2004) griffen die Überlegungen von Stiles auf und untersuchten Kinder, die aufgrund einer Sichelzellanämie vasculäre Läsionen im Alter von 5-7 Jahren erlitten hatten. Kinder mit unilateral rechtshemisphärischen Läsionen zeigten eine schwächere globale Verarbeitung als Kinder mit linkshemisphärischen Läsionen. Sie machten auch mehr Fehler im Einschätzen von Längen und Distanzen im Vergleich zu Kindern mit linkshemisphärischen Läsionen und im Vergleich zu einer gesunden Kontrollgruppe. Kinder mit bilateralen Läsionen zeigten im Wesentlichen ähnliche Auffälligkeiten wie Kinder mit ausschließlich rechtshemisphärischen Läsionen. Allerdings stellen die Autoren eine Vergleichbarkeit der Kinder mit rechts- bzw. linkshemisphärischen Störungen insgesamt in Frage, da das Ausmaß der Läsionen, Alter beim Eintritt der Läsion, Verlauf der Erkrankung sowie weiterer Funktionsstörungen (z.B. eine generelle Verlangsamung) doch sehr unterschiedlich waren. Sie vermuten, dass die Unterschiede in der globalen und lokalen Verarbeitung vor allem auf Aufmerksamkeitsprozesse zurückzuführen sind.

Über die Entwicklung visueller Verarbeitungswege bei Kindern mit Entwicklungsstörungen gibt es bisher wenige und meist divergierende Befunde (Stiles, 2007). Es gibt einige fMRI-Studien, die einen Zusammenhang zwischen visuell-räumlicher Verarbeitung und anatomisch-funktionellen Korrelaten herausstellen. So wurde z.B. eine Beteiligung des Cerebellums (Noblett & Swain, 2003), des Striatums (DeAngeli, Ohzawa & Freeman, 1995), des Vorder- und Hinterhorns bei Kindern mit spastischer Diplegie (Ito et al., 1996), des Frontallhirns bei Kindern mit Neurofibromatose Typ 1 (Billingsley et al., 2004) oder des Parietallappens bei Kindern mit Hyperthyreose (Leneman, Buchanan & Rovet, 2001) gefunden. Stiles et al. (2003) wiesen bei zwei Kindern mit pränatal erworbener, unilateraler rechts- bzw. linkshemisphärischer Schädigung ein atypisches Aktivierungsmuster beim Bearbeiten von räumlich-konstruktiven Aufgaben nach. Beide Kinder zeigten vorwiegend eine Aktivierung in der zur Läsion kontralateralen Hemisphäre bei Anforderungen an eine globale sowie lokale visuell-räumliche Verarbeitung. Zahlreiche fMRI-Studien beschäftigen sich mit mögli-

chen Unterschieden räumlich-konstruktiver Störungen zwischen rechts- und linksseitigen Schädigungen des Gehirns (z.B. Carlsson et al., 1994; Cook et al., 1994; Witte, 2002; Akshoomoff, Feroletto, Doyle & Stiles, 2002; Vogel, Bowers & Vogel, 2003). Die Befunde dazu sind allerdings uneinheitlich und z.T. widersprüchlich (Guérin, Ska & Belleville, 1999).

Insgesamt bleibt eine genaue Ätiologie und Lokalisation der räumlich-konstruktiven Störung bei Kindern mit Entwicklungsstörungen unklar. Angesichts der unterschiedlichen Definitionen dieses Störungsbildes sowie unterschiedlichen Grunderkrankungen und damit verbundenen komorbiden Störungen ist vermutlich von unterschiedlichen ätiologischen Faktoren auszugehen. Eine eindeutige Zuordnung der räumlich-konstruktiven Störung zu bestimmten dysfunktionalen Arealen ist bisher nicht gelungen.

1.4 Die Entwicklung visuell-räumlicher Fähigkeiten

In diesem Kapitel wird die Entwicklung der visuell-räumlichen Fähigkeiten bei altersgesunden und bei Kindern mit räumlich-konstruktiven Störungen beleuchtet. Anfangs werden verschiedene Untergliederungsmöglichkeiten des Raumes dargestellt. Es werden die kognitiven Prozesse bei der Wahrnehmung, Vorstellung, Einspeicherung sowie dem Sprechen über den Raum und ihre Entwicklung beschrieben. Schließlich wird die Entwicklung der räumlich-konstruktiven Fähigkeiten anhand von zeichnerischen Fähigkeiten kurz skizziert.

1.4.1 Der Raum und seine Struktur

Die Vorstellung des Raumes unterliegt bestimmten kulturell geprägten Strömungen, insbesondere physikalischen Erkenntnissen. Basierend auf Newtons Annahmen wurde der Raum oftmals als Behälter aufgefasst, in dem Gegenstände neben-, hinter- und übereinander angeordnet sind. Die moderne Physik führte den Begriff des relativen Raumes ein, der ein Zueinander der Körper beschreibt, ohne dass es absolute Grenzen wie bei einem Behälter gibt. Der physikalische Raum, auch *euklidischer Raum* genannt, wird durch die Dimensionen Höhe, Breite und Tiefe bestimmt. Er ist entsprechend des kartesischen Koordinatensystems nach seiner Dimensionalität in drei Raumachsen untergliedert, der Abszisse (links-rechts), der Ordinate (oben-unten) und der Applikate (vorne-hinten). Die Ordinate wird durch die Schwerkraft verdeutlicht. Die Bewegung wird oftmals als vierte, zeitliche Dimension betrachtet (Schumann-Hengsteler, 1995).

Der Raum kann nach seiner Ausdehnung in einen *Nah-* und einen *Fernraum* untergliedert werden. Kerkhoff (2004) unterteilt den Nahraum im Hinblick auf mögliche funktionale Einschränkungen noch in weitere Sektoren, nämlich in einen *Greifraum* (0.3-0.7m) und einen *Ultranahraum* (bis 0.30m), der auch den *Körperraum* beinhaltet. Diese Raumsektoren grenzt Kerkhoff von einem vorgestellten, *repräsentationalen Raum* ab. Eine solche Untergliederung wird z.B. bei Patienten mit einem Neglekt vorgenommen, um deren Einschränkungen differenziert beschreiben zu können.

Der Raum kann auch in Abhängigkeit vom Bezugs- bzw. Referenzsystem in ein *egozentrisches* und ein *allozentrisches Referenzsystem* untergliedert werden. Das egozentrische Referenzsystem legt die Blickrichtung und Bewegungsrichtung des Betrachters zugrunde während im allozentrischen Referenzsystem die Betrachterperspektive durch saliente d.h. besonders markante Raumelemente oder -strukturen (z.B. Zimmerecken, Türen etc.) definiert ist. Diese Untergliederung spielt z.B. bei verbalen Beschreibungen von räumlichen Anordnungen oder Wegbeschreibungen eine Rolle und führt auch bei Erwachsenen nicht selten zu Missverständnissen, da die Referenzsysteme miteinander konfliktieren können (May, 2000).

1.4.2 Räumliche Fähigkeiten aus psychometrischer Perspektive

Seit den 20er Jahren wird in einer Reihe von Untersuchungen versucht, das Konstrukt *räumliche Fähigkeiten* durch psychometrische Verfahren und deren Analyse genauer zu bestimmen. Eliot (1987) stellt zwei historische Betrachtungsweisen der psychometrischen Tradition dar. Während lange Zeit der Faktor *space* als spezifischen Faktor der allgemeinen Intelligenz untersucht wurde (Carroll, 1993; Lohmann, 1979; McGee, 1979), wurde dieser später in verschiedene Subfähigkeiten untergliedert und deren Beziehungen zueinander untersucht (Carpenter & Just, 1986). Es wurden unterschiedliche faktorenanalytische Modelle formuliert wie z.B. die Faktorenstrukturmodelle von Thurstone, Vernon oder Guilford. Konsens dieser Modelle war eine Untergliederung der visuell-räumlichen Fähigkeiten in zwei Hauptfaktoren, nämlich dem Faktor *spatial manipulation* oder auch *visualization* genannt und dem Faktor *spatial orientation* (Mc Gee, 1979; Lohmann, 1979). Auf dem Faktor *visualization* laden vor allem Aufgaben zur mentalen Rotation, während auf dem Faktor *orientation* Tests zur Feldabhängigkeit wie z.B. der Embedded Figures Test hoch laden. In ihrer Metaanalyse über faktorenanalytischen Untersuchungen räumlicher Fähigkeiten im Zusammenhang mit Geschlechtsunterschieden kamen Linn und Peterson (1985) auf drei visuell-räumliche Faktoren: räumliche Wahrnehmung (*spatial perception*), mentale Rotation (*mental rotation*) und räum-

liche Vorstellung (*Visualization*). Dem Faktor räumliche Wahrnehmung ordnen die Autoren Aufgaben zu, bei denen die räumlichen Reize in Bezug zum eigenen Körper analysiert werden müssen. Dabei spielt die Beachtung der Schwerkraft, d.h. einer Vertikalen und einer Horizontalen eine entscheidende Rolle sowie die Feldabhängigkeit. Eine typische Aufgabe zur räumlichen Wahrnehmung ist z.B. die Wasserspiegel-Aufgabe (Piaget & Inhelder, 1956), bei der eine horizontale Linie eines gekippten Wasserglases identifiziert werden muss. Die mentale Rotation erfordert ein mentales Drehen von räumlich vorgestellten zwei oder dreidimensionalen Objekten. Aufgaben zur Visualisierung bzw. räumlichen Vorstellung erfordern komplizierte, mehrschrittige mentale Manipulationen visuell-räumlicher Informationen. Typische Aufgaben zur räumlichen Vorstellung sind z.B. Papier-Falt-Aufgaben. Lohaus, Schumann-Hengsteler und Kessler (1999) fügten den drei von Linn und Petersen genannten Bereichen noch die *räumliche Orientierung* hinzu. Siegel und White (1974) führten die Untergliederung in *large-scale space* und *small-scale space* ein, abhängig davon ob eine Umgebung von einem Standpunkt aus vollständig überblickt werden kann.

Problematisch an all diesen faktorenanalytischen Untersuchungen ist eine Konfundierung visuell-räumlicher Fähigkeiten mit intellektuellen Fähigkeiten. Wie Lohmann (1988) aufzeigt, sind komplexe räumliche Aufgaben der Intelligenztestverfahren immer Aufgaben, die primär mit dem G-Faktor assoziiert sind, also logisch-schlussfolgernde Aufgaben anhand von figuralem Material und damit nicht ausschließlich visuell-räumliche Fähigkeiten messen. Aufgaben zur mentalen Rotation werden nicht immer durch eine mentale Rotation, sondern z.B. durch logische Strategien gelöst, was einen Faktor „mentale Rotation“ fragwürdig erscheinen lässt. Insgesamt beschreibt Eliot (1987) die psychometrische Suche nach einem einheitlich definierten Konstrukt als frustrierend, „because they appeared at best vague and at worst self-contradictory“ (S. 55).

1.4.3 Die Entwicklung der räumlichen Perzeption und Kognition

Aus der Perspektive der kognitiven Entwicklungspsychologie steht vor allem die Frage im Vordergrund, wie visuell-räumliche Informationen im Entwicklungsverlauf mental repräsentiert und verarbeitet werden. Betrachtungen über die Entwicklung einer Raumvorstellung sind nicht neu. So formulierte Stückrath 1955 Entwicklungsstufen der Raumorientierung und leitete daraus schulische Förderkonzepte ab. Nach Stückraths Modell ist die räumliche Vorstellung in den ersten Lebensjahren rein wahrnehmungsbezogen auf motorische Handlungen ausgerichtet und integriert später, erst zufällig, dann systematisch einzelne Raumelemente

und deren Bezüge bis sich ein sogenanntes *Ortsbewusstsein* herausbildet. Auf den Ideen von Stückrath aufbauend entwickelten Piaget, Inhelder und Szeminska (1966/ 1975) ihre Theorie der Entwicklung eines Raumkonzeptes, auf die sich noch heute zahlreiche Studien und pädagogische Förderkonzepte beziehen. Piaget ging davon aus, dass Kinder ohne räumliches Wissen geboren werden und durch die Manipulation von Gegenständen erst ein *topologisches*, d.h. ein rein wahrnehmungsbezogenes Raumverständnis entwickeln, daraufhin ein *projektives* Raumverständnis unter Berücksichtigung der Beziehungen einzelner Gegenstände im Raum zueinander und im Alter von 12 Jahren schließlich ein *euklidisches* Raumverständnis, bei dem sowohl eine Orientierung an den Raumachsen als auch eine Orientierung mithilfe metrischer Operationen erfolgt. Das Denken des Kindes wechselt dabei von einer *egozentrischen* zu einer *allozentrischen* Sichtweise, bei der ein Betrachterwechsel und damit auch ein Wechsel des Bezugsrahmens möglich ist. Piagets Stufenmodell des räumlichen Denkens und die damit verbundene Zuschreibung zu bestimmten Altersgruppen wurde inzwischen weiterentwickelt (eine ausführliche Diskussion findet sich z.B. bei Newcombe und Huttenlocher, 2000).

Nach den Untersuchungen von Del Giudice et al. (2000a) entwickeln sich die räumlich-kognitiven Fähigkeiten zwischen dem 4. Lebensjahr bis zum Schuleintritt sprunghaft, während der ersten Schuljahre ist dann nur noch eine leichte Verbesserung zu beobachten. Räumlich-perzeptive Fähigkeiten, insbesondere das Differenzieren von Längen, Winkeln und Größen erreichen bereits vor Schuleintritt ein Plateau, steigen dann langsam weiter an und erreichen nach einigen Schuljahren die Decke. Die visuell-räumliche Aufmerksamkeitsorientierung erreicht bereits im Alter von 4 Jahren eine Decke.

Die meisten Forschungsarbeiten zu räumlich-kognitiven Fähigkeiten beziehen sich auf die mentale Rotation. Neuere entwicklungspsychologische Studien legen nahe, dass Kinder bereits früher in der Lage sind, Objekte mental zu rotieren als von Piaget angenommen wurde. Bereits Kinder im Alter von 2 Jahren können einfache Rotationsaufgaben lösen (Örnkloo & von Hofstein, 2007). Klassische Aufgaben zur mentalen Rotation, bei denen ein abgebildetes Objekt rotiert und von einem gespiegelten und rotierten Objekt unterschieden werden muss, können Kinder im Alter von 4 Jahren lösen (Marmor, 1977). Komplexe Aufgaben, bei denen mehrere Aspekte gleichzeitig berücksichtigt werden müssen, können Kinder ab dem Alter von 10 Jahren lösen, was Newcombe und Huttenlocher (2006) in Abhängigkeit von der Entwicklung der Arbeitsgedächtniskapazität sehen.

Einen Schwerpunkt der Diskussion um die mentale Rotation bilden Studien, die sich mit der Frage beschäftigen, wie Kinder denn eine mentale Rotation vornehmen. Dabei werden Annahmen über eine *holistische* gegenüber einer *analytischen Strategie* sowie einer *motorischen* gegenüber einer *mental* Strategie diskutiert (eine Ausführliche Zusammenstellung findet sich bei Wiedenbauer, 2006). Lohmann (1988) definiert verschiedene Prozesse, die bei der mentalen Rotation von Kindern sukzessiv vorgenommen werden. Zuerst werden visuell-räumliche Informationen mental repräsentiert und eingespeichert. Um die visuell-räumliche Information weiter verarbeiten zu können, wird die notwendige Information jeweils abgerufen, analysiert und transformiert. Lohmann vermutet, dass Kinder mit hohen visuell-räumlichen Fähigkeiten über ein besonders gutes visuell-räumliches Gedächtnis verfügen und so komplexe räumliche Informationen leichter transformieren können.

Huttenlocher & Presson (1979) identifizierten bei Kindern drei unterschiedliche Strategien, wenn sie einen Perspektivwechsel vornahmen. Sie rotierten ihren eigenen Körper mental, rotierten ihren eigenen Körper physisch oder rotierten das Objekt mental. Eine mentale Rotation wurde meist nur dann vorgenommen, wenn der Rotationswinkel weniger als 90° betrug. Roberts und Aman (1993) beobachteten, dass Kinder erst ab dem Alter von 8 Jahren Rotationen über 90° von schiefwinkligen Objekten vornehmen konnten und schlossen daraus, dass sich Kinder anfangs auf egozentrische Weise vorstellen, wie ihr Körper rotiert und sich erst mit 8 Jahren vorstellen können, wie das Objekt rotiert. Für einen Zusammenhang zwischen motorischer und mentaler Rotation sprechen auch die Ergebnisse von Williams et al. (2004), die bei Kindern mit einer motorischen Koordinationsstörung Schwierigkeiten im Nutzen von motorischen Prozessen bei der mentalen Rotation beobachteten. Die Kinder zeigten im Vergleich zu altersgesunden Kindern nur eine schwächere mentale Rotationsfähigkeit im Zusammenhang mit körperbezogenen Inhalten wie z.B. der Rotation von Händen, nicht aber im Zusammenhang mit visuellen Symbolen wie z.B. Buchstaben. Die Autoren vermuten bei Kindern mit motorischer Koordinationsstörung Einschränkungen in der Vorstellung von motorischen Handlungen.

Die Differenzierung zwischen analytischen und holistischen Strategien bei Aufgaben zur mentalen Rotation ist grundsätzlich schwierig, wie Lohaus, Schumann-Hengsteler und Kessler (1999) anführen. Die Autoren kritisieren, dass viele dieser Aufgaben genauso durch logisch-schlussfolgerndes Denken zu lösbar sind und damit die tatsächlich gemessene Fähigkeit eines Tests zur mentalen Rotation eine andere als die intendierte sein kann. Werden

Kinder direkt befragt, wie sie Aufgaben zur mentalen Rotation lösen, benennen sie insgesamt nur wenige Strategien (Ehrlich, Levine & Golding-Meadow, 2006). In der Studie von Ehrlich et al. gaben die meisten Kinder an, dass sie sich an der Bewegung beim vorgestellten Zusammensetzen bzw. Rotieren von Figuren orientieren. Viele Kinder äußerten verbal allerdings andere Strategien als sie gestisch zeigten und die geäußerten Lösungsstrategien standen in keinem Zusammenhang mit der tatsächlichen Leistungsfähigkeit bei Aufgaben zur mentalen Rotation.

Rosser et al. (1989) stellen eine Abhängigkeit der angewandten Strategie sowohl vom Alter der Kinder als auch vom Aufgabenmaterial fest. Kinder vor dem Schulalter zeigen keine erkennbare Lösungsstrategie. Sie versuchen meist, die Ausgangs- bzw. Standardposition wieder herzustellen und lösen die Aufgaben wahrnehmungsbezogen und nicht logisch. Richtige Antworten kommen dabei meist zufällig zustande. Erstklässler bzw. Kinder mit insgesamt schwachen Leistungen in der mentalen Rotation orientieren sich besonders an herausragenden Elementen der zu rotierenden Figur. Besondere Schwierigkeiten zeigen sie dementsprechend bei der mentalen Rotation von Figuren ohne markante, hervorstehende Details, insbesondere wenn deren internen Orientierungspunkte bzw. Elemente unterschiedlich ausgerichtet sind und miteinander konfliktieren. Auf diesem niedrigen Niveau lösen Kinder Aufgaben mit rechtwinkliger mentaler Rotation genauso gut wie Aufgaben mit schiefwinkliger mentaler Rotation. Fünftklässler sind nicht mehr auf eine Orientierung an hervorstehenden Elementen einer Figur angewiesen und können zunehmend multiple, unterschiedlich ausgerichtete Details innerhalb der zu rotierenden Figur koordiniert zur mentalen Rotation nutzen.

Es finden sich bisher keine systematischen Studien zur mentalen Rotation bei Kindern mit räumlich-konstruktiven Störungen. Wiedenbauer (2006) beobachtete, dass Kinder mit Spina bifida und Hydrocephalus schwächere Fähigkeiten in der mentalen Rotation als altersgesunde Kinder aufwiesen. Die Kinder profitierten von einem manuellen Training, bei dem der mentale Rotationsprozess motorisch demonstriert wird. Wiedenbauer vermutet bei den Kindern mit Spina bifida verlangsamte Vergleichsprozesse, die eine mentale Rotation erschwert haben.

1.4.4 Die Entwicklung der Fähigkeit zur Imagery

In den 70er Jahren entspann sich eine grundlegende Diskussion darüber, wie Informationen kognitiv verarbeitet werden. Dabei stand auf der einen Seite die Annahme, dass Informatio-

nen modalitätsübergreifend propositional kodiert werden (Pylyshin, 1973), d.h., dass visuelle und verbale Informationen auf gleiche Weise mental repräsentiert werden. Auf der anderen Seite stand die Annahme der Dual-Code-Theorie (Paivio, 1971), die beinhaltet, dass Informationen in zwei unterschiedlichen Systemen verarbeitet werden, einem nonverbalen und einem verbalen System. Im sequentiell-verbalen System werden die Informationen als sogenannte Logogene und im simultan-visuellen System als Imagene abgelegt. Beide Systeme stehen zueinander in Beziehung.

Basierend auf der Dual-Code-Theorie wurden verschiedene Modelle entwickelt, die vor allem die nonverbale Repräsentation fokussieren, zusammengefasst unter dem Begriff *Imagery*. Ein führender Vertreter dieser Imagery-Forschung ist Kosslyn (1980, 1994), seine Theorien werden auch heute noch im Zusammenhang mit räumlich-konstruktiven Störungen angeführt. Unter Imagery wird die Fähigkeit verstanden, sich Objekte und Szenen in ihrer Abwesenheit mental vorzustellen und ggf. zu manipulieren. „Visual mental imagery is ‚seeing‘ in the absence of the appropriate immediate sensory input; imagery is a ‚perception‘ of remembered information, not new input“ (Kosslyn, 1995, p. 267). Im Gegensatz zur Wahrnehmung von realen Objekten, beschreibt Imagery höhere visuelle Funktionen.

Von Kindern mit räumlich-konstruktiven Störungen wird vermutet, dass sie Imagery schlechter beherrschen und damit auch weniger einsetzen als Kinder ohne räumlich-konstruktive Störungen (Cornoldi & Vecchi, 2003). Die Arbeitsgruppe um Cornoldi befasste sich mit dem Zusammenhang zwischen Imagery und räumlich-konstruktiven Leistungen bei Kindern mit Nonverbal Learning Disabilities. Sie untersuchten das visuell-räumliche Arbeitsgedächtnis von Kindern und versuchten dies von Imagery-Prozessen abzugrenzen (Mammarella, Pazzaglia & Cornoldi, 2006). Kinder mit Nonverbal Learning Disabilities zeigten schwache Leistungen im visuellen Gedächtnis, besonders schwache Leistungen aber im räumlichen Gedächtnis. Die Autoren vermuten, dass die Kinder beim Lösen von Aufgaben zum visuellen Gedächtnis verbale Kompensationsstrategien einsetzen und dadurch bessere Leistungen als im räumlichen Gedächtnis erzielen. Bei räumlichen Gedächtnisaufgaben haben Kinder mit Nonverbal Learning Disabilities dagegen große Schwierigkeiten, verbale Strategien einzusetzen. Es fällt ihnen schwer, bildlich Assoziationen vorzunehmen, was auf Imagery-Defizite hinweist (Cornoldi et al., 1999).

1.4.5 Die Entwicklung des visuell-räumlichen Arbeitsgedächtnisses

Kinder mit räumlich-konstruktiven Störungen zeigen häufig Einschränkung im visuell-räumlichen Arbeitsgedächtnis (Süss-Burghardt, 2001). Unklar ist dabei die Kausalität: Sind Kinder aufgrund der räumlich-konstruktiven Störung im visuell-räumlichen Gedächtnis eingeschränkt, sind sie aufgrund des schwachen visuell-räumlichen Gedächtnisses in ihren räumlich-konstruktiven Fähigkeiten eingeschränkt oder gibt es einen übergeordneten Faktor, der sowohl zu eingeschränkten räumlich-konstruktiven Fähigkeiten als auch einem eingeschränkten visuell-räumlichen Gedächtnis geführt hat? Unklar ist auch, inwieweit andere Faktoren die Leistungen im visuell-räumlichen Gedächtnis zusätzlich einschränken können wie z.B. die Aufmerksamkeit oder metakognitive Strategien, die wiederum nicht immer leicht von mnestischen Funktionen zu trennen sind (Schumann-Hengsteler, 1995). In den letzten 15 Jahren rückte das visuell-räumliche Arbeitsgedächtnis stärker in den Fokus der Forschung.

Ausgehend von dem klassischen Arbeitsgedächtnismodell von Baddeley und Hitch (Baddeley, 1986), die das Arbeitsgedächtnis in eine phonologische Schleife, einem visuell-räumlichen Notizblock und einer modalitäts-unabhängigen zentralen Exekutive untergliederten, ergänzte Logie (1995) und später auch Baddeley selbst das Modell um den Einfluss des Langzeitgedächtnisses, der sogenannten *knowledge base* (Logie, 1995) bzw. dem *episodic buffer* (Baddeley, 2000). Logie trennt das visuelle Arbeitsgedächtnis nochmals in eine visuell-statisch ausgerichtetes und ein räumlich-dynamisch ausgerichtetes Subsystem. Das visuelle Gedächtnis, der *visual cache*, speichert Formen, Farbe, Aussehen und Merkmale von Objekten, während das räumliche Gedächtnis, der *inner scribe*, Lokalisationen, Relationen und raumzeitliche Abfolgen speichert. Sowohl im visuell-räumlichen als auch im phonologischen Arbeitsgedächtnis finden Rehearsalprozesse statt. Diese Untergliederung wurde von Cornoldi und Vecchi (2003) aufgegriffen und in einem zweidimensionalen, konischen Kontinuum-Modell dargestellt, das aus Abbildung 2 zu entnehmen ist (Cornoldi & Vecchi, 2000, zitiert nach Vecchi, Phillips & Cornoldi, 2001, S. 33). Die horizontale Dimension ihres Modells bildet das Ausmaß der Überschneidungen einzelner Modalitäten (auditiv, visuell, haptisch etc.) ab. Die vertikale Dimension bildet die Verarbeitungstiefe der Gedächtnisinhalte ab. Aufgaben, die eine mentale Manipulation erfordern, z.B. eine Abfolge in umgekehrter Reihenfolge wiederzugeben, besitzen einen hohen Aktivitätsgrad, während reine Reproduktionsaufgaben eher passiv sind und eine geringe Verarbeitungstiefe beinhalten. Die Modalitätsspezifität nimmt mit zunehmender Verarbeitungstiefe ab. Aufgaben, die ein hohes Maß

an Kontrollprozessen erfordern, lassen sich nicht mehr nur einer einzelnen Modalität zuordnen (z.B. Zahlennachsprechen rückwärts), während Aufgaben mit geringer Verarbeitungstiefe (z.B. Zahlennachsprechen vorwärts) einer spezifischen Modalität zugeordnet werden können. In diesem Modell wird die hierarchische Struktur, die in dem Arbeitsgedächtnismodell von Baddeley und Hitch durch die übergeordnete zentrale Exekutive dargestellt wird, durch die Dimension der Verarbeitungstiefe ersetzt.

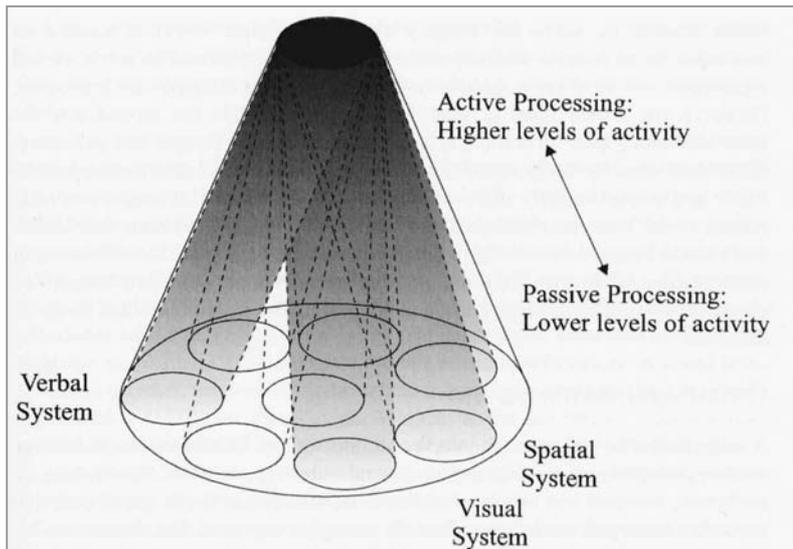


Abbildung 2. Das Kontinuum-Modell des Arbeitsgedächtnisses von Cornoldi und Vecchi.

Das visuelle Arbeitsgedächtnis speichert vor allem Farben, Formen und Textur auf eine statische Weise. Räumliche Inhalte werden kategorial kodiert (z.B. innen/ außen, rechts/ links) und Details zugunsten übergeordneter Gesichtspunkte weniger berücksichtigt. Das visuelle Arbeitsgedächtnis wird z.B. beim Wiedererkennen bzw. Reproduzieren von geometrischen Formen aktiviert. Das räumliche Gedächtnis speichert dagegen den Ort von Objekten, Beziehungen zwischen Objekten und Positionen in Relation zum Betrachter auf eine nicht-statische Art. Räumliche Inhalte werden nach metrischen Gesichtspunkten, Größe und Anordnung detailliert gespeichert. Das räumliche Gedächtnis wird bei der Reproduktion von räumlichen Anordnungen sowie bei der mentalen Manipulation visuell-räumlicher Inhalte aktiv. Die Autoren untergliedern das räumliche Gedächtnis nochmals in ein simultanes und in ein sequentielles räumliches Gedächtnis (Mammarella et al., 2006). Rudkin, Pearson und Logie (2007) stellten fest, dass für das sequentielle räumliche Gedächtnis deutlich mehr exekutive Funktionen involviert sind als für das simultane räumliche Gedächtnis.

Die Arbeitsgruppe um Cornoldi (Conte, Cornoldi, Pazzaglia & Sanavio, 1995) beobachtete, dass die Leistung des visuell-räumlichen Gedächtnisses im Alter von 7-11 Jahren kontinuierlich zunimmt. Offen ist allerdings, ob dies auf einen Zuwachs an Arbeitsgedächtniskapazität oder an effektiveren Gedächtnisstrategien bzw. exekutiven Funktionen zurückzuführen ist. Mit Augenmerk auf die Imagery-Debatte stellte Schumann-Hengsteler (1995) fest, dass Kinder bei serieller Darbietung bessere Reproduktionsleistungen als bei einer simultanen Darbietung unabhängig ihres Alters zeigen. Ein Alterseffekt ließ sich erst bei Erwachsenen finden. Erwachsene profitieren von einer simultanen Darbietung im Vergleich zur seriellen Darbietung. Werden bei der seriellen Darbietung die einzelnen Items jeweils stehen gelassen (sukzessiv-konstruktive Darbietung), zeigen Kinder wesentlich schwächere Leistungen. Schumann-Hengsteler folgert daraus, dass Kinder visuelle Informationen genau wie Erwachsene mental repräsentieren, komplexe Informationen aber weniger flexibel als Erwachsene nutzen können. Die Enkodierung erfolgt bei Kindern anscheinend absolut, d.h. an die Identität des jeweiligen Merkmals geknüpft. Von einer simultanen Darbietung profitieren Kinder nur dann, wenn jeweils gleiche Objekte an unterschiedlichen Positionen dargeboten werden und sie dadurch relationale Informationen nutzen können. Bei einer seriellen Darbietung übernehmen Kinder die vorgegebene Abfolge im Vergleich zu Erwachsenen nicht, was zu Interferenzen und damit geringeren Leistungen führt.

Studien über die Entwicklung des visuell-räumlichen Gedächtnisses bei Kindern mit räumlich-konstruktiven Störungen stammen vor allem aus der Arbeitsgruppe um Cornoldi (Cornoldi & Vecchi, 2003). Kinder mit Nonverbal Learning Disabilities, von denen ein schwach ausgeprägtes visuelles Arbeitsgedächtnis angenommen wird, zeigten eine erhöhte Fehlerzahl vor allem bei aktiven Aufgaben des sequentiell-räumlichen Arbeitsgedächtnisses (Mammarella & Cornoldi, 2003). Cornoldi und Vecchi (2003) bezeichnen dies als eine Leistungsdissoziation zwischen dem passiven und aktiven räumlichen Arbeitsgedächtnis. Allerdings beobachteten sie auch eine umgekehrte Dissoziation bei einigen Kindern mit Nonverbal Learning Disabilities, d.h. gute Leistungen im aktiven räumlichen Arbeitsgedächtnis bei schwach ausgeprägtem passiven räumlichen Arbeitsgedächtnis. Für die Autoren ist die Leistungsdissoziation im visuellen Arbeitsgedächtnis besonders charakteristisch für das Störungsbild der Nonverbal Learning Disabilities. Die Autoren vermuten, dass die beobachteten visuell-räumlichen Störungen bei Kindern mit Nonverbal Learning Disabilities auf eine Störung im visuell-räumlichen Arbeitsgedächtnis zurückzuführen sind, da diese Kinder die mental zu

bearbeitenden visuellen Inhalte schwer im Gedächtnis halten können und komplexere Prozesse wie z.B. eine mentale Rotation dadurch nur erschwert ausführen können.

Mammarella & Cornoldi (2003) untersuchten Kinder mit Nonverbal Learning Disabilities im Vergleich zu Kindern, die eine niedrige visuell-räumliche Intelligenz und hohe verbale Intelligenz aufwiesen, aber keine Schulleistungsprobleme entwickelt hatten wie Kinder mit Nonverbal Learning Disabilities. Die Kinder ohne Schulleistungsprobleme zeigten in den Aufgaben zum aktiven räumlichen Gedächtnis nur dann schwache Leistungen, wenn eine verbale Strategie unterbunden wurde. Die Autoren folgern, dass die niedrige visuell-räumliche Intelligenz der Kinder durch spezifische Aspekte des Arbeitsgedächtnisses verursacht wurden, durch verbale Fähigkeiten aber soweit kompensiert werden können, dass keine sekundären Schulleistungsstörungen auftreten.

Auffallend war in den genannten Studien zu Kindern mit Nonverbal Learning Disabilities eine erhöhte Anzahl von Intrusionsfehlern im Vergleich zu Inventionsfehlern. Intrusionsfehler sind Fehler, die durch Interferenz vorangegangener Items entstehen. Die Kinder sollten jeweils auf die Position des letztgenannten Items zeigen und gaben fälschlicherweise Positionen vorangegangener Items an. Inventionsfehler beziehen sich auf die Angabe einer falschen Position, die in keinem Zusammenhang zu vorangegangenen Items steht. Sowohl hinsichtlich der Fehlerzahl als auch Fehlerart unterscheiden sich die Kinder mit Nonverbal Learning Disabilities signifikant von Kindern mit Verbal Learning Disabilities und auch von einer unauffälligen Kontrollgruppe. Mammarella und Cornoldi (2003) diskutieren verschiedene mögliche Gründe für diese Unterschiede, die neben einer Störung im räumlichen Arbeitsgedächtnis eine Rolle gespielt haben können wie z.B. Schwächen in der selektiven Aufmerksamkeit, Schwierigkeiten in der Inhibition oder auch ein primär reduziertes Wissen um visuell-räumliche Aspekte, so dass die Prozesse des räumlichen Gedächtnisses aufgrund geringer Rückgriffmöglichkeiten auf ein visuell-räumliches Langzeitgedächtnis sekundär eingeschränkt sind.

Dissoziationen zwischen visuellem und räumlichen Arbeitsgedächtnis wurden auch bei anderen Störungsbildern beobachtet, die mit eingeschränkten visuellen-räumlichen Fähigkeiten einhergehen. Vicari et al. (2006) fanden bei Kindern mit einem Williams-Beuren-Syndrom ein relativ gutes visuelles Gedächtnis für Objekte bei besonders schwachen Leistungen im räumlichen Gedächtnis. Kinder mit einem Turner Syndrom zeigten im visuellen und räumli-

chen Gedächtnis gleichermaßen Einschränkungen (Cornoldi, Marconi & Vecchi, 2001). Bei der Untersuchung von Kindern mit Spina bifida beobachteten Mammarella et al. (2003) eine umgekehrte Dissoziation im visuell-räumlichen Gedächtnis. Die Kinder zeigten Einschränkungen im passiven visuellen Gedächtnis, nicht aber im aktiven räumlichen Gedächtnis. Ihre Leistungen im Corsi-block-tapping-test (vorwärts und rückwärts) waren unauffällig aber sie konnten zeichnerische Abbildungen unterschiedlicher Häuser deutlich schwerer als die Kontrollgruppe wiedererkennen.

Zoelch, Seitz und Schumann-Hengsteler (2005) kritisieren, dass bei vielen Studien zum visuell-räumlichen Arbeitsgedächtnis, der Einfluss der zentralen Exekutive nur wenig beleuchtet wurde. Es ist bisher unklar, welche Rolle z.B. die Koordination simultaner Informationen, Kontrolle von Arbeitsstrategien, selektive Aufmerksamkeitsprozesse, Inhibition sowie der Zugriff auf Informationen aus dem Langzeitgedächtnis und deren Manipulation bei der Bearbeitung von visuell-räumlichen Gedächtnisaufgaben spielen.

1.4.6 Sprechen über den Raum

Die Beschäftigung mit dem Zusammenhang von Raum und Sprache ist in der psychologischen Literatur eher gering, obwohl die Kenntnis von räumlichen Begriffen bei vielen Untersuchungen vorausgesetzt wird. Im Gegensatz zu Symbolsystemen wie Landkarten oder dreidimensionalen Modellen, können räumliche Informationen sprachlich ausgedrückt werden, ohne metrische Bezüge zu berücksichtigen. Besonders beim Navigieren spielt die Sprache eine wichtige Rolle (Hermer-Vazquez, Spelke & Katsnelson, 1999; Ratliff & Newcombe, 2008). Umstritten ist, ob die Sprache beim Navigieren ein von der räumlichen Vorstellung unabhängiges Modul darstellt (Ponticorvo & Miglino, 2005).

1.4.6.1 Psycholinguistische Aspekte räumlicher Fähigkeiten

Wenn metrische Bezüge kommuniziert werden sollen, müssen eine Reihe technischer Termini beherrscht werden, u.a. raumbezogene Präpositionen. Der Einsatz von Präpositionen ist allerdings nicht eindeutig und hängt sowohl vom Blickpunkt des Sprechers bzw. Hörers als auch vom Objekt selbst sowie dem individuellen Wissenserwerb ab. Das Sprechen über den Raum unterliegt sowohl kulturspezifischen, sprachstrukturellen Vorgaben als auch einer vom Spracherwerb beeinflussten Vorstellung des Raumes (Herrmann & Schweizer, 1998). Im Chinesischen wird z.B. nicht die Beschreibung *hinter dem Tisch* benutzt, sondern *gelegen bei der Rückseite des Tisches*, was eine wesentlich präzisere Aussage als in der deutschen

Sprache ist. Andere Sprachen benutzen nicht die Präpositionen *rechts* und *links*, sondern nehmen absolute Ortsbeschreibungen vor (z.B. Windrichtungen) oder beschreiben Objekte relativ zu fixen Bezugsobjekten (z.B. Häuser, Berge) (Levinson, 2003; Levinson & Wilkins, 2006).

Herrmann & Schweizer (1998) stellen unterschiedliche Anforderungen und Konventionen bei der Verwendung von Präpositionen und Ortsbeschreibungen dar. Bei der Raumwahrnehmung ist der Blickpunkt immer egozentrisch. Bei der mentalen Vorstellung eines Raumes ist der Blickpunkt ebenfalls meist egozentrisch, teilweise aber auch allozentrisch (z.B. im Sinne einer Vogelperspektive). Es können auch Blickpunktschachtelungen vorkommen, indem z.B. eine Person einen bestimmten Ort ihrer Vorstellung mental einnimmt, von dem aus sie ein anderes Objekt an einem anderen Ort beobachtet. In diesem Fall findet mental sowohl eine Ortsänderung als auch eine Rotation statt. Bei der Kommunikation über den Raum müssen vor allem zwei kognitive Aufgaben gelöst werden, das sogenannte Blickpunktproblem und das Linearisierungsproblem.

Das *Blickpunktproblem* bezeichnet den Konflikt, in den ein Sprecher kommen kann, wenn der Hörer eine andere Betrachtungsperspektive einnimmt als er selbst. Die Auswahl der Präpositionen zur Ortsbeschreibung hängt wesentlich vom Blickwinkel ab, deutlich wird dies an der Präposition *vor*, die in der deutschen Sprache abhängig von der Betrachterperspektive ganz unterschiedlich verwandt wird. Neben der Betrachterperspektive spielt auch eine Rolle, ob ein Objekt ein eindeutig identifizierbares *vorne* und *hinten* hat (intrinsisch), wie z.B. ein Auto oder ein Stuhl. *Der Ball liegt vor dem Auto* kann folglich dreierlei bedeuten: Der Ball liegt zwischen Sprecher und Auto, der Ball liegt zwischen Hörer und Auto oder der Ball liegt vor der Vorderseite (Frontscheibe) des Autos. Eine solche Konstellation wird von den Autoren als *Dreipunktlokalisation* bezeichnet. Entweder der Sprecher oder der Hörer muss sich in den jeweils anderen hineinversetzen, damit in so einem Fall die Kommunikation gelingt. Die Auswahl des Blickpunktes bei der Beschreibung hängt wiederum von kommunikativen Konventionen ab. Z.B. wird in offiziellen Situationen wie bei einer Fahrprüfung in der Regel die kanonische Betrachtung gewählt während in der Kommunikation mit Kindern jeweils aus der Perspektive des Kindes beschrieben wird. Größere Objekte werden als Bezugsobjekt eingesetzt (*Der Schuh steht vor dem Schrank* und nicht *Der Schrank steht hinter dem Schuh*), ebenso unbewegte Objekte (*Der Ball liegt vor dem Auto* und nicht *Das Auto steht hinter dem Ball*). Diese kommunikativen Regeln werden implizit erlernt.

Das *Linearisierungsproblem* entsteht dadurch, dass der Sprecher Raumkonstellationen in eine zeitliche Abfolge bringen muss. Da in Raumkonstellationen aber kein Vorher und Nachher existiert, entstehen Konflikte durch unterschiedliche Sequenzierungs- bzw. Linearisierungsstrategien von Sprechern und Hörern. Dieser Konflikt lässt sich z.B. bei Wegbeschreibungen beobachten. Um einen Weg beschreiben zu können, wird in der Regel auf die Erinnerung an eigene Blickpunktsequenzen zurückgegriffen. Räume oder Wege werden meist anhand eines generischen Wanderers, d.h. eines mentalen Abschreitens der jeweiligen beschriebenen Strecke durchgeführt. Die Sequenzierung erfolgt also anhand des individuellen Routenwissens und wird auch als *dynamisches Lokalisieren* bezeichnet. Dabei lässt sich ein Ankereffekt beobachten, d.h., dass der Sprecher Wege oder Raumkonstellationen meist anhand der zuerst kennen gelernten Route beschreibt. Auch bei der Beschreibung von Raumsequenzen gibt es kommunikative Konventionen, z.B. werden Raumkonstellationen in der Regel nach ihrer natürlichen Ordnung beschrieben. Abhängig von der Gesamtsituation werden Wege aus der Hörerperspektive (z.B. bei Bauanleitungen oder als Ausdruck von Höflichkeit) oder aus der Sprecherperspektive (z.B. als Ausdruck von Hierarchie) beschrieben.

In der deutschen Sprache entsteht bei der Verwendung von Präpositionen ein zusätzliches Problem dadurch, dass Richtungs- und Zeitpräpositionen teilweise identisch sind (*vor/nach*), d.h., dass räumliche und zeitliche Raumkonzepte miteinander verknüpft werden. Andere Sprachen verwenden dafür unterschiedliche Begriffe (z.B. *avant/ arrière* und *devant/ derrière* im Französischen) (Herrmann & Grabowski, 1994).

Je größer der Winkel zwischen Sprecher und Hörer in Bezug zum beschriebenen Objekt ist, desto aufwendiger wird das Einnehmen der Hörerperspektive für den Sprecher, am schwierigsten ist dies, wenn sich Hörer und Sprecher vis-à-vis gegenüberstehen. Herrmann und Schweizer (1998) beobachteten, dass die Präpositionen *vor* und *rechts* in solchen Fällen leichter zu verwenden sind als die Präposition *hinter* und *links*. Bei den Präpositionen *rechts/links* entsteht dabei eine sogenannte Antonyminterferenz, bei der sprachliche Gegensatzpaare mit der mentalen Rotation interferieren. Morsella und Krauss (2004) fanden heraus, dass der Einsatz von Gesten sowohl das visuelle Arbeitsgedächtnis als auch die Sprachproduktion erleichtert. Gesten werden besonders häufig eingesetzt, wenn über den Raum gesprochen wurde (Emmorey, Tversky & Taylor, 2000; Kita & Özyürek, 2003; Rauscher, Krauss & Chen, 1996).

1.4.6.2 Die Entwicklung der Fähigkeit, über den Raum zu sprechen

Über viele Jahre herrschte sowohl in der wissenschaftlichen Literatur als auch in den praxisorientierten Förderprogrammen die Annahmen vor, dass die Entwicklung des Raumkonzeptes und damit die Entwicklung der Präpositionen vornehmlich von sensomotorischen Fähigkeiten abhängt (vgl. Piaget, 1948/ 1975; Ayres, 1989). Diese Annahme wurde inzwischen mehrfach relativiert (Hickmann, 2003; Penner, 2006).

Choi (2006) beobachtete anhand von Habituationsexperimenten, dass amerikanische und koreanische Kinder bereits im Alter von 18 Monaten die Präposition *on* (bzw. *kkita*) semantisch verstehen. Penner (2006) fand heraus, dass Kinder erst das Sprechen über den Raum bezüglich innen und außen erwerben und darauffolgend bezüglich der vertikalen Achse oben und unten. Die Kernpräpositionen *auf*, *in* und *unter* sind bei deutschsprachigen Kindern ab dem Alter von 3 Jahren etabliert, *an* und *über* erst im späteren Kindergartenalter. Die meisten Kinder haben bis zum Schulalter die Zuordnung ihres Raumkonzeptes zu entsprechenden Präpositionen erworben. Allerdings beherrschen noch 25% der schweizer Viertklässler die Präpositionen *an*, *auf* und *über* nicht immer sicher (Penner, 2006). Hickmann (2003) beobachtete, dass die Präpositionen der sagittalen Achse wie *hinten* und *vor* bereits im Alter von 3 Jahren verwandt werden. Erst ab dem Alter von 8 Jahren sind Kinder in der Lage, intrinsische Objekte von nicht-intrinsischen, sogenannten *deiktischen* Objekten sprachlich zu berücksichtigen. Deiktische Objekte sind Objekte, die keine eindeutige vordere und hintere und damit auch keine eindeutige rechte und linke Seite haben wie z.B. eine Vase. Dagegen haben intrinsische Objekte eine Vorne und Hinten wie z.B. ein Haus oder ein Tier. Bezugswörter wie *zwischen* werden erst im Schulalter beherrscht.

Rudel (1982) beobachtete, dass diagonale Richtungen sprachlich schwerer zu fassen sind als horizontale und vertikale Richtungen. Bis zum Alter von 6 Jahren neigen Kinder dazu, die Diagonale weniger zu beachten bzw. nur ungenau von der Vertikalen und Horizontalen zu differenzieren, was sich auch auf deren Zeichnungen auswirkt. Wird den Kindern allerdings eine sprachliche Bezeichnung für diese Form angeboten, steigt die Aufmerksamkeit und Differenzierungsfähigkeit auch in diesem Alter erheblich. Das Erkennen, Differenzieren sowie das Zeichnen von Diagonalen ist für Kinder demnach leichter, wenn sie diese sprachlich benennen können. Rudel vermutet, dass die Sprache die Aufmerksamkeitsprozesse dabei maßgeblich steuert.

Das Blickpunktproblem und damit der korrekte Einsatz der Präpositionen *rechts/ links* und *oben/ unten* stellt hohe Anforderungen an Kinder. Bremner, Bryant und Mareschal (2006) fanden heraus, dass Kinder bereits mit 4 Jahren in der Lage sind, einen objektbezogenen Bezugsrahmen auszubilden, auch wenn sie diesen sprachlich noch nicht formulieren können. Newcombe und Huttenlocher (2000) stellten fest, dass Kinder sogar mit 21 Monaten bereits einen anderen Bezugsrahmen einnehmen können. Spätestens mit 6 Jahren haben Kinder hierarchisch gut organisierte räumliche Repräsentationen sowie entsprechende linguistische Kompetenzen entwickelt. Bis zum Alter von 8 Jahren verbessert sich dann hauptsächlich die Fähigkeit, die Bezugssysteme des Gegenübers zu analysieren, um dessen Beschreibungen zu verstehen. Beim Verständnis von komplexen räumlichen Beschreibungen spielt vor allem das Arbeitsgedächtnis eine große Rolle (Ondracek & Allen, 2000). Grundschüler haben oft noch Schwierigkeiten, alle verbalen Informationen über räumliche Anordnungen nachzuvollziehen, da sie mit der gleichzeitigen Berücksichtigung von sozial-kommunikativen Elementen überfordert sind (Newcombe & Huttenlocher, 2006).

Die Präpositionen der horizontalen Achse *rechts* und *links* sind im größten Ausmaß von dem Blickpunktproblem betroffen, da viele Objekte bilateral symmetrisch sind und keine natürliche rechte bzw. linke Seite haben. Corballis und Beale (1976) beobachteten, dass Kinder im Alter von 7 Jahren anfangen, die Bezeichnungen *rechts* und *links* einzusetzen, aber noch bis zum Alter von 11 Jahren Schwierigkeiten mit der korrekten Zuordnung haben. Newcombe und Huttenlocher (2000) gehen sogar davon aus, dass selbst viele Erwachsene diese Zuordnung nicht sicher beherrschen. Rigal (1996) beobachtete, dass die Begriffe der horizontalen Achse *rechts* und *links* erst von siebenjährigen Kindern beherrscht werden. Sie können in diesem Alter einen Perspektivwechsel vornehmen und die rechte und linke Körperhälfte bei Tieren korrekt benennen, sofern diese dieselbe Blickrichtung wie die Kinder haben. Im Alter von 8 Jahren können sie dann auch einen Perspektivwechsel vornehmen, wenn die Blickrichtung eines Tieres von der eigenen abweicht. Die Kinder machten dabei umso mehr egozentrische Fehler, je mehr der Rotationswinkel 90° überschritt.

Über die Entwicklung der Fähigkeit, über den Raum zu sprechen ist bei Kindern mit räumlich-konstruktiven Störungen bisher wenig bekannt. Interessant sind in diesem Zusammenhang die Untersuchungen zu Kindern mit dem Williams-Beuren-Syndrom. Obwohl diese Kinder besonders schwache Leistungen in allen räumlich-konstruktiven Testverfahren zeigen, verfügen sie über z.T. altersentsprechende sprachliche Fähigkeiten. Das Verständnis

von Präpositionen scheint nicht gestört zu sein, folgt man den Einzelfalluntersuchungen von Bellugi, Marks, Bihle und Sabo (1994). Mammarella et al. (2009) stellten bei Kindern mit Nonverbal Learning Disabilities schwächere Leistungen im Verstehen von räumlichen Beschreibungen fest, wenn sie diese in ein Überblickssystem einordnen sollten. Sequentielle räumliche Beschreibungen konnten sie dagegen genauso gut verstehen, wie Kinder mit einer Dyslexie bzw. Kinder einer unauffälligen Kontrollgruppe. Die Autoren vermuten, dass Kinder mit Nonverbal Learning Disabilities in der Lage sind, textbezogene Repräsentationen aufzubauen, aber kein mentales, räumliches Modell konstruieren können. So können sie globale Informationen, die sich auf ein Überblickswissen beziehen schlechter nutzen. Die Autoren sehen hier einen Zusammenhang mit dem visuell-räumlichen Arbeitsgedächtnis.

1.4.7 Die Entwicklung der zeichnerischen Fähigkeiten

Die Betrachtung der zeichnerischen Fähigkeiten von Kindern hat eine lange Forschungstradition, wobei meist das Endprodukt, der Zeicheninhalt als ästhetische bzw. emotionale Dimension, und weniger der Zeichenprozess selbst im Vordergrund stand. In den sechziger Jahren begann das Interesse daran, was Zeichnungen über die zugrundeliegenden kognitiven Prozesse aussagen können. Ausgehend von Untersuchungen Erwachsener mit räumlich-konstruktiven Störungen wird z.B. vermutet, dass einige Formen der konstruktiven Apraxie nur beim freien Zeichnen zu beobachten und auf eine gestörte mentale Repräsentation zurückzuführen sind, was Grossi, Orsini, Modafferi und Liotti (1986) auch als *visuoimaginal constructional apraxia* bezeichnen.

Bereits in den 60er Jahren entspann sich eine Debatte darüber, ob Kinder mit intellektuellen Einschränkungen eine vergleichbare, nur verzögerte zeichnerische Entwicklung wie normalbegabte Kinder durchlaufen (Zigler, 1969) oder ob sich deren zeichnerische Entwicklung von der Entwicklung normalbegabter Kinder qualitativ unterscheidet (Wishart, 1993).

1.4.7.1 Das freie Zeichnen

Die Entwicklung der zeichnerischen Fähigkeiten von Kindern wurde vielfach beschrieben. Dabei prägten verschiedene Diskurse die Forschungsarbeiten. Der bekannteste Diskurs bezieht sich auf die von Luquet (1927) geprägten Begriffe des *intellektuellen* und des *visuellen Realismus*. Mit dem intellektuellen Realismus ist gemeint, dass Kinder zeichnen, was sie kennen, d.h. wie sie sich einen Gegenstand vorstellen, und nicht, was sie tatsächlich sehen wie beim visuellen Realismus. Typische und für das Kind wichtige Details eines Objektes

werden unabhängig ihrer tatsächlichen Perspektive immer dargestellt. Funktional unwichtige Details werden oftmals zugunsten wichtiger Details ausgelassen. Teilweise zeichnen Kinder unterschiedliche Perspektiven simultan auf dem Papier oder vermischen Ansichten, indem sie für sie wichtige Details nebeneinander aufgeklappt anordnen. Sutton und Rose (1998) sowie auch Cox (2005) wiesen mit ihren Experimenten nach, dass bereits Kinder im Alter von 4 Jahren in der Lage sind, reale, dreidimensionale Gegenstände visuell realistisch abzuzeichnen, ohne sie durch intellektuelle Vorstellungen zu verzerren. Sie können z. B. den Henkel eines Bechers weglassen, wenn er von einem anderen Gegenstand verdeckt ist. Allerdings sind Kinder mit 4-6 Jahren zu diesem visuellen Realismus nur in der Lage, wenn ihre Aufmerksamkeit explizit darauf gelenkt wird, ansonsten zeichnen sie nach ihrer logischen Vorstellung im Sinne des intellektuellen Realismus' und schauen den abzuzeichnenden Gegenstand seltener an. Sutton und Rose (1998) folgern aus diesen Beobachtungen, dass die visuelle Aufmerksamkeit, die bei älteren Kindern stärker ausgeprägt ist, einen wesentlichen Einfluss auf die Zeichenentwicklung von Kindern hat. Cox (2005) vermutet, dass jüngere Kinder oftmals schematisch und konservativ bzw. wenig flexibel zeichnen, allerdings nicht auf bestimmte, rigide Zeichenprozeduren begrenzt, wie z.B. Karmiloff-Smith (1990) behauptet.

Es wurde lange darüber diskutiert, ob die Kinder tatsächlich zeichnen, was sie kennen im Sinne eines intellektuellen Realismus, oder ob sie die Objekte auch anders wahrnehmen. Bühler (1949), Piaget und Inhelder (1948/ 1975) gingen z.B. davon aus, dass jüngere Kinder Kopffüßler zeichnen, weil sie Kopf und Rumpf noch nicht voneinander differenzieren können. Auch wenn sich diese Theorie inzwischen vielfach wiederlegt wurde (z.B. Cox, 1992; Willats, 2005), ist sie in der therapeutischen Praxis immer noch präsent. So wird aus einer vereinfachten Menschzeichnung häufig auf ein mangelndes Körperschema und eine gestörte Eigenwahrnehmung geschlossen, die daraufhin als therapeutischer Schwerpunkt verfolgt werden (Fisher, Murray & Bundy, 2002).

Ein anderer Forschungsschwerpunkt bezieht sich auf die syntaktischen Regeln beim Zeichenprozess, wie es z.B. Van Sommers (1989) für Erwachsene formulierte. Bekannt sind in diesem Zusammenhang die drei Systeme von Willats (2005), die den Zeichenprozess beeinflussen: das *Darstellungssystem*, das *Zeichensystem* und das *Bedeutungssystem*. Das Darstellungssystem fügt räumliche Bezüge einer realen Szene entsprechend auf dem Papier zusammen, das Zeichensystem verfügt über verschiedene elementare Formen und Strukturen, die

vom Bedeutungssystem zur Darstellung von grafischen Szenen ausgewählt werden können. Die drei Systeme interagieren miteinander und ermöglichen damit immer komplexere und visuell realistischere Darstellungsmöglichkeiten. Willats beschreibt anhand des Bedeutungssystems die zeichnerische Entwicklung der Kinder. Anfangs werden Flächen als Volumina dargestellt, im Alter von 6 Jahren fangen Kinder an, Seitenansichten anstelle von Volumina zu zeichnen. Sie zeichnen Gegenstände jeweils entsprechend ihrer größten Fläche in typischen Ansichten, z.B. ein Pferd aufgrund seiner Länge immer von der Seite oder eine Eule aufgrund ihrer geringen Ausdehnung immer von vorne. Ab dem Alter von 13 Jahren sind Kinder zu perspektivischen Darstellungen in der Lage, indem die Tiefe bei der Darstellung in Form von Überlappungen oder Verkürzungen beachtet wird. Wenn Kinder zwei Gegenstände hintereinander zeichnen sollen, zeichnen sie sie anfangs nebeneinander, dann übereinander und mit 8-9 Jahren auch teilweise sich verdeckend. Jüngere Kinder sind in der Lage, Gegenstände verdeckt zu zeichnen, wollen dies aber nicht zugunsten einer guten Erkennbarkeit. Insgesamt erlernen auch nicht alle Kinder bzw. Erwachsene das perspektivische Zeichnen von dreidimensionalen Gegenständen.

Neben den zeichnerisch-syntaktischen Regeln wirkt sich auch die Fähigkeit zur visuellen Analyse bzw. visuell-räumlichen Wahrnehmung wesentlich auf das Zeichenprodukt aus. In Anlehnung an Piagets Theorien beschreibt Lange-Küttner (1994, 1997, 2004) verschiedene Stufen der Raumvorstellung, die die zeichnerisch-räumliche Darstellung von Kindern beeinflussen. Kinder entwickeln zuerst eine Raumvorstellung ohne Raumachsen, bei der die Objekte implizit aufeinander bezogen sind. In diesem Stadium zeichnen Kinder z.B. Objekte in einer Größe, die vor allem der subjektiven Wichtigkeit des Objektes entspricht. Auch planerische Aspekte wirken sich auf die Größenverhältnisse in diesem Stadium besonders aus, so werden z.B. Objekte in ihrer Größe entsprechend des noch verbleibenden Raumes auf dem Papier gezeichnet. Ab dem Alter von 7 Jahren entwickelt sich dann zunehmend eine Raumvorstellung, die ein horizontales, später orthogonales und schließlich mit 12 Jahren auch diagonales Achsensystem beinhaltet. Ihre Längsschnittstudie (1994) stellt dar, dass Kinder mit 12 Jahren über ein konsolidiertes Raumkonzept sowohl für den Gesamtraum (das Papier) als auch dem Körperraum (die dargestellten Objekte) verfügen. Je elaborierter das Achsensystem bei einem Kind entwickelt ist, desto besser stimmen die Größenverhältnisse von gezeichneten Menschen und Objekten zueinander überein.

Vinter (1999) zeigt auf, dass die syntaktischen Regeln bis zum Alter von 6-8 Jahren dominieren, ab dem Alter von 10 Jahren dann zunehmend der semantische Gehalt eines Bildes die Zeichnung und den Zeichenprozess bestimmt. Der semantische Gehalt eines Bildes spielt auch bei jüngeren Kindern eine Rolle, allerdings mehr in Form eines Rückgriffs auf gespeicherte prozedurale Zeichenroutinen, die wiederum von der zeichnerischen Erfahrung abhängen (Vinter & Marot, 2007).

1.4.7.2 Das Zeichnen geometrischer Figuren

Beim Zeichnen von geometrischen Figuren wird sowohl die Entwicklung des Zeichenresultats als auch des Zeichenprozesses selbst analysiert. Dabei wurde der Einsatz automatisierter Zeichenprozeduren sowie eine analytisch gegenüber einer holistischen Strategie diskutiert. Karmiloff-Smith stellt (1990) bei der Zeichenentwicklung von Kindern implizit gespeicherte Zeichenprozeduren im Sinne von grafischen Schemata einer flexiblen, sequentiell-analytischen Herangehensweise gegenüber. Wenn ein Kind z. B. ein geometrisches Muster spontan assoziativ benennt, zeichnet es dieses entsprechend einer implizit gespeicherten Zeichenprozedur bei der keine sequentielle Analyse erfolgt. Die Fähigkeit, eine geometrische Figur in einzelne Teile zu segmentieren, zu strukturieren und zu diese zu synthetisieren ist Kindern meist erst ab dem Alter von 8-9 Jahren richtig möglich (Picard & Vinter, 2007). Vinter und Picard (1996) gehen davon aus, dass das Ausmaß an Flexibilität, sich von automatisierten Zeichenprozeduren lösen zu können, vornehmlich von Aufmerksamkeitsprozessen abhängt.

Die sequentiell-analytische Herangehensweise wird häufig in zwei Teilprozesse untergliedert, in den Prozess des *Segmentierens* und den der *Integration* (Tada & Stiles, 1996). Während sich Erwachsene meist ein unsegmentiertes Teil aus einer Gesamtzeichnung herauslösen und diesem dann sequentiell die verbliebenen Teile in Relation zueinander hinzufügen (Maccoby, 1968), segmentieren Kinder Formen anders als Erwachsene. Es gab lange Zeit unterschiedliche Auffassungen darüber, ob Kinder visuell-räumliche Muster anfangs mehr als Einzelteile wahrnehmen und darstellen (Carey & Diamond, 1977) oder ob sie ein solches Muster erst ganzheitlich wahrnehmen und nachfolgend analytische Strategien entwickeln (Gibson, 1969). Anhand der Rey-Osterrieth Complex Figure ROCF wurden diese beiden Strategien bei Kindern insbesondere von der Arbeitsgruppe um Stiles systematisch untersucht (Akshoomoff & Stiles, 1995a; Ashoomoff & Stiles, 1995b; Dukette & Stiles, 1996; Feeney & Stiles, 1996; Lange-Küttner, Kerzmann & Heckhausen, 2002; Thibaut & Geales, 2002). Die ROCF wurde 1941 von Rey entworfen, um die visuell-räumliche Organisation,

planerische Fähigkeiten und das Gedächtnis für komplexe visuelle Informationen bei Erwachsenen mit erworbenen Hirnschädigungen zu überprüfen. Sie besteht aus einer hierarchisch organisierten Struktur, die mehrere globale Elemente umfasst sowie verschiedene lokale Details (s. Abbildung 7, Kapitel 3.1.5). Während der Untersuchung soll die Figur zuerst abgezeichnet und dann unmittelbar sowie nach 30min jeweils aus dem Gedächtnis gezeichnet werden. Neben der Genauigkeit der gezeichneten Figur wird auch das Ausmaß an visueller Organisation und die eingesetzten Zeichenstrategien bewertet (Strauss, Sherman & Spreen, 2006). Bei Studien an Kindern konnte die Arbeitsgruppe um Stiles aufzeigen, dass Kinder grundsätzlich andere Teilsegmente als Erwachsene aus der komplexen Form herauslösen. Jüngere Kinder lösen meist einfache, räumlich unabhängige Teile heraus und kombinieren diese unter Berücksichtigung einfacher räumlicher Bezüge. Ältere Kinder lösen dagegen auch komplexere und räumlich miteinander verbundene Teile heraus und können diese leichter in die Gesamtfigur integrieren, ohne deren räumlichen Bezüge zu missachten. Jüngere Kinder neigen zu einer Übersegmentierung, d.h., dass sie eine Form in viele, voneinander unabhängige Teilsegmente oder Teilformen untergliedern. Bei der Synthese der einzelnen Segmente orientieren sich Kinder anfangs an einem zentralen Punkt, um den herum sie die Einzelteile anordnen, allerdings Linien nicht kreuzen, sondern die Teilsegmente unabhängig voneinander platzieren. Je komplexer eine Form ist, d.h. aus je mehr Einzelteilen und Diagonalen sie besteht, desto mehr neigen Kinder zu einer Übersegmentierung.

Kinder sind schon im Alter von 3 Jahren in der Lage, geometrische Muster zu analysieren, abhängig vom Komplexitätsgrad des Musters. Akshoomoff und Stiles (1995a) zeigen auf, dass normal entwickelte Kinder im Alter von 6 Jahren die ROCF übersegmentierend und wenig planerisch darstellen. Sie wählen einfachere Strategien als Erwachsene, um die Komplexität der Figur zu reduzieren (z.B. eine inkonsistente Platzierung einzelner Elemente oder das Herauslösen einzelner Elemente aus der Gesamtfigur und deren Platzierung an die jeweils benachbarten Elemente). Zwischen 6 und 10 Jahren gebrauchen sie zunehmend reifere Strategien wie z.B. die Orientierung an den Grundformen der komplexen Figur. Erst ab dem Alter von 12 Jahren gleichen ihre Strategien ungefähr den Strategien Erwachsener.

Als Ursache für die unterschiedlichen Zeichenstrategien werden vor allem Unterschiede in Aufmerksamkeits- und Verarbeitungsprozesse angenommen. Morra (2005) sieht einen Zusammenhang zwischen Wahl der Zeichenstrategie und der Komplexität der geometrischen Figur. Er führt die Fähigkeit, komplexe Muster abzuzeichnen, auf die steigende Verarbei-

tungskapazität der Kinder zurück, die notwendig ist, um figurale und operative Schemata zu aktivieren. Die Genauigkeit nimmt mit dem Alter zu, unabhängig der gewählten Zeichenstrategie. Zu einem ähnlichen Schluss kommt auch Waber (2003), die eine Wechselwirkung zwischen Präsentation der ROCF und Arbeitsstrategie beobachtete. Wenn Kinder die Figur lediglich abzeichnen sollten, neigten sie bis zum Alter von 13 Jahren zu einem übersegmentierenden Arbeitsstil, der sich auch bei der verzögerte Wiedergabe noch zeigte. Wenn die Kinder dagegen die Figur anfangs eingehend studieren und dann aus dem Gedächtnis wiedergeben sollten, ohne sie vorher abgezeichnet zu haben, zeigten auch jüngere Kinder einen globalen Arbeitsstil. Waber schließt aus ihren Beobachtungen, dass jüngere Kinder durch das Abzeichnen zu einer einzelheitlichen Vorgehensweise bis hin zur Fragmentierung gezwungen werden, da die Aufmerksamkeit auf viele Einzelheiten gelenkt wurde, während ältere Kinder trotz Abzeichnens eine ganzheitliche Verarbeitung aufrechterhalten können. Ein ähnliches Phänomen beobachtete sie bei Kindern mit Nonverbal Learning Disabilities, die noch im Alter von 14 Jahren überwiegend eine lokale Strategie verfolgen. Je besser die Kinder den Distraktoren, d.h. den einzelnen Details der Figur widerstehen können, desto genauer können sie die Figur einspeichern und später wiedergeben

Kirkwood et al. (2001) erklären den Wechsel in den Arbeitsstrategien der Kinder mit der zunehmenden Entwicklung ihrer Exekutivfunktionen. Ähnlich wie Waber, veränderten sie die Präsentation der ROCF und stellten fest, dass Kinder mit visuell-räumlichen Störungen von einer sequenziellen Präsentation der ROCF profitieren, was bei Kindern mit einer primären Störung der Exekutivfunktionen nicht nachweisbar war. Zu ähnlichen Ergebnissen kamen auch Frisk et al. (2005). Sie vermuten, dass durch eine sequentielle Vorgabe der ROCF die visuell-räumlichen, aber auch metakognitiven Fähigkeiten sowie die Anforderungen an Aufmerksamkeitsprozesse reduziert werden. So konnten in ihrer Untersuchung die Kinder im Alter von 6-8 Jahren stärker von einer sequenzierten Vorgabe der ROCF profitieren als Kinder im Alter von 8-10 Jahren.

Die Annahme eines Einflusses der Motorik auf die Zeichenstrategie der Kinder wurde von Braswell, Rosengren und Pierroutsakos (2007) sowie Vlachos und Bonoti (2004) untersucht. Sie konnten aufzeigen, dass sich sowohl die grafomotorische Entwicklung als auch die Händigkeit bei Kindern bis zum Alter von 4 Jahren noch auf den Zeichenprozess auswirkt, bei älteren Kindern (ohne grafomotorische Schwierigkeiten) dagegen nicht mehr.

1.4.7.3 Zeichnerische Fähigkeiten bei Kindern mit räumlich-konstruktiven Störungen

Kinder mit räumlich-konstruktiven Störungen haben spezifische Schwierigkeiten, beim Zeichnen einzelne Teile zu einer Gesamtfigur zusammen zu fügen. Allerdings führen Störungen in der visuomotorischen Kontrolle sowie motorische Koordinationsstörungen ebenfalls zu Schwierigkeiten im Zeichnen, z.B. zu verzerrten Einschätzungen von Form und Größe einer Figur (Del Giudice et al., 2000a). In der Literatur werden oftmals typische Fehler bei räumlich-konstruktiven Störungen beschrieben wie z.B. eine falsche Ausrichtung der Gesamtfigur oder einzelner Teile, Größenverzerrungen, stereotype Vereinfachungen, detailarme Darstellungen, fehlende Symmetrien, das geringe Beachten von Perspektive, ungewöhnliche Zeichenrichtung, geringes Ausnutzen des gesamten Raumes auf dem Zeichenpapier, eine Rotation des Zeichenpapiers beim Zeichnen (Mati-Zissi, Zafiropoulou und Bonoti, 1998; Mati-Zissi & Zafiropoulou, 2001), Klappungen, Vertauschungen und Auslassungen von einzelnen Elementen, mangelnde Beachtung von Raumrichtungen, Winkelverzerrungen sowie Winkelverkehrungen (Muth-Seidel & Petermann, 2008). Unklar ist, ob diese typischen Fehler ausschließlich bei Kindern mit räumlich-konstruktiven Störungen vorkommen, oder ob sie Ausdruck einer übergeordneten verzögerten zeichnerischen bzw. visuomotorischen Entwicklung sind.

Kinder mit einem Williams-Beuren-Syndrom haben in der Regel Schwierigkeiten beim Zeichnen, so dass von einer syndromspezifischen abnormen Zeichenentwicklung ausgegangen wird (Abreu, French, Cowell & De Schonen, 2006; Bellugi et al., 1994; Bertrand et al., 1997; Dykens, Rosner & Ly, 2001). Beschrieben wird eine geringe Organisation der Gesamtfigur sowie eine Missachtung räumlicher Bezüge einzelner Elemente bis zum Gestaltzerfall. Beim Zeichnen eines Hauses aus der Vorstellung werden z.B. charakteristische Details wie Fenster, Tür oder Dach ohne Bezug zueinander wiedergegeben, so dass die Gesamtfigur als solche nicht erkennbar ist. Einige Autoren vermuten ursächlich Aufmerksamkeits- und planerische Probleme (Abreu et al., 2006; Bellugi et al., 1999). Rondan et al. (2008) beobachteten, dass die detailorientierte Verarbeitungsstrategie nicht generell von den Kindern verfolgt wird, sondern vornehmlich beim Abzeichnen, nicht aber z.B. beim Bearbeiten von Aufgaben zur visuell-räumlichen Wahrnehmung. Die Zeichenstrategien und die Zeichnungen der Kinder mit Williams-Beuren-Syndrom unterschieden sich deutlich von Kindern mit anderen genetischen Syndromen. So zeichnen z.B. Kinder mit einem Down Syndrom desselben mentalen Alters wesentlich weniger Details, aber eine eindeutig erkennbare Gesamtfigur (Bellugi et al., 1999).

Auch bei Mädchen mit einem Turner-Syndrom wird eine syndromspezifisch abnorme Entwicklung der zeichnerischen Fähigkeiten angenommen. Es fällt ihnen schwer, beim Abzeichnen komplexer Figuren einzelnen Details zu integrieren (Hepworth & Rovet, 2000). Allerdings werden die zeichnerischen Fähigkeiten ebenfalls durch eine gestörte Fein- und Grafomotorik beeinträchtigt, die wiederum auf Schwierigkeiten in der muskulären Initiierung basiert (Nijhuis-Van der Sanden, Eling & Otten, 2003; Smits-Engelsman, Nijhuis-Van der Sanden & Duysens, 2003). Zusätzlich gibt es eine Überlagerung durch Störungen der Blicksteuerung und des visuellen Scanningverhaltens (Lasker, Mazocco & Zee, 2007; Mazzola et al., 2006).

Bei Kindern mit Spina bifida und Hydrocephalus wird ebenfalls eine störungsspezifisch abnorme Zeichenentwicklung angenommen, die häufig weit unter dem Niveau ihrer verbalen Fähigkeiten liegt (Baron & Goldenberger, 1993; Pellegrin, Ustarroz & Gonzalez, 2001; Wills, Holmbeck, Dillon & McLone, 1990). Wie bei Kindern mit dem Turner-Syndrom sind die Störungen in der zeichnerischen Entwicklung häufig von motorischen Einschränkungen überlagert (Mataro et al., 2001; Wills et al., 1990). Dennis, Fletcher, Rogers, Herrington und Francis (2002) beobachteten bei Kindern mit Spina bifida und Hydrocephalus im Vergleich zu einer Kontrollgruppe größere Schwierigkeiten bei visuomotorischen Aufgaben (z.B. Linien mit dem Stift nachfahren, Zeichnen von Figuren oder Wiederfinden von realen Wegen) als bei Aufgaben zur visuell-räumlichen Perzeption und Kognition ohne motorische Beteiligung (z.B. Formkonstanz, Gesichtererkennen, Gestaltbindung oder Winkelvergleiche). Es wird diskutiert, ob die eingeschränkte Mobilität in einem ursächlichen Zusammenhang mit den visuell-räumlichen Schwierigkeiten steht, da die Möglichkeiten einer Raumerfahrung bei diesen Kindern reduziert sind (Wiedenbauer & Jansen-Osmann, 2006a, 2006b). Alternativ werden Störungen im Bereich der Exekutivfunktionen beim Bearbeiten von komplexen Aufgaben sowie eine eingeschränkte Aufmerksamkeit ursächlich vermutet (Burmeister et al., 2005; Frank et al., 2003; Jacobs, Northam & Anderson, 2001).

Bei allen drei Störungsbildern, dem Williams-Beuren-Syndrom, Turner-Syndrom und Spina bifida mit Hydrocephalus, wird eine gestörte zeichnerische Entwicklung beschrieben, die mit einer übersegmentierenden Strategie einhergeht, wie sie für Kinder mit räumlich-konstruktiven Störungen angenommen wird. Allen drei Störungsbildern gemeinsam sind auch Einschränkungen im Bereich der Motorik sowie in der Aufmerksamkeit, die mit den zeichnerischen Fähigkeiten überlagert sind. Aus der Literatur zu Erwachsenen mit erworbenen räumlich-konstruktiven Störungen ist bekannt, dass sie sich in ihren zeichnerischen Fähigkeiten

interindividuell erheblich unterscheiden (Smith & Gilchrist, 2005). Angesichts des Zusammenspiels von unterschiedlichen Funktionen beim Bearbeiten von räumlich-konstruktiven Aufgaben, ist es naheliegend, dass Kinder mit entwicklungsbedingten räumlich-konstruktiven Störungen vermutlich kein einheitliches Störungsbild zeigen.

1.5 Die Bedeutung räumlich-konstruktiver Störungen für den Erwerb schulischer Fertigkeiten

Kinder mit räumlich-konstruktiven Störungen stellen eine Risikogruppe hinsichtlich des Erwerbs der schulischen Fertigkeiten dar. Viele Kinder mit einer räumlich-konstruktiven Störung entwickeln eine Rechenschwäche, selten auch eine Lese- oder Rechtschreibschwäche. Auch in den Naturwissenschaften werden Lernbeeinträchtigungen durch räumlich-konstruktive Störungen angenommen. Wenn sich eine Störung im Erwerb der schulischen Fertigkeiten erst einmal manifestiert hat, resultieren häufig sekundäre soziale und emotionale Störungen, die sich gravierend auf den weiteren Entwicklungsverlauf auswirken können (Gasteiger-Klicpera, Klicpera & Schabmann, 2006; Neumärker & Bzufka, 2006). In diesem Kapitel wird der Zusammenhang zwischen räumlich-konstruktiven Störungen und den schulischen Fertigkeiten dargestellt.

1.5.1 Auswirkungen auf den Erwerb der arithmetischen Fertigkeiten

Es ist offensichtlich, dass räumlich-konstruktive Fähigkeiten eine wichtige Rolle im Bereich der Geometrie spielen (Barnes et al., 2002). Ein enger Zusammenhang zwischen dem Erwerb der rechnerischen Fertigkeiten und den visuell-räumlichen Fähigkeiten wird ebenfalls beschrieben. So gehen z.B. besonders hohe mathematische Fähigkeiten meist mit hohen visuell-räumlichen Fähigkeiten einher (Halperin, 1992). Bei normalen, nicht-hochbegabten Erwachsenen werden moderate Korrelationen zwischen visuell-räumlichen und mathematischen Fähigkeiten zwischen .23 und .50 berichtet (Ardila & Rosselli, 2002). Dabei ist die Kausalität nicht eindeutig. Ardila und Roselli nehmen an, dass visuell-räumliche und mathematische Fähigkeiten Teil eines übergeordneten Faktors sind, wobei nicht nur visuell-räumliche Fähigkeiten beim Erwerb der mathematischen Fähigkeiten eine Rolle spielen. Ausgehend von diesen Überlegungen wird seit einigen Jahren versucht, Prädiktoren herauszufinden, die einerseits Kinder mit einem Risiko für spätere Rechenstörungen identifizieren lassen und andererseits Hinweise für präventive Fördermaßnahmen geben.

Neben den Untersuchungen an normalen Kindern beschäftigt sich die klinische Neuropsychologie besonders mit störungsspezifischen Gruppen. Es ist bekannt, dass Kinder mit bestimmten genetischen Syndromen wie z.B. dem Turner-Syndrom, Fragiles-X-Syndrom, Williams-Beuren-Syndrom oder anderen neurologischen Erkrankungen wie z.B. Spina bifida häufig unter visuell-räumlichen und Rechenstörungen leiden, so dass ein kausaler Zusammenhang vermutet wird (Landerl & Kaufmann, 2008). Andererseits scheint das Ausmaß der visuell-räumlichen Störung keine Vorhersage im Hinblick auf das Ausmaß der Rechenstörung z.B. bei Kindern mit Spina bifida zu erlauben (Barnes, Smith-Chant & Landry, 2005). Jacobs und Petermann (2007) gehen davon aus, dass Kinder mit visuell-räumlichen bzw. räumlich-konstruktiven Störungen eine Risikogruppe vor allem bezüglich des Erwerbs der mathematischen Fertigkeiten darstellen. Viele Kinder mit einer Dyskalkulie zeigen auffällige Leistungen im visuell-räumlichen Bereich, so dass eine präventive Förderung der visuell-räumlichen Fähigkeiten empfohlen wird (Süss-Burghart, 2001).

1.5.1.1 Prädiktoren für Rechenstörungen

Im pädagogischen Bereich liegt ein Schwerpunkt der Forschung darin, Prädiktoren für die Entwicklung der Rechenfähigkeit bzw. einer Rechenstörung ausfindig zu machen, um diese Bereiche dann möglichst früh zu fördern. Dabei erfolgte die Auswahl der Prädiktoren oftmals auf theoretisch fragwürdigen und pauschalisierenden Aussagen, wie Krajewski (2003) kritisiert. So standen z.B. visuelle oder sensorisch-integrative Störungen im Vordergrund und hatten dann ein entsprechendes Training dieser Basisfunktionen mit fragwürdigen Effekten zur Folge wie z.B. das Frostig-Training (Frostig & Horne, 1964).

Untersuchungen zu den Prädiktoren und damit einer möglichen Früherkennung von isolierten Rechenstörungen stellen vor allem das mathematische Vorwissen in den Vordergrund (Krajewski, 2003; Krajewski & Schneider, 2006; Weißhaupt, Peucker & Wirtz, 2006). Krajewski ermittelte analog zur Legasthenieforschung, anhand einer Längsschnittstudie spezifischer Variablen bei Kindern im Vorschulalter, die die späteren Rechenleistungen mit hoher Wahrscheinlichkeit vorhersagen können. Insbesondere die mathematischen Vorläuferfertigkeiten (numerische Basisfertigkeiten, Anzahlkonzept, Relationszahlkonzept) sowie ein schneller Abruf von Zahlworten aus dem Langzeitgedächtnis haben in ihrer Studie einen hohen prognostischen Wert. Die räumlich-konstruktiven Fähigkeiten werden von ihr dabei unspezifischen Faktoren zugeordnet, die nicht geeignet sind, um die späteren Schulleistungen in Mathematik vorhersagen zu können. Die von ihr im Vorschulalter gemessenen räumlich-

konstruktiven Leistungen korrelieren nur gering mit den späteren schulischen Leistungen in Mathematik (1. bis 4. Klasse). Ihre Längsschnittstudie führte Krajewski mit 147 normalbegabten Kindern durch. Angesichts der niedrigen Prävalenz von räumlich-konstruktiven Störungen dürften Kinder mit ausgeprägten Schwächen in diesem Bereich vermutlich kaum das Ergebnis der Gesamtgruppe beeinflusst haben. Es ist folglich davon auszugehen, dass die (normalen) räumlich-konstruktiven Fähigkeiten von normalentwickelten Kindern keine wesentlichen prognostischen Aussagen über spätere mathematische Fertigkeiten erlauben. Ob dies auch auf Kindern mit einer Störung im räumlich-konstruktiven Bereich zutrifft, kann anhand der Ergebnisse nicht geschlossen werden.

Bull, Epsy und Wiebe (2008) stellten in ihrer Langzeitstudie zu Prädiktoren von Mathematikleistungen besonders das visuell-räumliche Arbeitsgedächtnis heraus, das zu allen Testzeitpunkten (Vorschule, 1. Klasse, 4. Klasse) einen spezifischen Faktor darstellte im Gegensatz zum verbalen Arbeitsgedächtnis und Aufgaben zu Exekutivfunktionen. Auch diese Studie wurde an normalen Schulkindern und nicht an Kindern mit räumlich-konstruktiven Störungen durchgeführt.

Im Gegensatz zu Krajewski fand Dornheim (2008) in ihrer Längsschnittstudie verschiedene (unspezifische) Prädiktoren, die das Zahlenvorwissen von Kindern im Alter von 5 Jahren beeinflussen. Bei einer Betrachtung von Kindern mit einer Rechenschwäche über mehrere Jahre konnte sie bereits im Vorschulalter schwächere Leistungen in den visuell-räumlichen Fähigkeiten, dem visuell-räumlichen Arbeitsgedächtnis und den exekutiven Funktionen identifizieren, die die Kinder ohne spätere Rechenschwäche nicht aufwiesen. Ab dem Alter von 6 Jahren stellt auch das verbale Arbeitsgedächtnis einen wesentliche Prädiktor dar. Allerdings gab es Unterschiede zwischen Kindern mit isolierten Rechenschwierigkeiten und Kindern mit kombinierten Lese-, Rechtschreib- und Rechenschwierigkeiten. Bei der letzteren Gruppe, die überwiegend aus Mädchen bestand, wurden insgesamt erniedrigte Intelligenztestwerte, ein schwächerer sozialer Status der Eltern, Migrationshintergrund und Zweisprachigkeit beobachtet. Einschränkend ist hier zu erwähnen, dass sich in der Stichprobe von Dornheim keine Kinder mit einer Rechenstörung gemäß den Leitlinien der Kinder- und Jugendpsychiatrie bzw. ICD 10 befanden.

1.5.1.2 Rechenstörungen aus neuropsychologischer Perspektive

Ausgehend von der Beobachtung Erwachsener mit erworbenen Hirnschädigungen wurden unterschiedliche Subtypen der Rechenstörung bzw. Akalkulie beschrieben. Diese Untergliederungen orientierten sich jeweils an bestimmten Läsionsorten, oftmals einer rechts- bzw. linkshemisphärischen Störung. Eine der ersten Untergliederungen stammt von Hécaen, Angelergues und Houillier (1961), die die Akalkulien in eine *Alexie und Agraphie für Ziffern und Zahlen* bei linkstemporalen Läsionen und eine *räumliche Akalkulie* bei rechtsparietalen Läsionen untergliederten sowie einer *Anarithmétié*, d.h. einer Störung im Ausführen von Rechenoperationen bei rechts- oder linkshemisphärischen Läsionen. Die räumliche Akalkulie beschreiben die Autoren als eine Störung in der räumlichen Organisation von mehrstelligen, geschriebenen Ziffern, oftmals verbunden mit einem Neglekt für Ziffern am rechten Ende mehrstelliger Zahlen bzw. eine Inversion von Ziffern. Beim schriftlichen Rechnen können die Zahlen nicht nach bestimmten Regeln angeordnet werden. Rechenzeichen werden vertauscht und unmögliche Ergebnisse als solche nicht erkannt. Die räumliche Akalkulie geht in der Regel mit einer konstruktiven Apraxie einher (Ardila & Rosselli, 2002). Eine ausführliche Zusammenstellung über die Phänomenologie, Ätiologie und Untergliederung der Akalkulie findet sich bei Landerl und Kaufmann (2008).

Die Untergliederung von Hécaen, Angelergues und Houillier (1961) wurde von verschiedenen Autoren aufgegriffen und auf kindliche Rechenstörungen übertragen. So wurde z.B. das developmental Gerstmannsyndrom bei Kindern mit Rechenstörungen diskutiert im Sinne einer linkshemisphärischen Akalkulie (Kinsbourne, 1968). Rourke (1989) vermutet eine rechtshemisphärische Störung als Ursache für nonverbale Lernstörungen, zu denen sowohl eine Rechenschwäche als auch räumlich-konstruktive Störungen zählen. Shalev et al. (1995) konnten allerdings bei Kindern mit einer Dyskalkulie keinen systematischen Zusammenhang zwischen der Phänomenologie von Dyskalkulie und der Dysfunktion einer Hemisphäre finden, so dass eine Untergliederung in rechts- und linkshemisphärische Dyskalkulie fragwürdig bleibt.

Aus den beobachtbaren Symptomen der Akalkulie bei Erwachsenen sowie deren neuroanatomisch-funktionellen Korrelaten wurden verschiedene kognitive Modelle der Zahlenverarbeitung und des Rechnens entwickelt. Eines der bekanntesten Modelle, das *Triple Code Modell* von Dehaene (1997), wird auch bei umschriebenen Entwicklungsstörungen des Rechnens von Kindern häufig zitiert. Das Triple Code Modell geht von drei miteinander vernetz-

ten Modulen der Zahlenverarbeitung aus, die jeweils eine Transkodierung von einem Modul in das andere erforderlich machen. Das visuell-arabische Modul beinhaltet schriftliche Zahlensymbole, die vom bzw. zum auditiv-verbale Modul, nämlich der gesprochenen Zahl, transkodiert werden können. Das Modul der analogen Größen beinhaltet semantische Informationen über eine Zahl, nämlich ihre Mächtigkeit. Dehaene geht davon aus, dass Zahlen ganzheitlich analog eines Zahlenstrahls mental repräsentiert sind. Störungen der visuellen Raumwahrnehmung, wie sie nach rechtshemisphärischen Schädigungen beobachtet werden, führen zu einer gestörten mentalen Repräsentation der Zahlen. Mengen und Größen können nicht mehr richtig eingeschätzt werden, die Vorstellung des Zahlenraumes ist gestört. Menschen mit einem Neglekt vernachlässigen z.B. systematisch die entsprechende Seite auf einem mentalen Zahlenstrahl, wenn sie Nachbarzahlen bzw. Zahlen zwischen zwei Zahlen bestimmen sollen. Die Annahme eines mentalen Zahlenstrahls stützt sich u.a. auf diverse Befunde zum Distanz- und Größeneffekt (z.B. Nuerk, Weger & Willmes, 2001) oder zum SNARC-Effekt (z.B. Gevers & Lammertyn, 2005). Der Distanzeffekt zeigt auf, dass Mengen bzw. Zahlen umso schneller voneinander differenziert werden können, je weiter sie voneinander auf dem Zahlenstrahl entfernt liegen. Der Größeneffekt besagt, dass Zahlen umso genauer und schneller miteinander verglichen werden können, je kleiner sie sind. Der SNARC-Effekt (Spatial Numerical Association of Response Code) beschreibt eine automatisierte Assoziation zwischen der Lokalisation einer Körperseite mit der Größe von Zahlen. Die linke Hand ist in der Vorstellung mit niedrigen Zahlen und die rechte Hand mit hohen Zahlen assoziiert, entsprechend dem Zahlenstrahl, was sich auf das Antwortverhalten auswirkt. Auf niedrige Zahlen wird mit der linken Hand schneller reagiert als mit der rechten Hand und auf hohe Zahlen mit der rechten schneller als mit der linken Hand. Gevers, Reynvoet und Fias (2004), beobachteten den SNARC-Effekt auch bei anderen automatisierten Reihenfolgen wie z.B. Wochentagen, Monaten oder dem Alphabet. Allerdings ist umstritten, inwieweit der SNARC ein Hinweis für die Existenz einer Zahlenraumvorstellung ist oder vielmehr auf sozial erlernte Faktoren zurückzuführen ist (Brugger, 2008).

Kaufmann und Nuerk (2005) kritisieren, dass eine Reihe von weiteren Variablen einen entscheidenden Einfluss auf den Erwerb der rechnerischen Fertigkeiten bei Kindern haben können, die bei Erwachsenen mit erworbenen Schädigungen des Gehirns keinen oder nur einen geringen Einfluss haben. Neben Umfeldfaktoren, Ängstlichkeit und Attributionsstil führen die Autoren eine Reihe von kognitiven Funktionen an (Sprache, Seriation, Arbeitsgedächtnis, Symbolisierungsfähigkeit, Exekutivfunktionen oder visuell-räumliche Fähigkeiten), die

zu intra- und interindividuellen Unterschieden im Erwerb der Basisfertigkeiten und Rechenstrategien führen. Bisher ist es nicht möglich, eine Rechenschwäche auf umgrenzte Hirnschädigungen zurückzuführen. Selbst die Betrachtung von Risikogruppen, z.B. Kinder mit genetischen Syndromen, bei denen häufig Rechenstörungen beobachtet werden, erlaubt keine allgemeingültigen Rückschlüsse, da diese in sich jeweils eine heterogene Gruppe darstellen.

Widersprüchliche Befunde stammen von der Arbeitsgruppe um Cornoldi (Venneri, Cornoldi & Garuti, 2003). Sie untersuchten die mathematischen Fähigkeiten von Kindern im Alter von 8-12 Jahren mit Nonverbal Learning Disabilities im Vergleich zu einer gesunden Kontrollgruppe. Entgegen der Annahme von Rourke (1989) wiesen die Kinder dieser Stichprobe mit Nonverbal Learning Disabilities keine generelle Rechenschwäche auf, sie zeigten insgesamt vergleichbare rechnerische Fähigkeiten wie die Kontrollgruppe: sie verfügten über gleiches mathematisches Faktenwissen, beherrschten die Grundrechenarten und konnten mündliche Rechenaufgaben im Tausenderraum lösen. Lediglich beim schriftlichen Rechnen waren die Kinder mit Nonverbal Learning Disabilities schwächer als die Kinder der Kontrollgruppe, insbesondere bei Aufgaben mit Übertrag. Die Fehler entstanden dabei nicht aufgrund mangelnder rechnerischer Fähigkeiten, sondern durch mangelndes Notieren des Übertrags. Die Autoren schlossen daraus, dass diese Fehler auf das schwache visuell-räumliche Gedächtnis der Kinder zurückzuführen war, wodurch eine mentale Vorstellung oder Visualisierung der Übertragszahl erschwert ist. Auffallend war zudem, dass Kinder mit Nonverbal Learning Disabilities weniger Rechenstrategien anwandten als die Kontrollgruppe und dabei eher auf einfache Strategien zurückgriffen, z.B. dem Zählen der Finger. Zu ähnlichen Ergebnissen kam auch Forrest (2004), der unauffällige mathematische Fähigkeiten bei Kindern mit Nonverbal Learning Disabilities beobachtete. Forrest vermutet, dass Kinder mit Nonverbal Learning Disabilities ihre guten sprachlichen Fähigkeiten kompensatorisch zum Lösen von Mathematikaufgaben nutzen.

Der Zusammenhang zwischen visuell-räumlichen und rechnerischen Fähigkeiten, insbesondere bei gestörten visuell-räumlichen Fähigkeiten wurde vielfach angenommen und erscheint plausibel. Nuerk, Graf & Willmes (2006) gehen davon aus, dass räumliche Störungen die Zahlenverarbeitung und das Rechnen bei Kindern entscheidend beeinflussen können. Kinder mit visuell-räumlichen Störungen haben häufiger Schwierigkeiten mit Rechenaufgaben, als

Kinder mit intakten visuell-räumlichen Fähigkeiten. Ähnliche Beobachtungen machte auch Süß-Burghardt (2001). Dabei werden verschiedene Modelle diskutiert:

Mentale Repräsentation von Zahlen auf einem Zahlenstrahl

Das Triple Code Modell von Dehaene geht von einer holistischen Repräsentation der Zahlen auf einem mentalen Zahlenstrahl aus. Kinder mit einer Rechenschwäche fällt es schwer, sich auf einem solchen Zahlenstrahl Zahlen korrekt zu platzieren (Gaupp, Zoelch & Schumann-Hengsteler). Nach Ansicht von v. Aster, Kucian und Martin (2006) bildet das arabische Notationssystem die Grundlage für den Umgang mit größeren Zahlen, den Erwerb von Grundrechenarten, komplexen Rechenprozeduren und den Aufbau einer inneren Zahlenraum- oder Zahlenstrahl-Vorstellung. Aufgrund einer solchen räumlichen Zahlenrepräsentation ist es Kindern und Erwachsenen möglich, sich im Zahlenraum mental zu bewegen, und Rechnungen zu schätzen oder zu überschlagen. Dieser mentale Zahlenstrahl entsteht während der ersten Grundschuljahre und scheint ab dem 3. Schuljahr automatisiert verfügbar zu sein (v. Aster, 2003; Schweiter, Weinhold, Zulauf und v. Aster, 2005), allerdings nicht bei Kindern mit visuell-räumlichen Störungen. Um den Zusammenhang zwischen visuell-räumlichen Fähigkeiten und rechnerischen Fertigkeiten näher zu beleuchten, untersuchten Bachot, Gevers, Fias und Roeyers (2005) normal entwickelte, unauffällige Kinder im Alter von 7-12 Jahren im Vergleich zu rechenschwachen Kindern, die über schwächere visuell-räumlichen Fähigkeiten verfügten als die Kontrollgruppe, insbesondere im visuell-räumlichen Arbeitsgedächtnis. Bei beiden Gruppen ließ sich der Distanzeffekt nachweisen, allerdings bei Kindern mit schwachen visuell-räumlichen Fähigkeiten deutlich geringer. Der SNARC-Effekt ließ sich bei den unauffälligen Kindern nachweisen aber nicht bei den Kindern mit schwachen visuell-räumlichen Fähigkeiten. Eine Kausalität dieser Beobachtungen ließ sich aus den Untersuchungen allerdings nicht ableiten. Es bleibt offen, ob eine gestörte visuell-räumliche Verarbeitung zu gestörten mathematischen Fähigkeiten führt oder vice versa. Ein möglicher Einfluss des visuell-räumlichen Arbeitsgedächtnisses auf die Ergebnisse wurde ebenfalls vermutet.

Schätzen von Mengen und Größen

Nach dem Triple Code Modell gehört zu dem System der analogen Größen auch die Fähigkeit, Mengen und Größen zu schätzen. Hiermit beschäftigten sich Booth und Siegler (2006) intensiver. Kindern im Grundschulalter fällt das Schätzen von Mengen meist leicht, das Schätzen der Lösung einer Rechenaufgabe dagegen schwerer und am schwersten das Schät-

zen eines entsprechend angeordneten Platzes einer Zahl auf einem Zahlenstrahl. Die Autoren beobachteten bei allen Schätzaufgaben einen Wechsel von einer logarithmischen Zahlenvorstellung zu einer linearen. Während Kinder im Kindergartenalter Schwierigkeiten haben, eine Zahl zwischen 1 und 100 auf einem Zahlenstrahl anzuordnen, beherrschen dies Kinder der Klassenstufe 2 relativ sicher, haben aber im Vergleich zu Kinder der Klassenstufe 4 ähnliche Schwierigkeiten bei Zahlen zwischen 1 und 1000. Insgesamt wies die Fähigkeit zu schätzen einen hohen korrelativen Zusammenhang zu den rechnerischen Fähigkeiten eines Kindes auf. Die Autoren diskutieren diese Ergebnisse als mögliche sekundäre Faktoren der visuell-räumlichen Arbeitsgedächtniskapazität und der Arbeitsgeschwindigkeit.

Platz x Wert-System

Nuerk, Kaufmann, Zoppoth und Willmes (2004) stellen die von Dehaene angenommene holistische Repräsentation von Zahlen auf einem mentalen Zahlenstrahl in Frage. Sie untersuchten den sogenannten Kompatibilitäts-Effekt bei Kindern und Erwachsenen. Der Kompatibilitäts-Effekt bedeutet, dass Zahlen, bei denen der Zehner eine größere Ziffer beinhaltet als der Einer, schneller hinsichtlich ihrer Größe miteinander verglichen werden können (z.B. 51 - 65) als inkompatible Zahlen, bei denen der Zehner eine kleinere Ziffer als der Einer beinhaltet (z.B. 59 - 65). Bis zur 3. Klasse vergleichen Kinder zweistellige Zahlen anhand der Zehner miteinander, was auf eine sequentielle Verarbeitung hinweist. Die Kinder betrachten erst die linke und dann die rechte Ziffer. Bei dem Vergleich von 47 mit 62 beachten sie zuerst die Zehner, und entscheiden sich schneller für einen Größenunterschied als beim Vergleich von 42 mit 57. Würden sie die Zahlen holistisch analog eines mentalen Zahlenstrahls verarbeiten, müssten sie bei beiden Zahlenpaaren gleiche Reaktionszeiten zeigen, denn der Abstand auf dem Zahlenstrahl zwischen den beiden Zahlen ist gleich. Ab der 3. Klasse fangen Kindern zunehmend an, die Zehner und Einer von zweistelligen Zahlen parallel zu verarbeiten. Beim Vergleich der inkompatiblen Zahlen 47 und 62 sind sie folglich langsamer in der Entscheidung hinsichtlich eines Größenunterschiedes als bei den kompatiblen Zahlen 42 und 57. Ab der 5. Klasse werden Zahlen hauptsächlich parallel verarbeitet wie auch bei Erwachsenen. Die Autoren vermuten, dass bei Kindern mit Rechenstörungen eine parallele Verarbeitung nicht gelingt, da bei ihnen das Arbeitsgedächtnis und die Aufmerksamkeit stärker in Anspruch genommen werden als bei Kindern ohne Rechenschwäche. Im arabischen Notationssystem entscheidet die räumliche Position über den Wert einer Zahl (z.B. hat die Ziffer 5 bei 35 einen anderen Wert als bei 53), was bei Kindern mit visuell-räumlichen Störungen zur Verwirrung führen kann, zumal die deutsche Sprache zusätzlich im Wider-

spruch zum arabischen Notationssystem steht, da sie erst die Einer und dann die Zehner benennt (*einundzwanzig*, nicht *zwanzigundein*). Ohne ein Verständnis des Platz x Wert-Systems ist ein Operieren mit mehrstelligen Zahlen kaum möglich (Nuerk, Graf & Willmes, 2006). Die Arbeitsgruppe um Nuerk untersuchte in einer Langzeitstudie über drei Jahre 140 Kinder und beobachtete einen Einfluss der visuell-räumlichen Fähigkeiten auf das korrekte Lesen und Schreiben von Zahlen (Krinzinger, 2008). Die Autoren vermuten ebenfalls einen Zusammenhang zum visuell-räumlichen Arbeitsgedächtnis.

Visuell-räumliches Arbeitsgedächtnis

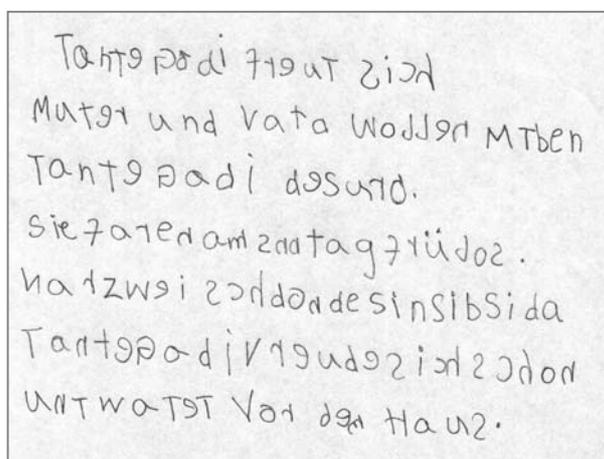
Auffallend bei vielen der zitierten Befunden ist die Vermutung der Autoren, dass das visuell-räumliche Arbeitsgedächtnis eine wichtige Rolle bei Erwerb der rechnerischen Fertigkeiten spielt. Befunde hierzu sind uneinheitlich, da in den Studien jeweils unterschiedliche Komponenten des Arbeitsgedächtnisses überprüft wurden. Passolunghi (2008) verglich Kinder mit Rechenstörungen mit einer gesunden Kontrollgruppe anhand der drei Komponenten des Arbeitsgedächtnisses nach Baddeley und Hitch (Baddeley, 1986). Die Kinder mit Rechenstörungen zeigten vergleichbare Leistungen im visuellen und auditiven Arbeitsgedächtnis, aber deutlich schwächere Leistungen in Aufgaben, die die zentrale Exekutive beinhalteten. Ihre Rechenstrategien wichen ebenfalls von den Strategien unauffälliger Kinder ab, sie zählten häufig mit den Fingern während die Kinder der Kontrollgruppe verbale und visuelle Strategien einsetzten. Schuchardt (2008) fand dagegen heraus, dass alle Aspekte des visuell-räumlichen Arbeitsgedächtnisses bei Kindern mit einer Dyskalkulie eingeschränkt sind bei unauffälligem phonologischen Arbeitsgedächtnis und unauffälligen exekutiven Funktionen. Dornheim (2008) kritisiert an zahlreichen Studien, die das visuell-räumliche Arbeitsgedächtnis im Zusammenhang mit Rechenstörungen untersuchen, dass gerade bei Kindern im jüngeren Alter das visuell-räumliche Arbeitsgedächtnis nur schwer von der zentralen Exekutive zu trennen ist.

Insgesamt sind die Befunde über den Zusammenhang visuell-räumlicher Fähigkeiten und Leistungen im Bereich Mathematik nicht einheitlich. Aufgrund eines nachweisbaren korrelativen Zusammenhanges zwischen schwachen räumlich-konstruktiven Fähigkeiten und Rechenstörungen werden verschiedene Hypothesen untersucht, die auf manche Kinder zutreffen scheinen, auf andere nicht. Dabei spielt die unterschiedliche Definition von räumlich-konstruktiver Störung sowie komorbide und Umfeld-Faktoren eine wesentliche Rolle, die in den meisten Studien nicht berücksichtigt wurden.

1.5.2 Auswirkungen auf den Erwerb der Schriftsprache

Vor allem in den 70er und 80er Jahren wurden der Lese- und Rechtschreibschwäche ursächlich Störungen in der visuellen und visuell-räumlichen Wahrnehmung zugeschrieben und stellten dementsprechend Therapieinhalte dar (z.B. Schenk-Danzinger, 1991). Diese Annahmen erwiesen sich als nicht haltbar und Therapien mit diesem Schwerpunkt konnten keine spezifische Effektivität nachweisen (v. Suchodoletz, 2003), so dass andere Schwerpunkte vermutet wurden. Momentan stehen vor allem Störungen der phonologischen Verarbeitung und das Arbeitsgedächtnis im Vordergrund (Schuchardt, 2008).

Gruppenuntersuchungen ergaben bei Kindern mit einer Dyslexie keine Abweichungen in den visuell-räumlichen bzw. räumlich-konstruktiven Fähigkeiten im Vergleich zu Kindern ohne Dyslexie (Del Giudice et al., 2000b). Auch bei der Betrachtung von kombinierten Störungen des Lesens, Schreibens und Rechnens findet sich eine Dominanz von Störungen im Bereich der Sprachverarbeitung und dem Sprachgedächtnis, nicht aber der räumlich-konstruktiven Fähigkeiten (Süss-Burghart, 2001). Im Einzelfall wird dagegen immer wieder von Kindern berichtet, meist mit kombinierter Störung des Lesens, Schreibens und Rechnens, die ausgeprägte räumlich-konstruktive Störungen aufweisen (Del Guidice et al., 2000b). Diese Kinder fallen beim Lesen und Schreiben dadurch auf, dass sie schwer die räumliche Ausrichtung von gestaltgleichen Grapheme wie z.B. /b/, /p/, /d/ oder /q/ voneinander unterscheiden oder sie nur schwer dem entsprechenden Phonem richtig zuordnen können (Klicpera, 1995). Es fällt ihnen schwer, Buchstaben in der richtigen Ausrichtung und der richtigen motorischen Abfolge zu schreiben. Manche Kinder schreiben trotz intensiven Übens von rechts nach links (s. Abbildung 4). Muth-Seidel und Petermann (2008) berichten von Schwierigkeiten, die Linien einzuhalten sowie dezente Auffälligkeiten im Schriftbild der Kinder.



„Tante Gabi freut sich.
Mutter und Vater wollen mit bei
Tante Gabi zu Besuch.
Sie fahren am Sonntag früh los.
Nach zwei Stunden sind sie da.
Tante Gabi freut sich schon
und wartet vor dem Haus.“

Abbildung 3: Schriftbild eines zehnjährigen Jungens mit räumlich-konstruktiver Störung

Mati-Zissi und Zafiropoulou (1998) untersuchten in einer Längsschnittstudie die zeichnerischen Fähigkeiten, visuell-räumlichen Fähigkeiten sowie das Arbeitsgedächtnis von griechischen Kindern im Kindergarten- und Grundschulalter. Sie fanden einen Zusammenhang zwischen den zeichnerischen, visuell-räumlichen Fähigkeiten und der späteren Lese- und Rechtschreibfähigkeit der Kinder. Die Autoren vermuten, dass dieser Zusammenhang Ausdruck eines gemeinsamen semiotischen Systems ist und gehen bei Kindern mit Nonverbal Learning Disabilities und einer Dyslexie von generellen planerische Schwierigkeiten aus (Mati-Zissi et al., 1998).

1.5.3 Auswirkungen auf den Erwerb von naturwissenschaftlichen Fächern

Es wird immer wieder angenommen, dass sich eine Störung räumlich-konstruktiver Fähigkeiten mindernd auf die Schulleistung in naturwissenschaftlichen Fächern auswirken kann (z.B. Muth et al., 2001). Bisher fehlen hierzu allerdings systematische Untersuchungen. Zusammenhänge zwischen Geometrie, Physik oder Chemie und räumlich-konstruktiven Fähigkeiten sind bekannt, wobei sich diese Untersuchungen auf nicht-gestörte Jugendliche und Erwachsene beziehen (z.B. Wuh & Shah, 2003). Liben (2006) verweist auf Einschränkungen in Geografie durch visuell-räumliche Schwächen, insbesondere beim Lesen von Landkarten, Graphen und Tabellen. Längsschnittstudien mit besonders begabten Kindern im visuell-räumlichen Bereich zeigen auf, dass sich die visuell-räumlichen Fähigkeiten neben den verbalen Fähigkeiten entscheidend für die spätere Berufswahl auswirken. Die Kinder, die über besonders gute visuell-räumliche Fähigkeiten im Alter von 13 Jahren verfügten, erlernten als Erwachsene häufiger Berufe in der Informatikbranche oder dem Ingenieurwesen als Kinder mit weniger herausragenden visuell-räumlichen Fähigkeiten (Shea, Lubinski & Benbow, 2001).

1.6 Therapie- und Förderansätze räumlich-konstruktiver Fähigkeiten

In der Literatur wird immer wieder angeführt, dass sich räumlich-konstruktive Fähigkeiten trainieren lassen. Bei Aufgaben zur mentalen Rotation wird z.B. ein größerer Übungseffekt als bei anderen Testaufgaben beobachtet, wenn sie mehrfach durchgeführt bzw. trainiert werden. Dieser Effekt ließ sich sowohl bei Erwachsenen (Lohmann, 1988) als auch bei Kindern (Ehrlich et. al., 2006; Levine, Huttenlocher, Taylor & Langrock, 1999; Wiedenbauer, 2006) beobachten. Aus diesen Befunden wurde geschlossen und nachfolgend vielfach zitiert,

dass die Fähigkeit zur mentalen Rotation durch ein Training bzw. durch eine Beschäftigung mit solchen Aufgaben verbessert werden kann. Während sich der Trainingseffekt bei Erwachsenen nur bei jenen bemerkbar machte, die anfänglich schwache Leistungen in der mentalen Rotation zeigten (Kail, Carter & Pellegrino, 1979; Lutz, Landers & Linder, 2001), konnte der Trainingseffekt bei allen Kindern beobachtet werden. Allerdings lässt sich kein Transfereffekt auf andere, nicht-trainierte Aufgaben zur mentalen Rotation beobachten (Kail & Park, 1990). In ihrer Metaanalyse arbeiteten Baenninger und Newcombe (1989) heraus, dass ein kurzes visuell-räumliches Training keine wesentlich höheren Effekte erbringt als eine alleinige Freizeitbeschäftigung mit visuell-räumlichen Anforderungen. Je spezifischer ein Training aufgebaut war und je länger es durchgeführt wurde, desto höhere Effekte ließen sich beobachten.

Bisher ist wenig bekannt darüber, wie sich die visuell-räumlichen Fähigkeiten bei Kindern mit einer Störung in diesem Bereich entwickeln. Es ist fraglich, ob die therapeutischen Inhalte entlang einer normalen Entwicklung erfolgen oder möglicherweise andere, kompensatorische Strategien fokussiert werden sollten. In diesem Kapitel werden bisherige Therapie- und Förderansätze dargestellt die sowohl für Kinder mit räumlich-konstruktiven Störungen als auch allgemein kurrikular für den Schulunterricht erstellt wurden.

1.6.1 Förderansätze bei gestörten visuell-räumlichen Funktionen

Insgesamt gibt es nur wenige evaluierte Studien zur gezielten Verbesserung gestörter visuell-räumlicher Funktionen. Die Förderung erfolgt meist im Rahmen von ergotherapeutischen Behandlungen, bei denen vor allem zwei Therapiekonzepte dominieren, das Training der visuellen Wahrnehmung nach Frostig (Frostig & Horne, 1964) und die sensorische Integrationstherapie von Ayres (1972), in den letzten Jahren zudem neuropsychologische Therapieprogramme (z.B. Muth et al., 2001). Es gibt nur wenige neuropsychologische Therapieansätze für Kinder (Prigatano, 1993), wobei in der psychologisch-therapeutischen Praxis eine Reihe von Programmen entwickelt und erprobt worden sind, die aber nicht veröffentlicht wurden.

1.6.1.1 Das Wahrnehmungstraining von Marianne Frostig

Die meisten Kinder mit entwicklungsbedingten räumlich-konstruktiven Störungen werden in Deutschland ergotherapeutisch behandelt. Oftmals liegt der Fokus der Behandlung auf einer Verbesserung der Wahrnehmung. Der Begriff Wahrnehmung wird in der Praxis inflationär

und uneinheitlich gebraucht. Er umfasst neben Störungen der visuellen Wahrnehmung auch motorische Störungen, Lernstörungen, Aufmerksamkeitsstörungen sowie psychische Störungen (Nussbeck, 2003). Eines der bekanntesten Programme zur Förderung der visuellen Wahrnehmung ist das Wahrnehmungstraining von Marianne Frostig (Frostig & Horne, 1964; Frostig, 1972; Reinartz & Reinartz, 1974). Frostig gründete in den 50er Jahren das Marianne-Frostig-Zentrum für Pädagogische Therapie in Los Angeles, um Kindern mit Lernschwierigkeiten zu helfen. Frostig geht in ihrer Theorie davon aus, dass die meisten Lern- und Entwicklungsstörungen Folge von Wahrnehmungsschwächen sind. Durch eine Förderung der Wahrnehmung lassen sich spätere Schulleistungsstörungen verhindern und Sprach- und andere Entwicklungsstörungen beheben. Unter Wahrnehmung versteht Frostig die Fähigkeit, Reize verschiedener Sinneskanäle zu erkennen, zu interpretieren und miteinander in entsprechende kognitive Strukturen zu integrieren. Dabei steht vor allem die taktile, kinästhetische, auditive und visuelle Wahrnehmung im Vordergrund. Bereits frühe Erfahrungen und die wahrgenommene Umwelt beeinflussen die Interessen eines Kindes und damit wiederum auch seine Wahrnehmung. Das größte Gewicht misst Frostig (1981) der visuellen Wahrnehmung bei, denn „Störungen und Mängel der visuellen Perzeption beeinträchtigen die Anpassung des Kindes auf vielfache Weise, weil die Wahrnehmung als eine der grundlegendsten Funktionen des Organismus – wenn nicht tatsächlich als die zentralste Funktion überhaupt – angesehen werden kann“ (S. 36). Frostig ging zu der Zeit in Amerika von einer hohen Prävalenz visueller Wahrnehmungsstörungen von 10-16% aller Vorschüler und Erstklässler sowie von 78% aller lern- und geistigbehinderten Kinder aus (Frostig & Maslow, 1978).

Im Rahmen dieses Modells beschäftigt sich Frostig auch intensiver mit der Raumwahrnehmung. Frostig und Horne (1964) gehen davon aus, dass der Raum als Ausdehnung des eigenen Körpers wahrgenommen wird, wofür eine Körperbewusstheit notwendig ist:

Ein schwaches Raumbewußtsein ist häufig mit einer mangelhaft ausgebildeten Körperbewußtheit verbunden. Klinische Beobachtungen zeigen jedoch, daß Schwierigkeiten bei der Wahrnehmung räumlicher Beziehungen auch manchmal bei Kindern mit einer relativ normalen Körperbewußtheit zu finden sind. Solche Kinder kommen recht gut zurecht, solange ihnen nichts im Wege ist. Ihre Unbeholfenheit geht wahrscheinlich auf Störungen der visuellen Wahrnehmung zurück... (Übersetzung von Reinartz & Reinartz, 1977, S. 57)

Die Körperbewusstheit setzte sich aus drei Elementen zusammen, der Körperimago, dem Körperbegriff und dem Körperschema. Mit der *Körperimago* ist das Fühlen seines Körpers

gemeint, was in enger Beziehung zum motorischen und emotionalen Wohlbefinden steht. Auch die Wahrnehmung von Raumrichtungen und das Benennen von Präpositionen der Raumachsen zählt Frostig zum Bereich der Körperimago. Der *Körperbegriff* bezeichnet das Wissen eines Kindes um seinen Körper. Hierzu zählt die Lokalisation von einzelnen Körperteilen und Organen sowie ein Wissen um deren Funktionsweise. Das *Körperschema* ist, im Gegensatz zur Körperimago und dem Körperbegriff, unbewusst und reguliert die motorische Koordination. Die vestibuläre Wahrnehmung hängt wesentlich vom Körperschema ab. Eine gestörte Raumwahrnehmung führt zu Schwierigkeiten im Lesen, Schreiben und Rechnen. Kinder mit einer gestörten Raumwahrnehmung zeigen Schwierigkeiten in der Unterscheidung gestaltgleicher Buchstaben, die räumlich unterschiedlich ausgerichtet sind wie z.B. /b/, /p/, /q/ und /d/, schreiben Zahlen und Buchstaben spiegelverkehrt und vertauschen die Abfolge der Buchstaben innerhalb eines Wortes (Seidel, 1981).

Das Therapieprogramm von Frostig richtet sich an alle Kinder mit visuellen Wahrnehmungsstörungen sowie Kindern mit Lernstörungen bzw. einer Lern- oder geistigen Behinderung im Alter von 3-8 Jahren, kann aber auch mit älteren Kindern durchgeführt werden. Das Setting ist sowohl in einer Einzel- als auch einer Gruppentherapie möglich. Als Therapiedauer gibt Frostig eine Mindestdauer von 6 Monate bei einer Frequenz von 1-2 wöchentlichen Behandlungen an. Die Länge der Gesamttherapie richtet sich nach den individuellen Voraussetzungen des Kindes und seiner Eltern und erstreckt sich in vielen Fällen auch über mehrere Jahre.

Inhaltlich untergliedert sich das Frostig Programm in einen einleitenden Teil mit basalen Übungen zur visuellen Wahrnehmung, der Grob- und Feinmotorik sowie der taktilen und kinästhetischen Wahrnehmung. Der Hauptteil besteht aus 359 verschiedenen Arbeitsbögen zu fünf Wahrnehmungsbereichen sowie einem zusätzlichen Übungsprogramm für Kinder mit umfassenden visuellen Wahrnehmungsstörungen. Bei Kindern mit räumlichen Wahrnehmungsstörungen wird nach dem Frostig Programm anfangs am Erfassen von Raum und Zeit durch rhythmische Bewegungsspiele geübt. Die Kinder sollen lernen, sich die Größe ihres persönlichen Raumes bewusst machen. Kreative Bewegungen, z.B. Tanzen werden genutzt, um die Lust an der Raumerfahrung zu fördern. Frostig und Horne (1964) schreiben dazu:

Ein solcher Unterricht weckt bei den Kindern auch die Lust, ihre Möglichkeiten und Begrenzungen durch den Körper kennenzulernen: wenn sie sich auf dem Boden rollen, sich ausstrecken, sich fallen lassen, sich krümmen, sich dehnen und sich entspannen. Das Gefühl für ih-

ren Körper wächst durch Übungen wie Gewichtsverlagerung von einer Körperseite auf die andere, von den Hüften auf die Knie oder auf die Hände und dann z.B. auf den Rücken – diese Bewegungen geben ihnen Mut, und sie werden sich der vielen Möglichkeiten bewusst, die ihnen die eigenschöpferische Ausnutzung des persönlichen und des gemeinsamen Raumes bietet.... (Übersetzung durch Reinartz & Reinartz, 1977, S. 29)

Wenn sich eine Körperbewusstheit herausgebildet hat, werden Übungen zur Visuomotorik und zu den einzelnen visuellen Wahrnehmungsbereichen dargeboten, wobei immer auf einen Wechsel zwischen Arbeiten am Tisch und grobmotorischer Raumerfahrung während einer Therapiestunde geachtet wird (Frostig, 1981).

Schon damals wurde an dem Frostig Programm kritisiert, dass alle Aufgaben zu den einzelnen visuellen Wahrnehmungsbereichen immer an eine visuomotorische Ausführung gekoppelt und dadurch für Kinder mit schweren motorischen Einschränkungen nicht durchführbar sind (Fröhlich, 1977). Dennoch fand das Frostig Programm nicht nur im klinischen, sondern auch im pädagogischen Bereich breiten Anklang und wurde in Schulen auch präventiv durchgeführt (Reinartz, 1990). Es wurde eine zeitlang häufig bei der Behandlung von Legasthenie eingesetzt (z.B. Lockowandt, 1994; Schenk-Danzinger, 1991), bis amerikanische Metaanalysen bekannt wurden und Zweifel bezüglich der Effektivität und Sinnhaftigkeit des Trainings aufkamen. Kavale (1984) fand in seiner Metaanalyse über 173 amerikanische Studien zum Frostig Programm eine sehr kleine Effektstärke von $d = 0.09$. Auch in Bezug zu späteren Schulleistungen ließen sich keine bedeutsamen Effekte nachweisen. Für den deutschsprachigen Raum analysierten Elsner und Hager (1995) sieben Studien zur Wirksamkeit des Frostig Programms. Aufgrund methodischer Mängel der Primärstudien konnten Elsner und Hager keine Effektstärken berechnen, die aber bereits in den einzelnen Studien sehr klein waren. Die meisten Studien zeigten eine leichte Leistungssteigerung nach der Durchführung des Programms auf, wobei fraglich blieb, inwieweit diese auf Übungs- oder Zuwendungseffekte zurückzuführen war. In einer Studie von Hager und Hasselhorn (1993) erwies sich sogar das Denktraining von Klauer (1991) als kurz- und langfristig effektiver bezüglich der visuellen Wahrnehmung als das Frostig Programm selbst, obwohl mit dem Denktraining keine Wahrnehmungsfunktionen direkt trainiert wurden.

Im klinischen Bereich spielen Frostigs Annahmen weiterhin eine große Rolle, was möglicherweise auch durch die klinisch-diagnostische Bedeutung des *Frostig Developmental Test of Visual Perception* (Frostig & Lefever, 1964; Büttner, Dacheneder, Schneider & Weyer,

2008) suggeriert wird, der die Inhalte der visuellen Wahrnehmung und Visuomotorik überprüft, die Bestandteil ihres Therapieprogramms sind. Noch heute orientieren sich eine Reihe von ergotherapeutischen Interventionen an der Vierteilung der visuellen Wahrnehmung dieses Tests: der Wahrnehmung von Formkonstanz, Raum-Lage, Figur-Grund und räumlichen Beziehungen. Dabei werden Alltagshandlungen durchgeführt, denen eine Beteiligung einer oder mehrerer visuellen Wahrnehmungsbereiche zuschreiben wird. Es wird z.B. versucht, durch das Schmieren eines Brotes oder das Pflücken von Erdbeeren die Figur-Grund-Wahrnehmung zu fördern oder durch das Sortieren von Wäsche und Schuhen die Raum-Lage-Wahrnehmung zu verbessern (Günther & Jäger, 2004).

Zusammenfassend belegen die amerikanischen und deutschen Metaanalysen deutlich, dass einer Förderung der visuellen Wahrnehmung durch das Frostig Programm kaum effektiv ist. Angesichts der niedrigen Effekte in den Bereichen der Wahrnehmung räumlicher Beziehungen und der Lage im Raum, ist nicht davon auszugehen, dass das Frostig Programm ein geeignetes Instrument darstellt, um räumlich-konstruktive Störungen bei Kindern spezifisch zu verbessern.

1.6.1.2 Die Sensorische Integrationstherapie von Jean Ayres

Die sensorische Integrationstherapie wurde von Jean Ayres bereits in den 50er und 60er Jahren mit dem Ziel entwickelt, Kindern mit Lernstörungen zu helfen. Ayres (1972) geht in ihrer Theorie davon aus, dass die Wahrnehmung das Endprodukt einer sensorischen Integration ist. Eine intakte sensorische Integration ist nach Ayres Theorie eine notwendige Voraussetzung für die Entwicklung höherer adaptiver Fähigkeiten, zu denen neben der Wahrnehmung auch sprachliche und schulische Fertigkeiten sowie Aufmerksamkeitsleistungen und ein angemessenes Sozialverhalten zählen. Als sensorische Integration versteht Ayres die Koordination und Interpretation aller aufgenommenen Reize der einzelnen Sinnesmodalitäten. Ayres Annahmen basieren auf einem biologischen Reifungsmodell, das ontogenetisch festgelegte Stufen der sensorischen Integration beinhaltet. Sie geht von einer hierarchischen Organisation des Zentralnervensystems aus und folgert, dass die sensorische Integrationstherapie an der jeweils niedrigsten Stufe ansetzen sollte, in der Regel auf der Ebene des Hirnstammes, um damit höhere kortikale Bereiche zu beeinflussen. Die sensorische Integrations-therapie will so Reifungsprozesse gezielt beeinflussen und akzelerieren (Borchart et al., 2001). Die wichtigste Rolle misst Ayres (1972) dem Hirnstamm bei:

In the developing human brain, it is important that the brain stem integrating mechanisms, which have the capacity for directing some relatively discrete sensorimotor patterns, reach optimum maturation, for higher levels of function will be dependent upon adequate integration at the brain stem level. (p. 28)

Ayres prägte den Begriff *Entwicklungsapraxie*, der deutlich weiter gefasst ist, als die Definition von Apraxien im neurologischen Sinne (Poeck, 2002). Sie definiert eine Entwicklungsapraxie als eine Störung des Körperschemas, die zu gestörten motorischen Reaktionen führt. Unter dem Körperschema versteht Ayres, abweichend von Frostig, ein sensomotorisches Bewusstsein der verschiedenen anatomischen Elemente des Körpers und deren Integration bei Bewegungsabläufen. Kinder mit einer Entwicklungsdyspraxie haben demnach Schwierigkeiten, sich alleine anzukleiden, zu zeichnen, schreiben, schneiden, kneten oder bei konstruktiv-manipulatorischen Spielen. Sie weisen auch häufig eine emotionale Labilität und Verhaltensprobleme auf. Störungen der visuellen Wahrnehmung werden nach Ayres Theorie auf eine Dysfunktion der Haltungsintegration, dem sogenannten *neuromotorischen Aufrichtungsprozess* zurückgeführt, d.h. auf Schwierigkeiten in der Kontrolle der Nackenmuskulatur und Blickmotorik sowie auf eine Dysfunktion der *Bilateralintegration*, womit die Integration sensomotorischer Funktionen beider Körperhälften gemeint ist (z.B. beim Überkreuzen der Mittellinie oder der Rechts-Links-Diskrimination).

Die sensorische Integrationstherapie beginnt entsprechend Ayres Theorie auf der niedrigsten Stufe, nämlich auf der Ebene des Hirnstammes. Ayres nimmt an, dass durch den Gebrauch von motorischen Mustern die sensorische Integration im Hirnstamm verbessert und dadurch auch höhere, integrierende Zentren im Gehirn leichter erreicht werden können. Deswegen liegt der Schwerpunkt der sensorischen Integrationstherapie auf einer Stimulation des vestibulären, taktilen und propriozeptiven Systems. Weitere Hauptschritte der sensorischen Integrationstherapie sind die Inhibition primitiver Haltungsreflexe, Entwicklung von Gleichgewichtsreaktionen, Normalisierung der Augenbewegungen, Förderung der Koordination der sensomotorischen Funktionen der beiden Körperhälften und die Entwicklung der visuellen Form- und Raumwahrnehmung. Ayres (1972) beschreibt die Therapie folgendermaßen:

The course of therapy follows a similar progression. Enhancing maturation at the lower, less complex levels of environmental-response function enables a child to become more competent at the higher, more complex levels. Because many of the symptoms seen in children with learning disabilities suggest dysfunction in the brain stem, much therapy centers around or-

ganizing sensory integrative mechanisms there. The brain stem is particularly concerned with gross or total body sensorimotor function, such as that involved in simple space perception or in riding a scooter board. The cortex is better prepared to handle specialized and discrete actions such as reading and the use of tools, including the pencil, but it cannot do so well without adequate function at the brain stem level. Accordingly, therapy emphasizes the gross before the fine and specific function. (p. 12)

Entsprechend erfolgt die Behandlung einer gestörten visuellen und Raumwahrnehmung anfangs über eine allgemeine Stimulation des taktilen und vestibulären Systems (z.B. Schaukeln, Bürsten der Haut). Daraufhin wird die sensomotorischen Integration auf der Ebene des Hirnstammes gefördert (z.B. auf allen Vieren laufen, im Vierfüßlerstand schaukeln, Rollbrettfahren, Sitzen auf einem Gleichgewichtsbrett, Werfen von Gegenständen über die Körpermittellinie). Schließlich werden Puzzels und andere manipulatorische Spiele im Wechsel mit einer Stimulation des vestibulären Systems durchgeführt.

Neuere Literatur der sensorischen Integrationstherapie unterstützt die Hauptannahmen von Ayres und hat die Grundzüge ihrer Theorie und Praxis beibehalten (Borchardt et al., 2001; Fisher et al., 2002). Vor allem die Therapieaufgaben der sensorischen Integrationstherapie erfreuen sich weiterhin einer breiten Beliebtheit in Deutschland. Es gibt inzwischen unzählige Spiele- und Ideen-Sammlungen für eine schulische Förderung (z.B. Balster, 1998; Brand, Breitenbach & Maisel, 1988; Günther, 1998; Knauf, Kormann & Umbach, 2006; Mertens, 1983), häusliche Förderung (z.B. Meier & Richle 1994; Mönkemeyer, 1988; Pauli & Kisch, 1972; Scheid & Prohl, 1988; Vater, 1986) oder Therapie von Kindern, die auf den Ideen der sensorischen Integrationstherapie aufbauen (z.B. Akhbari, 1993; Albrecht, 1980; Augustin, 1980; Biedermann, 2003; Fröhlich, 1986; Kiesling, 2007; Pauli & Kisch, 2006; Schilling, 1997; Zimmer, 2002). Bei all diesen Übungsaufgaben nimmt die Förderung der räumlichen Wahrnehmung jeweils entsprechend der Theorie von Ayres nur einen Teil des Gesamtkonzeptes ein und beschränkt sich jeweils auf einer Förderung des Körperschemas, der taktilen und vestibulären Wahrnehmung sowie des neuromotorischen Aufrichtungsprozesses. Auch heute wird bei schulischen Schwierigkeiten, insbesondere bei Kindern mit einer Rechenschwäche immer wieder eine sensomotorische Integrationstherapie empfohlen, um parallel zu einer sonderpädagogischen Förderung mögliche visuell-räumliche Schwächen zu verbessern (z.B. Lorenz & Radaz, 1993; Lorenz, 2005).

Die Effektivität der sensorischen Integrationstherapie ist umstritten (Hoehn & Baumeister, 1994; Karch, Groß-Selbeck, Pietz & Schlack, 2002). Metaanalysen, bei denen die sensorische Integrationstherapie mit einem Alternativverfahren verglichen wurde, konnten keinen signifikanten Unterschied bezüglich einer Verbesserung von Grob-, Fein- und Visuomotorik, räumlicher Wahrnehmung, des postrotatorischen Nystagmus oder schulischer Fertigkeiten nachweisen. Die Effektstärken im Vergleich zu nicht-behandelten Kindern waren mit $d = 0.29$ klein (Humphries, Snider & Mc Dougall, 1993; Polatajko, Kaplan & Wilson, 1992; Shaw, 2002; Vargas & Camilli, 1999). Immer wieder gefordert, aber bisher nicht systematisch überprüft wurde die Frage, bei welchen Kindern die sensorische Integrationstherapie effektiv ist (Densem, Nuthall, Bushnell & Horn, 1989; Schuh, 2001). Da der Ansatz der sensorischen Integrationstherapie nicht spezifisch auf räumlich-konstruktive Störungen ausgerichtet ist, gibt es auch keine Untersuchungen bezüglich der Effektivität in diesem Bereich.

Bein-Wierzbinski (2005) entwickelte ein Trainingsprogramm zur gezielten Verbesserung der räumlich-konstruktiven Fähigkeiten, das auf den Grundannahmen von Ayres aufbaut. Der Schwerpunkt ihres Programms liegt vor allem auf dem neuromotorischen Aufrichtungsprozess. Bein-Wierzbinski wählte unter 100 Grundschulkindern, die von den Eltern als auffällig im räumlich-konstruktiven Bereich eingeschätzt wurden, 46 Kinder mit räumlich-konstruktiven Störungen unter Ausschluss neurologischer und Lernstörungen aus. Die räumlich-konstruktiven Störungen ermittelte sie anhand des Göttinger Form Reproduktionstest GFT (Schlange, Stein, v. Boetticher & Taneli, 1977) sowie der Blattaufteilung beim Abzeichnen. Eine Differentialdiagnose zwischen räumlich-konstruktiven und visuomotorischen Störungen wurde allerdings nicht durchgeführt, auch andere Differentialdiagnosen fehlen. In einer Querschnittuntersuchung weist Bein-Wierzbinski korrelative Zusammenhänge zwischen dem neuromotorischen Aufrichtungsprozess und der Blicksteuerung sowie zwischen der Blicksteuerung und den räumlich-konstruktiven Fähigkeiten nach. Sie führte mit der Hälfte der Kindern ein Training über 14 Monate in Anlehnung an Vojta und Peters (1997) zur Verbesserung des neuromotorischen Aufrichtungsprozesses durch und kommt zu signifikanten Verbesserungen im GFT der behandelten im Gegensatz zu der nicht-behandelten Gruppe mit großen Effektstärken. Bei der Durchsicht der von ihr dargestellten Einzelfälle dominieren allerdings vordergründig visuomotorische Schwächen beim Abzeichnen des GFT, so dass eine primär räumlich-konstruktive Störung der Kinder ihrer Stichprobe fragwürdig bleibt. Angesichts der niedrigen Prävalenz räumlich-konstruktiver Störungen erscheint das Vorliegen dieser Störung bei den Kindern ihrer Stichprobe eher unwahrscheinlich, zumal Kinder mit

Lernstörungen ausgeschlossen wurden, die bei räumlich-konstruktiven Störungen in der Regel wiederum zu erwarten sind.

Zusammenfassend lässt sich aus den bisherigen Befunden folgern, dass die sensorische Integrationstherapie weder bezüglich ihrer theoretischen Annahmen noch bezüglich ihrer spezifischen Wirksamkeit ein geeignetes Instrument darstellt, um räumlich-konstruktive Störungen bei Kindern gezielt zu verbessern.

1.6.1.3 Neuropsychologische Therapieansätze

Die Rehabilitation von Patienten mit neuropsychologischen Störungen zielt darauf ab, die durch eine Hirnschädigung eingetretene Behinderung zu reduzieren, um Folgestörungen möglichst zu vermeiden (Prigatano, 2004; Zihl, 1988). In der Behandlung mit erwachsenen Menschen, die im Erwachsenenalter eine Hirnschädigung erworben haben, haben sich zur Behandlung räumlich-konstruktiver Störungen inzwischen einige kompensatorische und restitutive Therapieansätze etabliert. Diese Therapieansätze fokussieren jeweils die visuelle Raumwahrnehmung (z.B. Kerkhoff & Heldmann, 1997), die Visuokonstruktion selbst (z.B. Caprez, 1984; Münßinger & Kerkhoff, 1993; Young, Collins & Hren, 1983), die visuell-räumliche Kognition (z.B. Lütgehetmann & Stäbler, 1992; Weinberg, Piasetsky, Diller & Gordon, 1982) oder die räumlich-topografische Orientierung. Zunehmend werden computer-gestützte Therapieverfahren eingesetzt. Die meisten der genannten Therapieverfahren weisen signifikante Therapieeffekte nach (Bodenburg, 1998; Niedeggen, 2008). Exemplarisch wird auf das Therapieprogramm von Münßinger und Kerkhoff (1993) näher eingegangen.

Das Tangram-Training von Münßinger und Kerkhoff

Münßinger und Kerkhoff (1993) erstellten Therapiematerialien zur Behandlung visuell-räumlicher und räumlich-konstruktiver Störungen für Erwachsene mit erworbenen Schädigungen des Gehirns. Das Therapieprogramm zielt darauf ab, räumliche Fertigkeiten zu üben, die sich einschränkend auf typische Alltagsverrichtungen sowie einer möglichen Rückführung in den Beruf auswirken. Mithilfe von „Tangram“-Aufgaben sollen sowohl basale Wahrnehmungsleistungen wie das Schätzen von Längen, Größen und Winkel spielerisch trainiert werden als auch komplexere räumlich-kognitive Leistungen wie z.B. die Größen-transformation oder mentale Rotation. Anhand des Materials werden systematische und logisch-plausible Arbeitsstrategien eingeübt. Das Tangram-Training ist als Gruppentraining

konzipiert, kann aber auch im Einzelsetting durchgeführt werden und umfasst mindestens 20 Therapiestunden. Das Material besteht aus insgesamt 236 Arbeitsblättern mit Tangram-Vorlagen, die entweder zeichnerisch oder konstruktiv durch Nachlegen gelöst werden sollen. Sie variieren im Schwierigkeitsgrad sowohl hinsichtlich ihrer Farbe, Vorlagengröße, Anzahl und Art der eingesetzten Steine als auch hinsichtlich des Ausmaßes an Untergliederung. In dem Handbuch befinden sich Hinweise für die Abfolge und Durchführung der einzelnen Therapieaufgaben, Arbeitsstrategien sowie für die praktische Handhabung des Materials.

Das Tangram-Training wurde an 15 Patienten in einem Prä-Prä-Post-Design evaluiert und es konnten signifikante Verbesserungen in der Wahrnehmung der Haupttrasmachsen und Winkelschätzung aufgezeigt werden (Kerkhoff, 1989). Auch in Verfahren zum räumlich-konstruktiven Bereich (einem Tangram-Test, einem Mosaiktest und dem Abzeichentest Rey-Osterrieth Complex Figure) zeigten sich signifikante Verbesserungen nach Beendigung der Therapie, nicht aber in der Längen- und Distanzschätzung sowie der Linienhalbierung. Das Tangram-Training hat sich in der neurologischen Rehabilitation bei Erwachsenen im deutschsprachigen Raum inzwischen etabliert und wird häufig durchgeführt.

Das Tangram-Training ist explizit auf Erwachsene ausgerichtet und nicht auf Kinder mit einer vergleichbaren Störung. Die neuropsychologische Therapie von Kindern mit erworbenen Schädigungen des Gehirns unterscheidet sich deutlich von der Therapie Erwachsener. Vor allem bei jüngeren Kindern müssen Fähigkeiten nicht wiedererlernt bzw. restituiert werden, da sie sich oftmals noch gar nicht oder nur teilweise entwickelt hatten. Der therapeutische Schwerpunkt liegt deshalb oft darin, die Entwicklung in einzelnen Funktionsbereichen anzubahnen oder zu akzelerieren (Matthaei, Endmann & Stephani, 1992). Im deutschsprachigen Raum wurden vier Therapieprogramme für Kinder bzw. Jugendliche entwickelt.

Das Therapieprogramm von Wais und Köster-Wais

Wais und Köster-Wais (1984a, 1984b) veröffentlichten ein Programm zur Therapie von Raumanalysestörungen. Das Therapieprogramm richtet sich explizit an Jugendliche und Erwachsene mit spät erworbenen rechtshemisphärischen Störungen. Die Autoren halten ihr Therapiekonzept für den Einsatz bei Kindern für ungeeignet, da nur bedingt auf bereits erlernte Fähigkeiten zurückgegriffen werden kann und kognitive Therapieelemente die Kinder überfordern würden. Theoretisch baut das Programm auf den damaligen neuropsychologischen Befunden zu raumanalytischen Störungen bei Erwachsenen nach erworbenen rechts-

hemisphärischen Läsionen auf. Das Therapieprogramm besteht aus einer Ansammlung einzelner Richtlinien und Überlegungen, die bei der Therapie beachtet werden sollten. Als Setting wird anfänglich eine Einzeltherapie und später ggf. auch eine Gruppentherapie vorgeschlagen. Die Dauer einzelner Therapiestunden, Frequenz und Gesamtdauer der Therapie richtet sich nach den individuellen Möglichkeiten und Störungen des Patienten und ist nicht genau festgeschrieben. Die Autoren gehen insgesamt von einer mindestens dreimonatigen Therapiedauer aus.

Das Therapieprogramm fordert zunächst, die jeweilige Symptomatik genau zu analysieren und mögliche Stärken aufzudecken, um entsprechend die einzelnen Therapiebausteine individuell zusammenstellen zu können. Das Ziel des Therapieprogramms ist dabei, dem Patienten eine Einsicht in seine Störung zu vermitteln und ihm den Sinn der einzelnen Therapieaufgaben verständlich zu machen, um so langfristig einen Transfer in den Alltag zu ermöglichen. Es wird versucht, den Patienten ein Raumgefühl zu vermitteln über z.B. das Nachempfinden der Raumachsen und Formen durch Bewegung im Raum, emotionale Untermauerung und Verankerung im Gedächtnis, durch sprachliche Assoziationen oder über ein Abschätzen von Distanzen sowie Mengen und Proportionen. Zur Förderung der Raumanalyse wird geübt, Formen zu differenzieren, Gegenstände, Formen, Muster oder Puzzels sequenziell zu untergliedern und wieder zu synthetisieren, zwei- und dreidimensionale Figuren weiterzubauen oder zeitliche Abfolgen räumlich darzustellen. Es folgen in der Therapie komplexe Knobel- und Rechenaufgaben sowie das Zeichnen von Gegenständen unter Gesichtspunkten der mentalen Rotation. Zur Verbesserung der räumlichen Orientierung werden Grundrisse von Häusern erstellt oder Städte geplant. Um ein Gefühl für den sozialen Raum zu entwickeln werden soziale Situationen sowie Gesichtsausdrücke grafisch veranschaulicht, analysiert und nachgespielt. Wais und Köster-Wais nutzen die Sprache als Hilfsmittel, um die jeweiligen räumlichen Gegebenheiten zu analysieren, sukzessiv zu zergliedern und sich dabei bewusst zu machen. Im fortgeschrittenen Therapieprozess werde Hilfsmittel wie Lineal, Zirkel oder Winkelmesser benutzt. Oftmals werden emotional gefärbte Assoziationen zu einzelnen räumlichen Elementen bzw. andere Sinneskanäle eingesetzt, um dadurch das Gespür für den Raum zu verstärken. Dabei werden einzelne Arbeitsstrategien jeweils zusammen besprochen um einer oftmals fehlenden Störungseinsicht entgegen zu wirken. Um eine Dominanz der linken Hemisphäre während der Therapiestunden zu verhindern, empfehlen die Autoren, parallel Musik abzuspielen. Eine Evaluation dieses Therapieprogramms erfolgte bisher nicht.

Die Therapieprogramme Dimensioner und Dimensioner II

Die Arbeitsgruppe um Petermann (Muth et al., 2001) griffen die Überlegungen von Wais und Köster-Wais auf und entwickelten drei hochstrukturierte, standardisierte Therapieprogramme für Kinder mit räumlich-konstruktiven Störungen, *Dimensioner*, *Dimensioner II* und *Die Elf's*. Die Autoren sehen räumlich-konstruktive Störungen bei Kindern mit Entwicklungsstörungen analog zu der im Erwachsenenalter erworbenen konstruktiven Apraxie nach Schädigungen des Temporal- bzw. Parietallappens (Muth, 1999; Muth, Heubrock & Petermann, 1999). In Einzelfallbeschreibungen der Autoren werden von der gestörten Funktion auf anatomisch-morphologische Auffälligkeiten geschlossen, ohne dass dies durch bildgebende Verfahren belegt wird. Zusätzlich wird auf das Modell der Nonverbal Learning Disabilities Bezug genommen. Die Symptomatik der räumlich-konstruktiven Störungen bei Kindern mit spät erworbenen und früh erworbenen bzw. angeborenen Entwicklungsstörungen wird nicht differenziert. Das Therapieprogramm soll bei Kindern bis zum Alter von 9 Jahren restitutiv und ab dem Alter von 10 Jahren kompensativ wirken (Muth-Seidel & Petermann, 2008).

Die Therapieprogramme *Dimensioner* (Muth et al., 2001) und *Dimensioner II* (Muth-Seidel & Petermann, 2008) unterscheiden sich hauptsächlich hinsichtlich ihres Settings: *Dimensioner* ist ein Gruppentraining und *Dimensioner II* ein Einzeltraining. Beide Programme richten sich an Kinder mit räumlich-konstruktiven Störungen im Alter von 7-13 Jahren mit einem IQ über 70. Das Gruppentherapieprogramm wird von den Autoren als ungeeignet für Kinder mit Aufmerksamkeitsstörungen, komorbiden mittelschweren oder schweren Verhaltensstörungen sowie einem hohen Schweregrad der räumlich-konstruktiven Störung angesehen. Für schwere räumlich-konstruktive Störungen wird das Einzeltraining empfohlen. Die Programme umfassen insgesamt 18 bzw. 20 Therapieeinheiten à 120 bzw. 45 Minuten, die einmal wöchentlich durchgeführt werden. Sie bestehen aus einem Grund- und einem Aufbauprogramm sowie Übungen für den häuslichen Bereich. Es gibt einen allgemeingültigen Ablaufplan für jede Therapiestunde, und für jede Therapieaufgabe sind genaue Zeitfenster angegeben. Flankierend werden drei Elternberatungseinheiten durchgeführt.

Die Inhalte der beiden Therapieprogramme *Dimensioner* und *Dimensioner II* sind weitgehend identisch und unterscheiden sich auch nur unwesentlich von den Inhalten des Therapieprogramms von Wais und Köster-Wais. Nach dem Abbau von Hemmschwellen beim Zeichnen wird über Bewegung und Körperstellungen das Raumgefühl verbessert. Die räumliche

Analyse erfolgt über das Schätzen und Messen von Mengen, Gewicht und Längen, über das Analysieren, Zergliedern und Synthetisieren von Gegenständen sowie über eine räumliche Darstellung von zeitlichen Abfolgen. Es folgen komplexe Aufgaben wie Knobel- und Detektivspiele, das Zeichnen von Gegenständen aus unterschiedlich vorgestellter Perspektive sowie das Entwerfen und Bauen eines Bühnenbildes. Zur Förderung der räumlichen Orientierung werden komplexe Szenen wie ein Jahrmarkt oder eine Stadt geplant und entworfen sowie der Grundriss eines Zimmers gezeichnet. Zur Förderung der zeitlichen Orientierung werden Tagespläne erstellt, das Wiedergeben von Geschichten sowie das Lesen der Uhr und Schätzen von zeitlichen Distanzen geübt. Zur Verbesserung des visuellen Gedächtnisses wird die Wiedergabe von Symbolen und Mustern trainiert. Um die soziale Wahrnehmung zu verbessern, werden soziale Situationen im Rollenspiel dargestellt, Gestik und Mimik eingeübt und im Gleichtakt durch den Raum gehüpft. Der Einsatz von Hilfsmitteln (z.B. Lineal oder Zollstock) sowie die Sprache wird dabei als wichtige Lernstrategien angeführt. Beide Therapieprogramme arbeiten mit einem Token-System, um die Motivation der Kinder zu erhöhen. Die Aufgaben werden jeweils anhand einer Leitfigur dargestellt, mit der sich die Kinder identifizieren können.

Insgesamt setzen beide Therapieprogramme ein relativ hohes Ausgangsniveau räumlich-konstruktiver Fähigkeiten voraus. Bereits in der ersten Einzeltherapiestunde müssen Kinder z.B. ein Fahrrad zeichnen, das aus verschiedenen geometrischen Formen zusammengesetzt ist. Für spätere Therapieaufgaben, z.B. dem dreidimensionalen Zeichnen unter Zuhilfenahme von Fluchtpunkten empfehlen die Autoren eine vorausgehende Schulung der Therapeuten im perspektivischen Zeichnen. Vorausgesetzt werden neben relativ guten zeichnerischen Fähigkeiten, eine normale visuomotorische Geschwindigkeit (viele zeichnerische Aufgaben werden im Wettbewerb unter Zeitdruck durchgeführt), ausreichende Lese- und Schreibfähigkeiten, eine Orientierung im Zahlenraum bis 100, Verständnis von Maßeinheiten sowie gute sprachliche Fähigkeiten. Die Kinder müssen z.B. im Einzeltraining als Hausaufgabe nach der ersten Therapiestunde 10 verschiedene geometrische Formen benennen, aufschreiben und aufzeichnen. Die Aufgabe, ein Stofftier so zu zeichnen, wie es um 90° rotiert aussehen würde, dürfte vermutlich auch einige (gesunde) Erwachsene überfordern.

Von den Autoren werden vier Studien zur Effektivität der Therapieprogramme berichtet. In allen Studien zur Gruppentherapie wiesen die Kinder ein durchschnittliches Alter von 11-12 Jahren auf. Muth et al. (2001) geben einige Ergebnisse aus einer Untersuchung mit 16 Kin-

dern aus vier Therapiegruppen im Vergleich zu sechs Kindern einer Wartekontrollgruppe an. Im Gegensatz zu der Wartekontrollgruppe hatten sich die Kinder des Therapieprogramms im Handlungsteil des HAWIK-R (Tewes, 1983) signifikant verbessert. Bei der Berechnung von Prä-Post-Differenzen konnten im Einzelfall signifikante Verbesserungen in den Untertests Bilderordnen, Mosaiktest und Figurenlegen des HAWIK-R sowie im DCS (Weidlich & Lamberti, 2001) und Gailinger Abzeichentest GAT (Wais, 1978) aufgezeigt werden. Ein Elternfragebogen zum Alltagstransfer ergab ebenfalls Verbesserungen zugunsten der Therapiegruppe. In einer weiteren Studie von Heubrock et al. (2001a) werden sechs Kinder zu zwei Zeitpunkten vor Beginn der Gruppentherapie und unmittelbar nach Beendigung der Therapie untersucht. Dabei wurden signifikante Verbesserungen im Handlungsteil des HAWIK-R, GAT und DCS nach Beendigung der Therapie beobachtet, nicht aber in den beiden Untersuchungen vor Beginn der Therapie. In einer Folgeuntersuchung wurden 23 Kinder vor und nach der Therapie untersucht und signifikante Verbesserungen im Mosaiktest und Bilderergänzen des HAWIK-R sowie im DCS und GAT berichtet. Im Verbalteil des HAWIK-R konnten keine signifikanten Veränderungen beobachtet werden, so dass von einem spezifischen Therapieeffekt ausgegangen wurde.

Für das Einzeltraining wurden bei 21 Kindern im Alter von 7-13 Jahren leichte Verbesserungen im DCS, signifikante Verbesserungen im CPM (Bulheller & Häcker, 2002) sowie den Untertests Mosaiktest, Figurenlegen, und Zahlensymboltest des HAWIK-III (Tewes et al., 1999) berichtet (Muth-Seidel & Petermann, 2008). Die Autoren berichten von einer Verbesserung der schulischen Leistungen durch Anhebung der Zensur in den Kernfächern Deutsch und Mathematik um durchschnittlich eine Schulnote, die sich im Untertest Rechnen des HAWIK-III (Tewes et al., 1999) nicht widerspiegelt.

Das Therapieprogramm Die Elf's

Dieses Therapieprogramm der Arbeitsgruppe um Petermann (Barth, 2007; zitiert nach Muth-Seidel & Petermann, 2008), richtet sich an Kinder im Vorschulalter (4-7 Jahre). Mit diesem Training sollen Vorläuferfähigkeiten für räumlich-konstruktive Leistungen gefördert werden. Das Programm umfasst 15 Trainingseinheiten im Einzelsetting à 45min, jeweils zwei Sitzungen pro Woche. Die Autorin gibt an, mit dem Training die visuomotorische Koordination, Form- und Wahrnehmungskonstanz, Raum-Lage-Beziehungen, visuelle Diskrimination und das räumliche Vorstellungsvermögen zu fördern.

Die Kinder sollen den Umgang mit Formen und deren Bezüge zueinander durch das Differenzieren und Sortieren der Formen nach Kategorien, Kopieren und Ergänzen von Mustern üben. Es werden Präpositionen sowie das Benennen von Formen eingeübt. Die räumliche Vorstellung wird über das Bauen von Wegen, Erstellen von Raumplänen aus Vogelperspektive, Spiegeln von Mustern, Entwerfen von Schatten dreidimensionaler Gegenstände, perspektivisches Zeichnen und Beschreiben von perspektivischen Phänomenen (Verkürzungen, Verzerrungen von Größenverhältnissen), dem Einschätzen von Entfernungen, Zeitdistanzen und Gewichten sowie dem Üben von Richtungshören trainiert. Über das Ertasten von Formen soll die taktil-kinästhetische Wahrnehmung verbessert werden. Dieses Trainingsprogramm wurde bisher nicht evaluiert.

Insgesamt lässt sich feststellen, dass für den deutschen Sprachraum vier neuropsychologische Therapieprogramme für Kinder bzw. Jugendliche mit räumlich-konstruktiven Störungen vorliegen, von denen zwei evaluiert wurden. Keines der vier Therapieprogramme erscheint allerdings geeignet, um entwicklungsbedingte räumlich-konstruktive Störungen bei Kindern gezielt verringern zu können. Das Therapieprogramm von Wais und Köster-Wais richtet sich vornehmlich an Erwachsene und Jugendliche mit spät erworbenen Schädigungen des Gehirns und ist für Kinder zu schwierig. Die Therapieprogramme Dimensioner und Dimensioner II der Arbeitsgruppe um Petermann zeigen auf, dass sich räumlich-konstruktive Fähigkeiten bei Kindern mit leichten Störungen in diesem Bereich spezifisch verbessern lassen. Sie setzen ein hohes Niveau zeichnerischer, sprachlicher und räumlich-konstruktiver Fähigkeiten voraus und bleiben aufgrund ihrer hohen Strukturiertheit in ihrer Durchführung unflexibel. Für Kinder mit ausgeprägten räumlich-konstruktiven Störungen sind sie zu schwierig. Angesichts des hohen Niveaus der beiden Therapieprogramme sind die berichteten niedrigen Ausgangswerte im räumlich-konstruktiven Bereich schwer nachvollziehbar. Auch das Trainingsprogramm Elf's der Arbeitsgruppe um Petermann setzt ein hohes Niveau visuell-räumlicher Fähigkeiten voraus, die in diesem Alter bei unauffälligen Kindern noch nicht bzw. nur teilweise zu erwarten wären wie z.B. ein perspektivisches Zeichnen.

1.6.1.4 Förderung der mentalen Rotation

Bisher gibt es keine Therapieprogramme zur mentalen Rotation, die sich auf Kinder mit räumlich-konstruktiven Störungen beziehen. Das bisher einzige veröffentlichte Training stammt von Wiedenbauer (2006). In einer vorangehenden Studie wiesen Wiedenbauer und Jansen-Osmann (2006a) bei Kindern mit Spina bifida und Hydrocephalus schwache räum-

lich-kognitive und –topografische Fähigkeiten im Vergleich zu einer altersgesunden Kontrollgruppe nach. Daraufhin wurde mit 20 Kindern mit Spina bifida und Hydrocephalus (8-14 Jahre) ein manuelles Training zur mentalen Rotation über etwa 30 Minuten einmalig durchgeführt. Wiedenbauer (2006) schloss Kinder mit einer nicht kontrollierten Epilepsie, Wahrnehmungsstörungen, Verhaltensauffälligkeiten sowie extremen Schwächen in der mentalen Rotation aus der Studie aus. Die Kinder sollten jeweils 12 Figuren in insgesamt 192 Durchgängen durch das Drehen eines Joysticks in eine identische Lage bringen. Unmittelbar nach dem manuellen Training wurden die Kinder in ihrer Fähigkeit zur mentalen Rotation überprüft mit teilweise denselben Items des manuellen Trainings. Sowohl die Kinder mit Spina bifida als auch eine altersgesunde Kontrollgruppe verbesserten sich nach dem Training signifikant, wobei der Zugewinn der Kinder mit Spina bifida sowohl hinsichtlich ihrer Reaktionszeiten als auch Fehlerzahl größer war. Anhand dieser experimentellen Ergebnisse wurde darauf geschlossen, dass sich die mentale Rotation von Kindern mit Spina bifida und Hydrocephalus mit einem manuellen Training verbessern lässt. Wiedenbauer vermutet, dass durch die Veranschaulichung des Rotationsprozesses und der ganzheitlichen Rotation der Stimuli eine holistische Verarbeitungsstrategie induziert wurde.

1.6.1.5 Förderung der räumlich-topografischen Orientierung

Es gibt einige wenige Einzelfallbeschreibungen zur Therapie von Kindern mit räumlich-topografischen Störungen, meist im Zusammenhang mit erworbenen Hirnschädigungen (z.B. Brundson, Nickels, Coltheart & Joy, 2007). Im Bereich der experimentellen Psychologie gibt es zwei Studien, die sich mit einer Förderung der räumlichen Orientierung bei Kindern mit einer Körperbehinderung beschäftigen.

Foreman et al. (1989) beobachteten bei Kinder mit Körperbehinderungen im Vergleich zu nicht-körperbehinderten sieben bis elfjährigen Kindern Probleme im Zeichnen eines Grundrisses des Klassenraumes, der korrekten Platzierung fehlender Objekte innerhalb des Grundrisses sowie dem korrekten Deuten in die Richtung ausgewählter Landmarken ihres Schulhofs. Foreman, Stanton, Wilson und Duffy (2003) trainierten mit Kindern mit einer Körperbehinderung die räumliche Orientierung in ihrer Schulumgebung sowohl virtuell am Computer als auch anhand eines dreidimensionalen, realen Modells. Die Kinder, die ihre Schulumgebung virtuell trainierten, profitierten im Hinblick auf eine reale Orientierung in ihrer Schule mehr als die Kinder, die ihre Schulumgebung anhand des Modells trainierten.

Aufbauend auf diesen Ergebnissen entwickelten Wiedenbauer und Jansen-Osmann (2006b) ein virtuelles Training, das die Schwierigkeiten von Kindern mit Spina bifida in der large-scale Orientierung aufzeigen soll. Sie entwarfen ein virtuelles Labyrinth mit Landmarken. 18 normalbegabte Kinder mit Spina bifida im Alter von durchschnittlich 11 Jahren sowie eine vergleichbare gesunde Kontrollgruppe trainierten dieses Labyrinth in zwei Lernphasen. Während die Kinder mit Spina bifida in beiden Lernphasen deutlich mehr Durchgänge benötigten und mehr Fehler als die Kinder der Kontrollgruppe machten, ließ sich ein gleichgerichtet tendenzieller, aber nicht signifikanter Gruppenunterschied in der Wiedergabe der Landmarken und ihrer Lokalisation feststellen. Die Autoren vermuten diese Ergebnisse in einem ursächlichen Zusammenhang mit der verspäteten und eingeschränkten Bewegungsmöglichkeit der Kinder mit Spina bifida. Im Hinblick auf eine Förderung der räumlichen Orientierung weisen die relativ guten Leistungen der Kinder mit Spina bifida in der Wiedergabe von Landmarken und deren Platzierung darauf hin, dass diese anscheinend nicht ausreichend kompensatorisch für die Orientierung genutzt werden können. Konsequenzen für eine Förderung wurden nicht gezogen.

1.6.1.6 Therapeutische Ansätze für Kinder mit Nonverbal Learning Disabilities

Für Kinder mit Nonverbal Learning Disabilities wird von Rourke et al. (2002) eine multimodale und individuell ausgerichtete Therapie empfohlen. Palombo (2006) geht aufgrund der Schwere der Störung sogar von einem lebenslangen Unterstützungsbedarf aus. Rourke et al. (2002) halten vor allem eine Abstimmung aller beteiligten Berufsgruppen für notwendig. „...it should become apparent, that the child is very much in need of a systematic, well-orchestrated program of intervention“ (S. 286). Die Autoren empfehlen, zuerst die Eltern ausführlich über das Störungsbild und dessen Auswirkungen zu informieren und sie in die Therapie fortlaufend mit einzubeziehen. Sie beschreiben eine breit angelegte Förderung, die möglichst früh, d.h. schon im Kleinkindalter, beginnen sollte. Für dieses Alter empfehlen Rourke et al. (2002) funktionelle Therapien (Ergotherapie, Physiotherapie, Logopädie), insbesondere die sensorischen Integrationstherapie, um die weiße Substanz maximal zu stimulieren. Kronenberger (2003) beschreibt eine individuell sonderpädagogische Betreuung im schulischen Rahmen sowohl bezüglich der schulischen Fertigkeiten als auch der sozialen Kompetenzen. In Kanada gibt es einige privaten Schulen, die Kinder mit Nonverbal Learning Disabilities separat unterrichten, auch im staatlichen Schulsystem wird eine Separierung vorgezogen.

Rourke et al. (2002) empfehlen, bei Vor- und Grundschulkindern mit Nonverbal Learning Disabilities den Schwerpunkt auf einer Verbesserung der visuellen Wahrnehmung zu legen, worunter die Autoren vor allem die Aufmerksamkeit für Details auf Bildern und dem Verständnis für abgebildete soziale Bezüge verstehen. Mit einigen Kindern wird auch die räumliche Orientierung geübt. Bei älteren Kindern sollte der Schwerpunkt dagegen mehr auf dem Verstehen und Einüben der nonverbalen Kommunikation liegen. Da sich das Konzept der Nonverbal Learning Disabilities in weiten Teilen mit dem Aspergersyndrom überschneidet, liegt der therapeutische Schwerpunkt entsprechend in der Verbesserung sozialer Fertigkeiten. Anhand bildlichen Materials und Filmen wird die Interpretation von Gestik, Mimik, Körpersprache und der sozialen Interaktion geübt. Soziale Schlüsselreize werden erklärt und mit den Kindern die soziale Interaktion z.B. anhand von Rollenspielen eingeübt. Sie lernen, ihre Schwächen realistisch einzuschätzen und ihre Stärken vor allem im sprachlichen Bereich zu nutzen. Die Kinder werden wiederholt unterstützt, erarbeitete Strategien im Alltag anzuwenden. Zusätzlich erhalten sie Hilfen bezüglich einer Eigenstrukturierung und Anwendung von Selbstkontroll- und Selbstmanagementtechniken (Schloerb, 2005).

Für die berufliche Integration gibt es spezifische Programme, die ebenfalls den Schwerpunkt auf eine Verbesserung sozialer Fertigkeiten legen. Telzrow und Koch (2003) schlagen ein Rehabilitationsprogramm vor, das den jungen Erwachsenen mit Nonverbal Learning Disabilities helfen soll, sich an die Arbeitsbedingungen mithilfe von Problemlösetrainings, sozialem Kompetenztraining und kognitiver Verhaltenstherapie anzupassen. Sie favorisieren einen geschützten Arbeitsplatz mit individuellem Coaching, um adäquates Verhalten aufbauen zu können, Stress zu reduzieren und Selbstkontrolltechniken zu entwickeln.

Effektivitätsnachweise der Interventionen werden nicht berichtet. Ein spezifisches Förderprogramm der räumlich-konstruktiven Fähigkeiten konnte in der Literatur nicht gefunden werden.

1.6.2 Allgemeine Förderansätze visuell-räumlicher Funktionen

In der pädagogischen Praxis wird seit langem angenommen, dass visuell-räumliche Fähigkeiten wichtige Lernvoraussetzungen für den Erwerb schulischer Fertigkeiten sind und auch im Zusammenhang mit dem späterem beruflichen Erfolg stehen (Rost, 1977). Unklar ist dagegen, wie spezifisch eine Fördermaßnahme gestaltet sein sollte, um visuell-räumliche Fähigkeiten zu verbessern und den Transfer auf schulische Inhalte zu ermöglichen (Souvignier,

2000). Souvignier kritisiert, dass in der Praxis selten hinterfragt wird, ob tatsächlich eine kausale Beziehung zwischen räumlichen Fähigkeiten und dem Schulerfolg besteht und welche logischen Konsequenzen daraus gezogen werden können. So sind eine Reihe von Kurrikula entstanden, die die räumlichen Fähigkeiten in unterschiedlichen Kontexten fördern sollen. Viele dieser Kurrikula wurden nie evaluiert. Es gibt z.B. Förderprogramme für Schulklassen oder Kindergruppen mit dem Ziel, die Bewegung im Raum sensomotorisch zu fördern unter der Annahme, dadurch die visuell-räumliche Wahrnehmung meist in Anlehnung an das Konzept der sensorischen Integration von Ayres bzw. dem Wahrnehmungstraining von Frostig zu verbessern (z.B. Balster, 1998; Röttgen & Müllenbruch, 1997; Vater, 1986; Vortisch & Wendler, 1993). Andere Fördermaterialien und Kurrikula stellen das Bauen mit Bauklötzen in den Vordergrund und gehen davon aus, dass sich durch eine Beschäftigung mit Bauklötzen ein sogenannter visuell-räumlicher Sinn herausbildet (z.B. Bruni & Seidenstein, 1990; Fischer, 1993; Hirsch, 1984; Liedtke, 1995; Reifel, 1984). Diese Programme orientieren sich an basalen geometrischen Inhalten wie z. B. dem Unterscheiden von Längen, Größen, Formen, Ausdehnungen, Winkel und der Perspektive. Für das zwei- und dreidimensionale Bauen sind in der pädagogischen Praxis z.B. das Nikitin-Material, der Somawürfel, Steckwürfel oder das Clix-Material bekannt. Auch hierzu gibt es keine Evaluationsstudien. Im Folgenden werden einige evaluierte Förderprogramme vorgestellt.

1.6.2.1 Psychomotorische Förderung der räumlichen Wahrnehmung

Vor allem im Bereich der Sonderpädagogik gibt es eine lange Tradition in der Durchführung von psychomotorischen Trainings im Sinne einer präventiven Förderung. Dabei verspricht man sich neben direkten Effekten auf die motorischen und perzeptuellen Fähigkeiten auch einen indirekten Transfer auf nicht trainierte Fertigkeiten, insbesondere der schulischen Fertigkeiten (Walter, 2007). Eines der psychomotorischen Trainings, das *Raum-Zeit-Inventar* (Eggert & Bertrand, 2002), fokussiert die räumliche und zeitliche Orientierung von Grundschulkindern. Es orientieren sich vor allem an der psychomotorischen Förderung verschiedener Wahrnehmungskanäle, insbesondere der taktilen, kinästhetischen und vestibulären Wahrnehmung. Die Autoren gehen davon aus, dass sich durch eine spielerische und bewegungsorientierte Förderung die visuell-räumliche Wahrnehmung der Kinder allgemein verbessert, also ein Transfer zwischen Training basaler sensomotorischer Funktionen und höheren Lernprozessen stattfindet. Dieses Inventar wurde bisher nicht evaluiert. Allerdings weisen Metaanalysen von psychomotorischen Trainings, die auf demselben theoretischen Hin-

tergrund basieren, auf sehr kleine Effektstärken von $d = 0.05$ bis zu 0.16 hin (Kavale & Mattson, 1983). In Tabelle 1 sind die von Kavale und Mattson ermittelten Effektstärken der psychomotorischen Förderung auf die einzelnen visuell-räumlichen Fähigkeiten angeführt, die insgesamt unbedeutend sind.

Tabelle 2

Effektivität der psychomotorischen Förderung in Bezug auf die visuell-räumlichen Fähigkeiten

visuell-räumliche Fähigkeit	Effektstärke
Ortswahrnehmung	-0.02
visuelle Diskrimination	0.15
Figur-Grund-Wahrnehmung	0.17
visuomotorische Koordination	0.22
visuelle Integration	0.09
visuelles Gedächtnis	0.06

Anmerkung. Die Zusammenstellung der Effektstärken wurden nach Kavale und Mattson (1983) adaptiert.

Ein Transfer auf Schulleistungen und sprachliche Fähigkeiten konnte bei sehr kleinen Effektstärken ebenfalls nicht beobachtet werden. Angesichts dieser kleinen Effektstärken ist davon auszugehen, dass ein unspezifisches Training der taktilen, kinästhetischen und vestibulären Wahrnehmung nicht geeignet ist, räumlich-konstruktive Störungen spezifisch zu verbessern.

1.6.2.2 Förderung der zeichnerischen Fähigkeiten

Bisherige Versuche, die zeichnerischen Fähigkeiten bei Kindern durch das Einüben bestimmter Strategien zu verbessern, wiesen nur geringe Effekte auf. Bremner, Morse, Hughes und Andraesen (2000) zeigten auf, dass 7-10jährige Kinder einen dreidimensionalen Würfel nach einer kurzen Trainingseinheit durch farbiges Markieren der Würfelseiten deutlich besser abzeichnen konnten, als ohne Training. Es wurden Trainings durchgeführt, einen Menschen zu zeichnen (Pemberton & Nelson, 1987), einen Würfel zu zeichnen (Phillips, Inall & Lander, 1985) oder den Wechsel von einer objektzentrierten auf eine betrachterzentrierte Perspektive vorzunehmen (Cox, 1985). Bei allen Trainingsmaßnahmen konnte kein Transfer auf das Zeichnen nicht-geübter Objekte beobachtet werden, woraus Freeman (1987) folgerte, dass durch solche Übungen lediglich einzelne Prozeduren, aber keine übergeordneten Lösungsstrategien erlernt werden. Auch Hollis und Low (2005) fanden nach einem kurzen Training, welches die zeichnerische Flexibilität und damit rigide Zeichenroutinen verändern

sollte, nur kurzfristige, aber keine langfristigen und auch keine Transfereffekte. Nach 5 Monaten griffen die Kinder wieder, wie vor Beginn des Trainings, auf ihre rigiden Zeichenroutinen zurück.

1.6.2.3 Kurrikulare räumlich-konstruktive Förderung

Rost (1977) ließ Schulkinder der 3. Klasse im schulischen Unterricht über 18 Stunden, verteilt auf 6 Wochen, sich frei mit vier Spielen beschäftigen, die jeweils räumlich-konstruktive Anforderungen beinhalten (*Schritte im Raum*, *Cube- x^3* , *Rüppell-Würfel* und *Soma-Würfel*). Eine vergleichbare Kontrollgruppe erhielt lediglich Zuwendung anhand von unspezifischen Spielen. Nach den sechs Wochen wurden alle Kinder nachuntersucht und es zeigten sich uneinheitliche Ergebnisse. Die Kinder, die sich mit räumlich-konstruktiven Spielen befassten, erzielten im Gegensatz zur Kontrollgruppe signifikante Verbesserungen mit großen Effektstärken in zwei von vier Testverfahren zu räumlich-kognitiven Fähigkeiten. Längerfristige Effekte sowie Transfereffekte wurden nicht überprüft.

Einige Studien beschäftigen sich mit der Frage, ob ein Training der komplexen schulischen Fertigkeiten z.B. im Bereich Geometrie, dem technischen Zeichnen oder der Geografie indirekt auch die visuell-räumlichen Fähigkeiten verbessern könnten. Liben (2006) entwickelte z.B. ein Kurrikulum für den amerikanischen Geografieunterricht zur Verbesserung der Fähigkeit, Landkarten zu lesen und sich anhand von Landkarten zu orientieren, allerdings fehlt bislang eine Evaluation. Kirby und Boulter (1998) gehen davon aus, dass das räumliche Denken in der schulischen Ausbildung bislang vernachlässigt wurde und damit vielen Kindern und Jugendlichen Erfahrung und Strategien im Umgang mit räumlichen Darstellungen fehlen. Sie überprüften in einem Kontroll- und Alternativgruppendesign mit Prä-Post-Messung an 70 Schülern der 7. und 8. Klasse eine Unterrichtseinheit in anschaulich gestalteter abbildender Geometrie, die insgesamt 9 Schulstunden verteilt auf 9 Tage umfasste. Die Kontrollgruppe erhielt normalen Schulunterricht, die Alternativgruppe eine traditionelle Unterrichtseinheit zur abbildenden Geometrie. Alle Kinder der drei Gruppen verbesserten sich in den Testverfahren zu räumlich-kognitiven Fähigkeiten signifikant um bis zu einer Standardabweichung, woraus geschlossen wurde, dass allein das wiederholte Durchführen eines visuell-räumlichen Tests diese Fähigkeit bereits steigern kann. In den Fertigkeiten zur Geometrie verbesserten sich vor allem die Kinder der Trainingsgruppe, die im Vortest bereits gute Leistungen erzielt hatten. Kinder der Trainingsgruppe, die schwache Leistungen im Geometrie-Vortest zeigten, verschlechterten sich dagegen durch die Intervention. Souvignier (2000)

vermutet, dass diese Ergebnisse eher darauf hinweisen, dass räumliche Fähigkeiten eine Voraussetzung für abbildende Geometrie darstellen als dass die räumlichen Fähigkeiten in diesem Lehrgang tatsächlich gefördert wurden.

Ben Chaim, Lappan und Houang (1985, 1988, 1989) evaluierten ein dreiwöchiges Trainingsprogramm über 12-15 Stunden mit dem Ziel, das Lesen und Zeichnen von Bauplänen zu verbessern. 1000 Schüler aus den Klassenstufen 5-8 wurden vor und nach dem Training mit einem trainingsnahen Instrument untersucht, und es wurde eine Verbesserung von durchschnittlich einer Standardabweichung nachgewiesen. Aus der Tatsache, dass die Kinder nach dem Training ihre Arbeitsstrategien besser sprachlich ausdrücken konnten, wurde auf einen Transfereffekt geschlossen. Eine Nachuntersuchung nach einem Jahr wies auf die Stabilität des Trainingseffektes hin. Da eine Kontrollbedingung fehlt, ist nicht auszuschließen, dass es sich bei diesen Studien möglicherweise um unspezifische oder testspezifische Effekte handeln könnte.

Um diesem Vorwurf nicht zu unterliegen, verglich Souvignier (2000) eine Trainingsmaßnahme zum technischen Zeichnen (*Tezet*) mit dem Spielen von Computerspielen mit räumlichen Anforderungen und Aufgaben zur Textverarbeitung als Kontrollbedingung. Dabei wurden 29 Schüler der 5. und 6. Klasse einer Förderschule in einer Kleingruppe insgesamt sechs Schulstunden verteilt auf 5 Wochen mit dem Training zum technischen Zeichnen bzw. alternativ den Computerspielen *Tetris* und *Block-out* trainiert. Eine Kontrollgruppe beschäftigte sich in der Zeit mit Aufgaben zur Textverarbeitung. Sowohl die Kinder, die mit dem Programm zum technischen Zeichnen trainiert wurden als auch die Kinder, die Computer spielten, verbesserten sich nach der Intervention signifikant in Testverfahren zur Visualisierung und mentalen Rotation und wiesen gegenüber der Kontrollgruppe moderate Effektstärken auf. Die Verbesserungen blieben über einen Zeitraum von 4 Monaten stabil. Aus diesen Ergebnissen schloss Souvignier, dass sich visuell-räumliche Fähigkeiten durch eine anwendungsbezogene Förderung zum technischen Zeichnen als auch durch Computerspiele verbessern lassen.

1.6.2.4 Förderung über Computerspiele

Da das Spielen am Computer für viele Kinder einen hohen Anreiz bietet, wurde vielfach versucht, Computerspiele mit visuell-räumlichen Anforderung als Trainingsmaßnahme einzusetzen. Neben dem hohen Motivationsfaktor wurden vor allem das prompte Feedback, das

besonders intensive Arbeiten durch den Zeitdruck und die adaptiven Möglichkeiten des Computers auf das individuelle Leistungsniveau hervorgehoben.

Souvignier (2000) analysiert neun Studien, die sich mit der Effektivität der Förderung visuell-räumlicher Fähigkeiten durch das Spielen von Computerspielen bei Kindern und Jugendlichen beschäftigt haben. In 8 der 9 Studien wurde eine signifikante Verbesserung der räumlichen Fähigkeiten im Anschluß an das Training berichtet. Die räumlichen Fähigkeiten wurden jeweils mit Testverfahren zur Visualisierung oder mentalen Rotation gemessen. An den Trainings nahmen normalbegabte und lernbehinderter Personen im Alter von 11 bis 31 Jahren teil. Weder das Alter noch die Intelligenz hatten einen wesentlichen Einfluss auf die Ergebnisse der Studien. Das Trainings hatte jeweils einen zeitlichen Umfang von etwa 2 bis 11 Stunden. Bei zwei Studien wurde ein Kontrollgruppendesign gewählt, bei den übrigen sieben Studien ein Prä-Post-Eingruppendesign. Das Training bestand jeweils aus einem Computerspiel wie z.T. *Tetris*, *The Factory*, *Shifty Shapes* oder *Marble Madness*, bei dem abgebildete Objekte in ihrer Position sowie räumlichen Lage unter Zeitdruck gezielt manipuliert werden mussten. Von dem Training profitierten besonders die Personen, die anfänglich ein niedriges Ausgangsniveau aufwiesen. Diese Studien stimmen insgesamt optimistisch, denn demnach würden wenige Stunden intensiven Spielens am Computer ausreichen, um die visuell-räumlichen Fähigkeiten zu verbessern. Aufgrund der fehlenden Kontrollgruppen lässt sich ein spezifischer und stabiler Effekt sowie der Transfer auf Schulleistungen allerdings nicht nachweisen.

Um eine Spezifität und Stabilität der oben beschriebenen Effekte zu belegen, führte Souvignier (2000) mehrere Studie mit Förderschülern im Alter von 11-17 Jahren durch. In einer ersten Studie verglich Souvignier den Effekt, den das Spielen von Computerspielen mit räumlichen Anforderungen im Vergleich zu einer traditionellen Lernsoftware auf die Förderung visuell-räumlicher Fähigkeiten hat. Er trainiert Förderschüler der 6., 7. und 8. Klasse mit den Computerspielen *Tetris*, *Block-out* und *DrehUm*, bzw. alternativ mit der Lernsoftware *Budenberg*, die keine spezifischen visuell-räumlichen Fähigkeiten fördert sondern Les-, Rechtschreib- und Rechenfähigkeiten. Es fanden jeweils 12 Trainingseinheiten à 30 min über einem Zeitraum von 6 Wochen statt. Unter beiden Trainingsbedingungen verbesserten sich die Kinder signifikant in Testverfahren zur Visualisierung und mentalen Rotation. In einer folgenden Studie verknüpfte Souvignier (2000) die Computerspiele mit einem Strategietraining in Form von Selbstinstruktion und Expertengespräch im Sinne einer Förderung me-

takognitiver Kompetenzen im Umgang mit visuell-räumlichen Material. Dieses Training wurde über 7 Wochen (14 Trainingseinheiten à 30 min) mit Förderschülern der 6. und 7. Klasse durchgeführt. Eine Kontrollgruppe trainierte die Computerspiele ohne begleitendes Strategietraining und eine zweite Kontrollgruppe trainierte mit der traditionellen Lernsoftware. Dabei erwies sich das Spielen am Computer mit begleitendem Strategietraining in den Testverfahren zur Visualisierung und mentalen Rotation sowohl gegenüber dem alleinigen Computerspielen als auch der Beschäftigung mit der Lernsoftware signifikant überlegen. Der Autor schloss daraus, dass durch eine materialnahe Reflexion des Spielmaterials einerseits die Motivation durch Zuwachs an Handlungsmöglichkeiten und andererseits die Fähigkeiten zur mentalen Rotation, Mustererkennung und Planung effektiver gefördert werden können.

Souvignier (2000) versuchte daraufhin, mögliche Transfereffekte durch das Computerspiel nachzuweisen. In einer anschließenden Studie wurden 44 Kinder der 8., 9. und 10. Klasse einer Förderschule mit den Computerspielen *Tetris* und *Block-out* bzw. alternativ mit dem *Denktraining für Jugendliche* (Klauer, 1993) über 12 Schulstunden trainiert. Die Kontrollgruppe erhielt Aufgaben zur Texterverarbeitung. Im Anschluss an das jeweilige Training erhielten alle Kinder der drei Trainingsbedingungen eine Unterrichtseinheit über 2 Schulstunden zu einem physikalischen Thema. Vor und nach dem Training sowie nach der Unterrichtseinheit wurden die Kinder mit dem Intelligenztest Standard Progressive Matrices SPM (Kratzmeier & Horn, 1987), einem Test zur mentalen Rotation sowie Physikaufgaben zur Unterrichtseinheit untersucht. Bezüglich der Ergebnisse in dem Test zur mentalen Rotation erwies sich das Computerspielen gegenüber der Textverarbeitung und dem Denktraining signifikant überlegen. Bezüglich der Transfereffekte auf das induktive Denken und den Lernfortschritten in Physik zeigte sich dagegen das Denktraining dem Computerspielen und der Textverarbeitung deutlich überlegen. Souvignier folgert daraus, dass eine Förderung kognitiver Fähigkeiten durch spezifische Computerspiele zwar möglich ist, aber zu keinem direkten Transfer auf den Erwerb von naturwissenschaftlichen Inhalten führt.

In einer abschließenden Studie überprüfte Souvignier (2000) den Transfer des Computerspiels auf Problemlöseleistungen allgemein. Er führte dazu mit 60 Schülern der Oberstufe einer Förderschule ein Training anhand der Computerspiele *Tetris* und *Block-out*, alternativ dazu das *Denktraining II für Kinder* (Klauer, 1991) und als Kontrollbedingung regulären Unterricht über 10 x 60 min, verteilt auf 5 Wochen durch. Vor und nach dem Training wurden die Kinder mit dem Intelligenztest SPM (Kratzmeier & Horn, 1987) und Aufgaben zur

Planungsfähigkeit (Turm von Hanoi) untersucht. Im SPM verbesserten sich die Gruppe Computerspielen und die Gruppe Denktraining signifikant gegenüber der Kontrollgruppe. Im Verfahren zur Planungsfähigkeit erwies sich das Denktraining gegenüber dem regulären Unterricht signifikant überlegen, nicht aber gegenüber dem Computerspiel. Souvignier folgert aus seinem Untersuchungskanon, dass eine isolierte Förderung kognitiver Basiskompetenzen wie z.B. visuell-räumliche Fähigkeiten durch das Spielen von Computerspielen mit räumlichen Anforderungen möglich ist, aber nur in einem geringen Umfang einen Transfer ermöglicht. Dagegen führt eine kombinierte Förderung von induktivem Denken und metakognitive Kompetenzen zu deutlich höheren Transfereffekten.

Die zitierten Studien zeigen auf, dass eine Verbesserung visuell-räumlicher Fähigkeiten durch die bloße Beschäftigung von Computerspielen mit räumlichen Anforderungen möglich ist und dass die Effektivität durch eine Kombination mit einer Förderung von Arbeitsstrategien und metakognitiven Kompetenzen deutlich gesteigert werden kann. Bei allen Studien wurden die räumlichen Fähigkeiten mit dem räumlich-kognitiven Bereich gleichgesetzt, nicht mit räumlich-konstruktiven Fähigkeiten. Dirks (1982) konnte einen indirekten Trainingseffekt durch das Computerspiel *Trac 4* auf die räumlich-konstruktiven Fähigkeiten von normalen Kindern im Alter von 9-11 Jahren nachweisen. Die Kinder erhielten ein Computertaining über 2 x 15 Minuten, das vergleichbare Aufgaben wie der Mosaiktest des WISC-R beinhaltet und zusätzlich eine Lösungsstrategie durch die Vorgabe eines Rasters aufzeigt. Die Kinder wurden vor und nach dem Computertraining mit dem Mosaiktest des WISC-R überprüft. Im Vergleich zu den Kindern, die kein Computertraining erhielten, zeigten die trainierten Kinder einen größeren Zugewinn.

Wenn das bloße Spielen am Computer zu einer Verbesserung der visuell-räumlichen Fähigkeiten führt, müssten all jene Kinder hohe visuell-räumliche Fähigkeiten aufweisen, die sich auch häufig mit Computerspielen mit visuell-räumlichen Anforderungen beschäftigen. Dieser Frage gingen damals Connor und Serbin (1977) nach. Sie zeigten auf, dass die Fähigkeiten in der Visualisierung bei Vorschulkindern hoch mit dem Ausmaß an Spiel- und Freizeitaktivitäten mit räumlichen Anforderungen korrelieren. Es konnte dagegen kein bedeutsamer korrelativer Zusammenhang zwischen den räumlich-konstruktiven Fähigkeiten im Mosaiktest und der Spiel- und Freizeitaktivitäten gefunden werden. Eine kausale Interpretation ist allerdings nicht möglich und eine Übertragbarkeit auf Kinder zum heutigen Zeitpunkt sicher fragwürdig.

Insgesamt bleibt unsicher, inwieweit die obigen Ergebnisse auf Kinder mit gestörten räumlich-konstruktiven Fähigkeiten übertragbar sind, denn alle Studien beziehen sich auf eine curriculare Förderung meist im Rahmen eines Schulunterrichts und haben nicht den Anspruch, eine isolierte Störung visuell-räumlicher Fähigkeiten zu beheben. Zudem ist davon auszugehen, dass die meisten Kinder heute viel Erfahrung mit Computerspielen haben, und damit ältere Studienergebnisse diesbezüglich nicht mehr gültig sind.

1.6.3 Förderung über metakognitive Strategien

Die von Souvignier (2000) berichteten positiven Effekte durch den Einsatz von Lern- und metakognitiven Strategien im Zusammenhang mit dem Computertraining scheinen ein wichtiger Aspekt für die Verbesserung visuell-räumlicher Fähigkeiten darzustellen. Die Diskussion über den Einsatz von Lernstrategien bei der Förderung von Kindern hat sich in den letzten zwanzig Jahren intensiviert und wurde auch für die Förderung von Kindern mit Lernstörungen untersucht (z.B. Guldemann & Lauth, 2004; Mandl & Friedrich, 1992; Lauth, 1988; Luder, 2000; Mähler & Hasselhorn, 2001). Unter Lernstörungen wurden, je nach Studie, Kinder mit umschriebenen Störungen der schulischen Fertigkeiten als auch Kinder mit einer Lernbehinderung (IQ 84-71) und Kinder mit einer leichten Intelligenzminderung (IQ 70-55) betrachtet. Verallgemeinernde Aussagen sind damit schwer zu treffen (Büttner & Hasselhorn, 2007).

Lernstrategien werden von Friedrich und Mandl (2005) definiert als „jene Verhaltensweisen und Gedanken, die Lernende aktivieren, um ihre Motivation und den Prozess des Wissenserwerbs zu beeinflussen und zu steuern“ (S.1). Unter Lernstrategien subsumieren sie kognitive Strategien, wie z.B. das Elaborieren, Organisieren und Nutzen von Vorwissen, metakognitive Strategien, motivationale und emotionale Stützstrategien sowie kooperative Lernstrategien. Klauer (1985) hält Lernstrategien für notwendig, um Lernende zu motivieren, zu informieren, ihnen die Information verständlich zu machen, so dass sie verarbeitet, gespeichert und abgerufen werden kann. Um solche Strategien effektiv einzusetzen, sollten sie fortlaufend geübt und ein Transfer ermöglicht werden.

In der Förderung von Kindern mit Lernstörungen werden metakognitive Strategien besonders hervorgehoben. Sie werden meist in zwei Hauptaspekte untergliedert, in ein Wissen über Kognitionen und in exekutive Prozesse zur Regulation der kognitiven Funktionen (Lockl & Schneider, 2007; Schröder, 2007). Das Wissen über Kognitionen beinhaltet Kennt-

nisse von Strategien über das Lösen von Aufgaben, die bewusst und sprachlich formulierbar sind. Die exekutiven Prozesse dienen vor allem zur Planung der einzelnen Lösungsschritte, deren Überwachung während der Ausführung und schließlich die fortlaufende Bewertung bzw. Kontrolle des Lernprozesses und der Lösungen, um das Lernen fortlaufend optimieren zu können. Oftmals werden sie auch als Selbstkontrollstrategien bezeichnet (Schreblowsik & Hasselhorn, 2005). Borkowski und Turner (1990) erweiterten das Konzept der Metakognitionen um motivationale Aspekte wie *Selbstwirksamkeitserwartung* und *Kausalattribution*, die den Einsatz von metakognitiven Strategien wesentlich beeinflussen. Besonders Kinder mit Lernschwierigkeiten neigen häufig dazu, Aufgaben vorschnell zu bearbeiten, wenig Zeit zu investieren und diese nicht planvoll auf Teilschritte aufzuteilen (Butler, 1998). Klauer und Lauth (1997) beobachteten, dass Kinder mit Lernstörungen selten metakognitive Strategien einsetzen, die Schwierigkeit und Komplexität von Aufgaben leicht überschätzen und gedanklich mehr mit ihrem möglichen Scheitern beschäftigt sind. Sie fragen vorhandenes Vorwissen in geringem Maße ab, setzen kaum Strategien zur Überwachung und Überprüfung des eigenen Vorgehens ein, so dass sie falsche Lösungswege oder Fehler nicht frühzeitig erkennen und sich schwer an veränderte Aufgabenbedingungen anpassen können. Gasteiger-Klicpera et al. (2006) beobachten diesbezüglich einen Teufelskreis. Da Kinder mit Lernstörungen bereits über viele Jahre ein schulisches Scheitern erfahren haben, haben sie ein geringes Zutrauen in ihre eigene Leistungsfähigkeit entwickelt und neigen dazu, Misserfolge zu antizipieren bei sinkender Lernmotivation.

Eine Reihe von Studien zeigen die Effektivität des Einsatzes von metakognitiven Strategien bei Kindern mit Lernstörungen auf. Lauth, Husein und Spieß (2006) trainierten z.B. leistungsschwache Grundschüler in ihren metakognitiven Fähigkeiten und berichten über hohe Effektstärken im Bereich der Intelligenz sowie im Bereich der Lernstrategien, die durch Befragung von Eltern, Lehrer und der Kinder selbst ermittelt wurden. Ähnlich positive Befunde berichten Swanson, Hoskyn und Lee (1999) sowie Swanson und Sachse-Lee (2000) in ihren Metaanalysen. Aus entwicklungspsychologischer Sicht erscheinen solche Ergebnisse allerdings unsicher, denn für einen effektiven Einsatz von metakognitiven Strategien ist ein hohes Maß an abstrakt-logischem Denken sowie die Fähigkeit zur Selbstreflexion erforderlich, die vor dem Alter von 9 Jahren noch gering entwickelt ist (Hasselhorn, 2004). Da jüngere Kinder ihre eigenen Leistungen oftmals über- oder unterschätzen, ist ein selbstbestimmter, regulativer Umgang mit Lernstrategien zwar möglich, aber noch wenig effektiv. Das metakognitive Wissen ist bei jüngeren Kindern nicht immer bewusst und sprachlich oftmals

schwer formulierbar (Butler, 1998). In diesem Zusammenhang werden auch Aspekte der *Theory of Mind* diskutiert, der Fähigkeit, sich selbst und andere mentale Zustände zuzuschreiben (Sodian, 2007). Um ein Wissen über eigene mentale Zustände auszubilden und darauf aufbauend Kontroll- und Selbstregulationsprozesse zu entwickeln, sind Fertigkeiten im Sinne der *Theory of Mind* notwendig. Umstritten ist allerdings, ob diese Fertigkeiten nicht wesentlich von den exekutiven Funktionen, insbesondere der Fähigkeit zur Inhibition bedingt sind (Perner, Lang & Kloo, 2002). Sowohl die metakognitiven Strategien als auch Fertigkeiten zur *Theory of Mind* sind wiederum in hohem Maße abhängig von den sprachlichen und intellektuellen Fähigkeiten (Astington & Baird, 2005).

Über Lernstrategien von normalentwickelten Kindern beim Bearbeiten von räumlich-konstruktiven Aufgaben liegen einige Studien vor. So trainierte z.B. Lowrie (1996) mit australischen Kindern der 6. Klasse allgemein Imagery-Strategien über einen Zeitraum von 8 Monaten. Eine vergleichbare Kontrollgruppe erhielt in den 8 Monaten lediglich herkömmlichen Unterricht. Nach Beendigung des Trainings zeigten die Kinder beider Gruppen vergleichbare Leistungen in ihren Problemlösefähigkeiten in mathematischen Textaufgaben. Es konnten weder ein stärkerer Gebrauch von visuellen Problemlösestrategien noch verbesserte Problemlösefähigkeiten in der Trainingsgruppe beobachtet werden. In einem zweiten Experiment erhielt eine Trainingsgruppe von 6.-Klässlern ein Strategietraining, das Imagery-Strategien bezogen auf Mathematikaufgaben zu Mengen- und Raumoperationen einübte. Nach dem Training zeigte die Trainingsgruppe signifikant bessere Leistungen in räumlichen Aufgaben als die Kontrollgruppe, die nur herkömmlichen Unterricht erhalten hatte. Dabei setzten die Kinder visuelle Strategien bevorzugt beim Lösen unbekannter, und komplexen Aufgaben ein, während einfachere bzw. bekanntere Mathematikaufgaben vornehmlich mit Hilfe von verbalen Strategien bearbeitet wurden (Lowrie & Russel, 2001). Ehrlich et al. (2006) beobachten dagegen eine negative Auswirkung auf die visuell-räumlichen Fähigkeiten infolge eines Strategietrainings. Sie übten mit Kindern Arbeitsstrategien zum Lösen von Aufgaben zur mentalen Rotation ein und forderten sie auf, diese beim nachfolgenden Test zur mentalen Rotation anzuwenden. Die Autoren beobachten eine Irritation der Kinder und damit einhergehend eine Verringerung ihrer Leistung.

Für Kinder mit räumlich-konstruktiven Störungen gibt es bisher keine Untersuchungen hinsichtlich der Effektivität eines Einsatzes von Arbeits- und Lernstrategien. Gleichzeitig ist bekannt, dass Kinder mit räumlich-konstruktiven Störungen über nur wenige und nicht immer

effektive Strategien beim Bearbeiten von räumlich-konstruktiven Aufgaben verfügen (Veneri et al., 2003). Eine Diskussion, inwieweit die Förderung von Arbeits- und Lernstrategien in diesem Bereich förderlich sein kann, erscheint deshalb notwendig.

1.7 Zusammenfassung des Forschungsstandes

Räumlich-konstruktive Störungen werden bei Erwachsenen mit erworbenen Schädigungen des Gehirns seit mehr als 90 Jahren beschrieben und seitdem ausführlich untersucht. Sie gehen in der Regel mit gravierenden Einschränkungen im Alltag einher, was die Notwendigkeit therapeutischer Interventionen betont. Räumlich-konstruktive Störungen werden auch bei Kindern beobachtet, z.T. als typische Symptome bestimmter genetischer Syndrome oder bei Spina bifida und Hydrocephalus, in Einzelfällen aber auch bei vielen anderen Entwicklungsstörungen. Die Übertragung der Definition von Erwachsenen mit spät erworbenen Schädigungen auf Kinder mit angeborenen bzw. früh erworbenen Schädigungen hat sich als problematisch erwiesen, insbesondere auf solche Kinder, bei denen gar keine Schädigung des Gehirns nachgewiesen wurde. Die Ätiologie und damit die Zuordnung des Störungsbildes zu bestimmten Regionen im Gehirn ist bisher uneinheitlich und oftmals auch unbekannt. Auch Konzepte wie z.B. das der Nonverbal Learning Disabilities (Rourke, 1989) haben sich aus ätiologischer Sicht nicht haltbar und phänomenologisch als zu unspezifisch erwiesen.

Anders als bei Erwachsenen wurde bei Kindern mit räumlich-konstruktiven Störungen ein enger Zusammenhang zu anderen Funktionsbereichen festgestellt, die aus entwicklungspsychologischer Sicht möglicherweise bahnenden Einfluss haben. Es wurde ein enger Zusammenhang zum visuell-räumlichen Arbeitsgedächtnis festgestellt und damit auch zur räumlichen Vorstellung bzw. zur Imagery. Ein Zusammenhang zu sprachlichen Fähigkeiten wurde beobachtet, insbesondere der Fähigkeit, räumliche Informationen sprachlich zu benennen, was sich wiederum auf die Einspeicherung auswirkt. Es besteht ein Zusammenhang zu motorischen Funktionen wie z.B. der Grafomotorik und der Blicksteuerung, die sich wiederum auf die räumliche Aufmerksamkeitsausrichtung auswirken können. Neben der Aufmerksamkeit wurden auch Zusammenhänge zu anderen übergeordneten Fähigkeiten wie z.B. einer Verarbeitungskapazität oder exekutiven Funktionen beobachtet. Unklar bleiben bislang die Kausalitäten dieser Zusammenhänge und bedürfen einer weiteren Forschung. Da Kinder mit räumlich-konstruktiven Störungen häufig Schwierigkeiten im Erwerb der arithmetischen

Fertigkeiten aufweisen, wurde ein enger Zusammenhang zwischen den visuell-räumlichen Fähigkeiten und der Vorstellung eines Zahlenraumes angenommen. Die hohe Inzidenz von Rechenstörungen auf der einen Seite und optimistischen Befunden der experimentellen Psychologie zur Trainierbarkeit visuell-räumlicher Fähigkeiten auf der anderen Seite unterstreichen die Möglichkeiten einer therapeutischen Förderung. Bisher entwickelte Förderansätze haben sich allerdings entweder als zu unspezifisch oder nicht geeignet für klinische Populationen, d.h. Kinder mit ausgeprägten Störungen in diesem Bereich erwiesen.

Aus den Studien zur Therapie bzw. Förderung räumlich-konstruktiver Fähigkeiten lassen sich einige Schwerpunkte herauslesen, die sich günstig auf eine Verbesserung von Störungen in diesem Bereich erwiesen haben. Um räumliche Prozeduren zu veranschaulichen und nachvollziehbar zu machen, hat sich der Einsatz des Körpers als hilfreich erwiesen. Das Üben anhand von spielerischem Material scheint Kindern den Umgang mit räumlich-konstruktiven Inhalten zu erleichtern und geeignet zu sein, Lernstrategien aufzubauen. Dabei hat es sich als hilfreich erwiesen, metakognitive Strategien zu fördern, z.B. über sprachliches Benennen der einzelnen Arbeitsschritte und eingesetzten Lernstrategien.

2 Entwicklung eines Therapieprogramms und Hypothesen zu dessen Evaluation

Für Kinder mit klinisch relevanten, entwicklungsbedingten räumlich-konstruktiven Störungen besteht ein Bedarf an spezifischen Therapieansätzen, was aus dem Überblick über bisherige Förder- und Therapieprogramme deutlich wurde. Um diese Lücke zu füllen, wurde im Rahmen eines sozialpädiatrischen Zentrums über drei Jahre ein Therapieprogramm zur Verbesserung räumlich-konstruktiver Störungen an einer kleinen klinischen Populationen entwickelt. Dabei wurde das Therapieprogramm so gestaltet, dass es jeweils individuell auf ein Kind ausgerichtet werden kann. Bei der Entwicklung wurden sowohl theoretische Überlegungen als auch die praktische Umsetzbarkeit und Akzeptanz im Sinne einer Programmevaluation (Rossi, Lipsey & Freeman, 2004) mit einbezogen. Im ersten Teil dieses Kapitels wird die Entwicklung des Therapieprogramms dargestellt, im zweiten Teil dann spezifische Hypothesen zu dessen Prozess- und Ergebnisqualität.

2.1 Konzeption eines Therapieprogramms für Kinder mit räumlich-konstruktiven Störungen

2.1.1 Theoretische Überlegungen zur Konzeption

Aus den bisherigen Studien zu räumlich-konstruktiven Störungen wurde deutlich, dass es sich vermutlich nicht um ein einheitliches Störungsbild handelt, sondern vor allem in Bezug auf weitere visuell-räumliche Fähigkeiten unterschiedliche Qualitäten und Ausprägungen aufweisen kann. Deshalb wurde das Therapieprogramm so gestaltet, dass neben der räumlich-konstruktiven Störung auch andere visuell-räumliche Störungen, insbesondere räumlich-perzeptive, -kognitive und topografische berücksichtigt werden können. Durch einen modularen Aufbau des Therapieprogramms können einzelne Therapiebausteine individuell zusammengestellt werden. Gleichzeitig wurde das Therapieprogramm so flexibel gestaltet, dass es sowohl auf unterschiedliche Ausprägungsgrade der visuell-räumlichen Störungen als auch auf komorbide Störungen z.B. im Bereich der Aufmerksamkeit, Exekutivfunktionen oder emotionalen Störungen angepasst werden kann. Für jedes Modul wurden zusätzlich Therapieaufgaben beschrieben, die optional eingesetzt werden können, um Therapieziele zu vertiefen oder weiter üben zu können.

Bei Kindern mit zusätzlichen Störungen in der räumlichen Perzeption liegt der therapeutische Schwerpunkt zuerst darin, Unterschiede von visuellen und räumlichen Details bewusst zu machen. Die Sprache stellt dabei eine hilfreiche Strategie dar, indem durch das Benennen von Formen, Winkeln, Längen und Relationen der Wortschatz für räumliche Begriffe erweitert und die Aufmerksamkeit auf Unterscheidungsmerkmale gelenkt wird. Bei Kindern mit zusätzlichen Störungen im Bereich der räumlichen Kognition liegt der Schwerpunkt auf dem Einsatz von Arbeitsstrategien, die dem Kind eine mentale Vorstellung erleichtern, z.B. mithilfe einer unterstützenden sprachlichen Kodierung oder Assoziationen. Mentale Manipulationen werden zuerst manuell ausgeführt, indem z.B. Gegenstände rotiert oder die Perspektive durch Bewegung des eigenen Körpers verändert wird. Zur Demonstration und mentalen Vorstellung der Hauptraumachsen werden Gesten eingesetzt.

Bei komorbiden Störungen in der Aufmerksamkeit liegt der Schwerpunkt der Therapie ebenfalls in einer Vermittlung von Arbeitsstrategien. Mit den Kindern wird erarbeitet, worauf sie beim Betrachten von Figuren, beim Abgleichen und beim Konstruieren achten können. Hierbei wird die Sprache als Strukturierungshilfe eingesetzt. Verschiedene Hilfsmittel werden eingeführt, z.B. ein Lineal oder andere Gegenstände zum Ausmessen, Papier zum Abdecken, ein Raster zum Auflegen auf eine Vorlage oder verschiedenfarbige Stifte zum Markieren von Arbeitsschritten. Teilergebnisse werden schrittweise mit der Vorlage abgeglichen und ggf. korrigiert. Es werden Ankerpunkte erarbeitet, an denen sich die Kinder orientieren können, z.B. zuerst auf die Eckpunkte zu achten oder markante Details zu identifizieren.

Bei komorbiden Störungen im Bereich der Exekutivfunktionen werden die Kinder an viele verschiedenen Möglichkeiten herangeführt, wie sie Aufgaben lösen können, um sich schließlich ein individuelles Repertoire an geeigneten Arbeitsstrategien aufbauen zu können. Auch hier wird die Sprache eingesetzt, um den Kindern Arbeitsstrategien bewusst zu machen. Damit die Kinder auf erarbeitete Strategien jederzeit zurückgreifen können, werden diese mithilfe eines Symbols und eines Begriffs auf Memokarten notiert. Um die Strategien zu automatisieren werden sie häufig wiederholt und die Flexibilität anhand vieler unterschiedlicher, wechselnder Materialien gefördert. Das Einüben der Strategien erfolgt nach den von Schröder (2007) zusammengefassten Studienergebnissen zur Steigerung metakognitiver Aktivitäten bei lernbehinderten Kindern: Anfangs lernen die Kinder am Modell des Therapeuten, der die jeweilige Strategie genau beschreibt oder hinterher laut reflektiert, welche Stra-

tegien benutzt wurden. Ältere Kinder werden angeregt, sich zunehmend selbst zu Teilprozessen des Planens, Überwachens, Regulierens und Kontrollierens zu befassen.

Bei komorbiden emotionalen Störungen kann das Therapieprogramm hinsichtlich seines Niveaus sowie Vorlieben der Kinder individuell an die jeweiligen Bedürfnisse angepasst werden. Aufgrund eines großen Pools an Aufgaben, ist es möglich, individuell unliebsame Aufgaben auszulassen oder bei besonders motivierenden Aufgaben länger zu verweilen. Abhängig von den Vorlieben der Kinder können Therapieaufgaben unterschiedlich gestaltet werden, z.B. in Form kleiner Wettbewerbe, externen Motivationsverstärkern, Einbindung in eine Geschichte mit einer Leitfigur oder Einbindung in ein Setting analog eines Gesellschaftsspiels. Auf eine genaue, standardisierte Vorgabe der Interaktion mit dem Kind wurde in dem Training verzichtet, da diese eine künstliche und praktisch unrealistische Arbeitsatmosphäre bewirken würde – zudem würde diese die Varianz der Therapeutenvariable kaum verringern (Weisz, Donenberg, Han & Weiss, 1995).

Um ein regelmäßiges Üben auch im häuslichen Bereich zu ermöglichen, enthält das Therapieprogramm eine Reihe von Spielen, die einerseits motivierend für die Kinder und andererseits für Eltern leicht zu beziehen sind. Angesichts der hohen schulischen Belastung der Kinder kann der Einsatz von Hausaufgaben bzw. häuslichem Üben individuell gestaltet bzw. dosiert werden. Das Therapieprogramm enthält selbst einen ausreichend großen und abwechslungsreichen Pool an Aufgaben, an denen die erarbeiteten Fähigkeiten oder Strategien im Rahmen der Therapie erprobt und geübt werden können.

2.1.2 Beschreibung des Therapieprogramms

Um ein individualisiertes Vorgehen zu ermöglichen, wurde das Therapieprogramm modular aufgebaut, wie es z.B. von Döpfner, Schürmann und Fröhlich (1997) empfohlen wird. Abhängig von der Eingangsuntersuchung und dem Therapieverlauf werden die einzelnen Module nach definierten Kriterien ausgewählt. Bei Kindern mit räumlich-perzeptiven Störungen wird anfänglich die Wahrnehmung anhand zweier Module gefördert, was bei Kindern mit intakter räumlicher Wahrnehmung ausgelassen werden kann. Ein Modul fördert die räumlich-topografischen Fähigkeiten und kann ebenfalls bei unauffälligen Leistungen in diesem Bereich ausgelassen werden. Fünf Module bilden den Kern der Therapie und werden mit allen Kindern durchgeführt (vgl. Tabelle 3).

Tabelle 3
Aufbau und Beschreibung des Therapieprogramms

Modul	Anzahl an Aufgaben	
	Standard	Zusatz
1 <u>Formdifferenzierung</u> (Zusatz): Es wird geübt, Details von geometrischen Formen genauer zu beachten und sie voneinander hinsichtlich Größe, Ausdehnung, Winkel und Formen zu unterscheiden.	2	3
2 <u>Wahrnehmung der Lage im Raum</u> (Zusatz): Es werden Strategien erarbeitet, woran unterschiedliche Ausrichtungen im Raum erkennbar sind. Das Kind rotiert dabei manuell und kognitiv Gegenstände, Abbildungen von Gegenständen sowie einfache geometrische Formen.	3	0
3 <u>Sprechen über den Raum</u> (Standard): Der Gebrauch von Präpositionen wird anhand kleiner Rollen- und Suchspielen geübt. Das Kind soll dabei lernen, dass die Präpositionen jeweils von der Betrachterperspektive abhängen.	4	4
4 <u>Analyse von Richtungen</u> (Standard): Mit dem Kind werden die Hauptraumachsen eingeübt. Dazu werden spielerisch zwei- und dreidimensionale Wege aus unterschiedlichem Material konstruiert und beschrieben. Geometrische Figuren werden in Achsen segmentiert und schrittweise gezeichnet.	5	9
5 <u>Analyse von Größenverhältnissen</u> (Standard): Das Kind lernt, Längen und Größen einzuschätzen, indem es selbst Gegenstände miteinander vergleicht und ausmisst.	3	1
6 <u>Analyse von räumlichen Beziehungen</u> (Standard): Zwei- und dreidimensionale Figuren werden in Einzelteile zerlegt und diese wieder zusammengefügt.	5	4
7 <u>Analyse und Synthese von geometrischen Figuren</u> (Standard): Komplexe Formen sollen analysiert werden und nach einer Vorlage nachgebaut werden. Hierbei kommen eine Reihe von Konstruktionsspielen mit unterschiedlichem Material zum Einsatz, anhand derer alle erarbeiteten Strategien weiter erprobt werden.	3	10
8 <u>Räumliche Orientierung</u> (Zusatz): Das Kind lernt, Landmarken zu nutzen, um Wege in vertrauter und unvertrauter Umgebung zu beschreiben und sich zu orientieren. Es werden Richtungen an Entscheidungspunkten notiert und geübt, nach dieser Notation alltägliche Wege selbständig zu gehen.	3	0

Anmerkungen. Die Standardmodule und Standardaufgaben bilden den Kern der Therapie und werde mit allen Kindern durchgeführt. Die Zusatzmodule und -aufgaben werden nur bei Bedarf eingesetzt. Die Module werden in der angegebenen Reihenfolge durchgeführt.

Die acht Module und ihre Aufgaben sind nach Schwierigkeit hierarchisch angeordnet und werden in derselben Reihenfolge durchgeführt. Sie bestehen aus einem Aufgabenpool von obligatorischen Standardaufgaben, d.h. Aufgaben, die mit jedem Kind durchgeführt werden, und optionalen Zusatzaufgaben (vgl. Tabelle 3). Die Entscheidung für den Einschluss optionaler Aufgaben ist im Therapiemanual jeweils genau definiert und richtet sich nach dem individuellen Lernfortschritt. Bei einem langsamen Lernfortschritt werden so viele optionale Zusatzaufgaben durchgeführt, bis der Erfolg für ein bestimmtes Therapieziel gesichert ist. Bei schnellem Lernfortschritt werden optionale Zusatzaufgaben ausgelassen. Im theoretisch kürzesten Fall durchläuft ein Kind 20 Therapieaufgaben, im längsten Fall dagegen 59. Das Therapiemanual beinhaltet in der Fassung von 2008 insgesamt 129 Seiten. Im Anhang B sind zu jedem Modul Beispielaufgaben sowie ein Schwellenitem dargestellt.

Der Wechsel zur nächsten Therapieaufgabe bzw. Therapiemodul ist innerhalb des Programms mit Hilfe von Schwellenitems jeweils genau definiert und richtet sich ebenfalls nach den individuellen Fähigkeiten und Lernfortschritten des Kindes. So kann ein Kind mit einer Therapieaufgabenart im Einzelfall nur wenige Minuten oder auch mehrere Therapiestunden verbringen. Aufgrund dieser individuellen Ausrichtung ist die benötigte Anzahl an Therapiestunden nicht einheitlich und kann zwischen ca. 10 und 25 Therapiestunden variieren, abhängig vom Ausprägungsgrad der räumlich-konstruktiven und möglicher komorbider Störungen.

Für jede Therapieaufgabe ist deren Ziel angegeben, damit sich der Therapeut leichter orientieren und Schwerpunkte im Vorgehen entsprechend setzen kann. Der Ablauf einer jeden Aufgabe wurde genau beschrieben und das dazu erforderliche Material angegeben. Als Anregung für den Therapeuten werden einige mögliche Arbeitsstrategien aufgeführt, die mit dem Kind ausprobiert werden können. Der Übergang zur folgenden Therapieaufgabe ist jeweils genau definiert (s. Anhang B).

2.1.3 Erprobung und Modifikation des Therapieprogramms in einer Vorstudie

Das in Kapitel 2.1.2 beschriebene Therapieprogramm wurde innerhalb einer Vorstudie an 10 Kindern im Alter von 5-9 Jahren entwickelt und sukzessiv verbessert, abhängig von den Erfahrungen mit der Durchführung und den dabei erzielten Effekten. Das Therapieprogramm wurde regelmäßig ergänzt und redundante Aufgaben wieder herausgenommen, um den Therapieumfang auf ein notwendiges Minimum zu begrenzen. Modifikationen wurden hinsicht-

lich der Struktur des Programms vorgenommen. So wurden z.B. die Module 1 *Formdifferenzierung* und 2 *Wahrnehmung der Lage im Raum* im Verlauf der Erprobung als Zusatzmodule erstellt, da in Einzelfällen hier Schwächen beobachtet wurden, die den Therapieverlauf sonst hätten stagnieren lassen. Schwierige Aufgabenarten, z.B. Tangram-Puzzle wurden an das Ende des Therapieprogramms umgestellt. Auch die Aufgabenauswahl wurde modifiziert, z.B. wurde das Modul 7 *Analyse und Synthese von geometrischen Figuren* von anfänglich 6 Aufgabenarten auf 19 erweitert, da einige Kinder mehr und abwechslungsreicheres Material zum Üben benötigten. Einige Aufgaben erwiesen sich als zu schwer oder unattraktiv, so dass sie aus dem Therapieprogramm wieder entfernt wurden. Die Aufgabeninstruktionen für die Kinder wurden teilweise modifiziert, indem z.B. komplizierte und mehrdeutige sprachliche Formulierungen weggelassen oder umformuliert wurden. Die Aufgabeninstruktionen für die Therapeuten wurden genauer formuliert und z.B. eine Auflistung von möglichen Arbeitsstrategien erstellt, um so eine Fixierung des Therapeuten auf eigene Strategien zu verhindern. Die Therapieverläufe der 10 Kinder waren damit nicht vollkommen identisch. Sie umfassten zwischen 10 und 28 Therapiestunden.

Die Kinder, die an dieser Erprobung teilnahmen, waren Patienten eines sozialpädiatrischen Zentrums in Hamburg (Werner Otto Institut) und bildeten eine heterogene Gruppe sowohl bezüglich ätiologischer Faktoren, des Ausmaßes der räumlich-konstruktiven Störung als auch bezüglich weiterer, komorbider Störungen. Zwei Kinder brachen das Therapieprogramm wegen familiärer Probleme sowie aufgrund ausgeprägter Verhaltensprobleme vorzeitig ab. Die Therapie wurde von der Autorin sowie drei erfahrenen und in dem Programm geschulten Ergotherapeutinnen unter Supervision jeder Therapiestunde im Einzelsetting 1x wöchentlich durchgeführt.

Im Rahmen eines Prä-Post-Vergleichs wurde bei allen Kindern unmittelbar vor und unmittelbar nach Beendigung der Therapie der Mosaiktest aus dem SON-R 2½-7 (Tellegen, Winkel, Wijnberg-Williams & Laros, 1998) bzw. aus der K-ABC (Kaufman & Kaufman, 2003) durchgeführt. Die Differenzen zwischen Prä- und Posttestung wurden anhand des Reliable Change Index *RCI* (Jacobson & Truax, 1991) unter Einbezug der Reliabilitäten der Testverfahren auf ihre klinische Signifikanz geprüft (eine Berechnung des *RCI* ist in Kapitel 3.7 genauer dargestellt). Mit dieser Methode konnten bei 6 der 8 Kinder im Einzelfall eine signifikante Verbesserung im Mosaiktest nachgewiesen werden (s. Tabelle 4).

Tabelle 4

Ergebnisse der Vorstudie: Darstellung der Einzelfälle vor und nach der Therapie

Alter (Jahr; Monate)	Geschlecht	Therapie- stunden	Mosaiktest	Prä	Post	<i>RCI</i>
5;9	♀	20	SON-R-2 1/2-7	4	9	2.19*
6;3	♀	27	SON-R-2 1/2-7	1	7	2.63**
7;9	♀	28	SON-R-2 1/2-7	1	1	0.00
5;10	♂	15	SON-R-2 1/2-7	6	8	0.88
6;1	♂	18	K-ABC	2	7	2.78**
7;6	♂	18	K-ABC	2	10	4.44**
7;7	♂	11	K-ABC	2	8	3.33**
7;11	♂	10	K-ABC	5	9	2.22*

Anmerkungen. Die Testergebnisse sind in Wertpunkten dargestellt. Die Signifikanz wurde anhand des Reliable Change Index *RCI* (Jacobson & Truax, 1991) berechnet. * $p < .05$; ** $p < .01$. Dazu wurden die internen Konsistenzen der Testverfahren eingesetzt mit $R_{tt}(\text{Mosaik-SON-R}) = .82$ und $R_{tt}(\text{Dreiecke-KAB-C}) = .71$.

Trotz der erwähnten Modifikationen im Therapieprogramm und damit verbundenen unterschiedlichen Verläufe, unterschiedlicher Therapeuten und unterschiedlicher Prüfverfahren konnte im Rahmen der Programmevaluation bei den meisten Kindern eine signifikante Verbesserung im räumlich-konstruktiven Bereich anhand eines Mosaiktests festgestellt werden. Der Therapieeffekt ließ sich in diesem Design nicht sicher von Übungseffekten durch die Testwiederholung bzw. einer Verbesserung durch eine Regression zur Mitte abgrenzen. Dennoch wurde mit Vorsicht eine positive Wirkung angenommen und eine umfassendere Studie mit dem weiterentwickelten Therapieprogramm geplant.

Die beiden Kinder, die keine signifikante Verbesserung zeigten, wurden post hoc genauer analysiert. Ein Junge zeigte eine ausgeprägte Störung im Bereich der Aufmerksamkeit, Impulskontrolle und des Sozialverhaltens, so dass er sich kaum auf die Therapieinhalte einstellen konnte und die Therapie vorzeitig abgebrochen werden musste. Ein Mädchen wies eine gravierende Visusminderung auf (der korrigierte Nahvisus lag bei 30%), welche sich als zu einschränkend erwies, um die Therapieaufgaben sinnvoll bearbeiten zu können. Für die weitere Durchführung des Therapieprogramms wurde aus diesen beiden Fällen sowie den beiden Abbrechern gefolgert, dass eine ausreichende Sehfähigkeit vorhanden sein und dass bei gravierenden komorbiden Störungen die Indikation streng geprüft werden sollte.

2.2 Hypothesen zur Evaluation des Therapieprogramms

Ziel dieser Pilotstudie ist eine erste Evaluation des unter Kapitel 2.1 beschriebenen Therapieprogramms für Kinder im Alter von 5-11 Jahren mit entwicklungsbedingten räumlich-konstruktiven Störungen, das in der endgültigen Fassung von 2008 in manualisierter Form vorliegt. Es soll überprüft werden, ob sich die räumlich-konstruktiven Störungen von Kindern anhand des Therapieprogramms verringern lassen. Dabei soll sowohl eine Evaluation des Therapieprozesses im Hinblick auf die Durchführung, Umsetzung unter Alltagsbedingungen und Akzeptanz als auch eine Ergebnisevaluation der Therapieeffekte vorgenommen werden. Im Vordergrund der Ergebnisevaluation stehen die räumlich-konstruktiven Fähigkeiten der Kinder, die sowohl hinsichtlich ihrer Ausprägung als auch ihrer Qualität im Verlauf genauer analysiert werden sollen. Wie in Kapitel 1.4.7.3 beschrieben wurde, zeigt sich die Qualität der räumlich-konstruktiven Störung u.a. darin, wie Hauptstrukturen und Details beachtet werden sowie im Auftreten von Fehlern, die als typisch für räumlich-konstruktive Störungen gelten.

In Kapitel 1.1 wurde dargestellt, dass sich räumlich-konstruktive Störungen auf Alltagsfertigkeiten wie z.B. das Halten von Ordnung, Gefahren im Straßenverkehr einschätzen oder auf die Wahrnehmung des sozialen Raumes einschränkend auswirken können. Auswirkungen einer räumlich-konstruktiven Störungen auf die Schulleistungen, insbesondere eine Orientierung im Zahlenraum wurde in Kapitel 1.5 beschrieben. Diese Bereiche sollen in der Studie im Sinne eines Transfers überprüft werden. Hasselhorn und Mähler (2000) interpretieren zudem verbesserte Arbeitsstrategien bzw. metakognitiver Kompetenzen als Hinweis auf Transferleistungen. Da Kinder mit räumlich-konstruktiven Störungen nur wenige und nicht immer effektive Arbeitsstrategien beim Bearbeiten räumlich-konstruktiver Aufgaben aufweisen (vgl. Kapitel 1.6.2.5), sollen auch diese im Verlauf der therapeutischen Intervention genauer untersucht werden.

Wie in Kapitel 1.1 und 1.4 dargestellt, gehen räumlich-konstruktive Störungen teilweise mit weiteren visuell-räumlichen Störungen einher. Deshalb soll auch der Einfluss des Therapieprogramms auf diese Fähigkeiten überprüft werden. So lassen sich möglicherweise Moderatorvariablen identifizieren. Um die Spezifität des Therapieeffektes zu belegen, werden die Effekte in den Bereichen Exekutivfunktionen und Aufmerksamkeit mit den Effekten im Bereich der räumlich-konstruktiven Fähigkeiten verglichen. Im Einzelnen sollen folgende Hypothesen überprüft werden:

Zentrale Hypothesen:

1. Die **räumlich-konstruktive Störung** der Kinder verringert sich im Verlauf der therapeutischen Intervention quantitativ und qualitativ.
 - a) Es ergibt sich beim Vergleich zwischen „Prä“ (vor der Intervention) und „Post“ (nach der Intervention) ein klinisch bedeutsamer Effekt in den Ergebnismerkmalen Mosaiktests (Snijders-Oomen nonverbaler Intelligenztest SON-R 5 ½-17 und Kaufman Assessment Battery for Children K-ABC), Abzeichentest (Beery-Buktenica Developmental Test of Visual-Motor Integration VMI-Copy), ROCF (Rey-Osterrieth Complex Figure) und Beobachtungsbogen Mosaiktests.
 - b) Der Interventionseffekt bleibt über einen mittleren Zeitraum von „Prä“ bis zum Zeitpunkt „Follow-up“ (8 Monate nach Beendigung der Intervention) stabil.

2. Es ist ein **positiver Transfer** von der verbesserten räumlich-konstruktiven Störung in den sozialen Alltag des Kindes nachzuweisen:
 - (a) In Bezug auf **Alltagsfertigkeiten** im häuslichen Bereich und in der Freizeit in dem Ergebnismerkmalen räumliche Orientierung, Beachten visuell-räumlicher Gegebenheiten im Straßenverkehr, Sport, häuslichen Alltag und im Kontakt mit Gleichaltrigen, Beachten räumlicher Aspekte der Sprache, Handhabung von Konstruktionspielen und Beachten räumlicher Gegebenheiten beim Zeichnen (Elternfragebogen).
 - (b) In Bezug auf **akademische Fertigkeiten** in den Ergebnismerkmalen Beachten räumlicher Gegebenheiten beim Schreiben und zeitliche Orientierung (Elternfragebogen), Rechnen (Kaufman Assessment Battery for Children K-ABC), mentale Zahlraumvorstellung (Zählen rückwärts, Zahlenstrahl mit Vorgabe, Zahlenstrahl ohne Vorgabe und Perzeptive Mengenvorstellung der Neuropsychologischen Testbatterie zur Zahlenverarbeitung und Rechnen für Kinder ZAREKI-R).
 - (c) In Bezug auf verbesserte **Arbeitsstrategien** beim Lösen von räumlich-konstruktiven Aufgaben in dem Ergebnismerkmal Beobachtungsbogen Mosaiktests.

Weitere Hypothesen:

3. Die **visuell-räumliche Wahrnehmung** der Kinder verbessert sich im Verlauf der therapeutischen Intervention qualitativ und quantitativ.

-
- (a) Es ergibt sich beim Vergleich zwischen „Prä“ (vor der Intervention) und „Post“ (nach der Intervention) ein klinisch bedeutsamer Effekt in den Ergebnismerkmalen Untertest Perception (Beery-Buktenica Developmental Test of Visual-Motor Integration VMI-Perception) und Motor-Free Visual Perception Test MVPT-3.
- (b) Der Interventionseffekt bleibt über einen mittleren Zeitraum von „Prä“ bis zum Zeitpunkt „Follow-up“ (8 Monate nach Beendigung der Intervention) stabil.
4. Die **visuell-räumliche Kognition** der Kinder verbessert sich im Verlauf der therapeutischen Intervention.
- (a) Es ergibt sich beim Vergleich zwischen „Prä“ (vor der Intervention) und „Post“ (nach der Intervention) ein klinisch bedeutsamer Effekt in den Ergebnismerkmalen Gestaltschließen (Kaufman Assessment Battery for Children K-ABC) und Hooper Visual Organization Test VOT .
- (b) Der Interventionseffekt bleibt über einen mittleren Zeitraum von „Prä“ bis zum Zeitpunkt „Follow-up“ (8 Monate nach Beendigung der Intervention) stabil.
5. Das **visuell-räumliche Arbeitsgedächtnis** der Kinder verbessert sich im Verlauf der therapeutischen Intervention.
- (a) Es ergibt sich beim Vergleich zwischen „Prä“ (vor der Intervention) und „Post“ (nach der Intervention) ein klinisch bedeutsamer Effekt in den Ergebnismerkmalen Räumliches Gedächtnis (Kaufman Assessment Battery for Children K-ABC), Symbolfolgegedächtnis (Psycholinguistischer Entwicklungstest PET) und Figuren Erkennen (Intelligenztest für Körperbehinderte Kinder ITK).
- (b) Der Interventionseffekt bleibt über einen mittleren Zeitraum von „Prä“ bis zum Zeitpunkt „Follow-up“ (8 Monate nach Beendigung der Intervention) stabil.
6. Die **räumlich-topografischen Orientierung** der Kinder verbessert sich im Verlauf der therapeutischen Intervention.
- (a) Es ergibt sich beim Vergleich zwischen „Prä“ (vor der Intervention) und „Post“ (nach der Intervention) ein klinisch bedeutsamer Effekt in dem Ergebnismerkmal Item 1 des Elternfragebogens.
- (b) Der Interventionseffekt bleibt über einen mittleren Zeitraum von „Prä“ bis zum Zeitpunkt „Follow-up“ (8 Monate nach Beendigung der Intervention) stabil.

7. Die **räumlich-zeitliche Orientierung** der Kinder verbessert sich im Verlauf der therapeutischen Intervention.
- (a) Es ergibt sich beim Vergleich zwischen „Prä“ (vor der Intervention) und „Post“ (nach der Intervention) ein klinisch bedeutsamer Effekt in den Ergebnismerkmalen Handbewegungen und Fotoserie (Kaufman Assessment Battery for Children K-ABC).
 - (b) Der Interventionseffekt bleibt über einen mittleren Zeitraum von „Prä“ bis zum Zeitpunkt „Follow-up“ (8 Monate nach Beendigung der Intervention) stabil.
8. Die für die Interventionsziele **unspezifischen Bereiche** der Exekutivfunktionen ohne räumlich-konstruktive Anforderungen und der Aufmerksamkeit verbessern sich nicht bei den Kindern im Verlauf der Intervention.
- (a) Es ergibt sich beim Vergleich zwischen „Prä“ (vor der Intervention) und „Post“ (nach der Intervention) kein klinisch bedeutsamer Effekt in den Ergebnismerkmalen Zahlennachsprechen rückwärts (Hamburg Wechsler Intelligenztest für Kinder HAWIK IV), Rätsel (Kaufman Assessment Battery for Children K-ABC), Ablenkbarkeit und Flexibilität der Aufmerksamkeit (Testbatterie zur Aufmerksamkeitsprüfung für Kinder KITAP).
 - (b) Es ergibt sich auch über einen mittleren Zeitraum von „Prä“ bis zum Zeitpunkt „Follow-up“ (8 Monate nach Beendigung der Intervention) kein klinisch bedeutsamer Effekt.

3 Methode

Zur Evaluation des Therapieprogramms wurde eine Ergebnis- und eine Prozessevaluation durchgeführt. Aufbauend auf der Vorstudie wurde die Stichprobe sorgfältig ausgewählt und hinsichtlich weiterer visuell-räumlicher und komorbider Störungen untersucht.

3.1 Stichprobe

Im Rahmen dieser Pilotstudie wurden die Kinder im Sinne des effectiveness-Ansatzes aus einer Inanspruchnahmepopulation rekrutiert. Aufgrund der niedrigen Prävalenz der Störung und der kleinen Stichprobe wurde auf ein randomisiertes Kontrollgruppendesign verzichtet. Da nach den Ergebnissen der Voruntersuchung sehr hohe Effektstärken erwartet wurden, wurde eine Gruppengröße von 15 Kinder als ausreichend angesehen (Cohen, 1988).

3.1.1 Ein- und Ausschlusskriterien für die Stichprobe

Es wurden strenge Einschlusskriterien gewählt, um Kinder mit einer spezifischen räumlich-konstruktiven Störung zu erfassen. Als Einschlusskriterium für die Aufnahme in das Therapieprogramm wurde das Vorliegen einer klinisch bedeutsamen räumlich-konstruktiven Störung gewählt, die sich durch eine unterdurchschnittliche Leistung in mindestens einem von zwei Mosaiktests zeigt (d.h. mindestens eine Standardabweichung unter der Altersnorm) und mit Einschränkungen im schulischen bzw. familiären Alltag einhergeht. Einschränkungen im schulischen/ familiären Alltag sind Lese-, Rechtschreib- oder Rechenprobleme (mindestens ein Schulleistungstest liegt mehr als eine Standardabweichung unter der Klassennorm) oder Auffälligkeiten in mindestens 3 der 15 Items des Elternfragebogens (s. Kapitel 3.1.5).

Um nachzuweisen, dass es sich bei dem Kind um eine spezifische Teilfunktionsstörung handelt, wurde eine im Einzelfall signifikante Differenz zwischen Mosaiktest und der individuellen Intelligenz gefordert. Die Differenz wurde einzelfallstatistisch nach Huber (1973) berechnet (s. dazu Tabelle G1, Anhang G). Kinder mit einer Intelligenzminderung ($IQ < 70$) wurden aus der Studie ausgeschlossen. Kinder mit eingeschränkter Sehfähigkeit (korrigierter Nahvisus $< 70\%$) und Kinder, bei denen komorbide Störungen im Vordergrund stehen, z.B. gravierende sozial-emotionale Störungen, schwere Sprach- oder Aufmerksamkeitsstörungen, wurden ebenfalls aus der Studie ausgeschlossen. Als gravierend wurde die Störung dann eingestuft, wenn eine Zusammenarbeit in der Untersuchungssituation durch die Verhaltens-

weisen des Kindes nur schwer möglich war, d.h. eine Ausprägung von 5 in den Items 3, 5, 6 und 7 des VEWU (Döpfner, Lehmkuhl, Heubrock & Petermann, 2000) erzielte. Wenn sich der Wert im Mosaiktest allein durch die Vorgabe von Strukturierungshilfen¹ oder einer emotionalen Ermunterung bzw. Motivierung² auf das individuell intellektuelle Niveau anheben ließ, wurde eine räumlich-konstruktive Störung ebenfalls ausgeschlossen und eine andere psychische Störung als primär angesehen. Solche Kinder wurden nicht in das Therapieprogramm aufgenommen.

3.1.2 Rekrutierung der Stichprobe

Alle Kinder der Stichprobe wurden sukzessiv aus der Inanspruchnahmepopulation der Ambulanz eines Sozialpädiatrischen Zentrums in Hamburg (Werner Otto Institut) rekrutiert. Dabei handelte es sich um Kinder, die bereits im Rahmen des Sozialpädiatrischen Zentrums und der im Umkreis befindlichen schulischen Beratungsstellen, Kindertagesstätten, Schulen und Vorschulen sowie Kinder- und Jugendpsychiatrischen Praxen durch visuell-räumliche Störungen aufgefallen waren (s. Tabelle 5). Diese Einrichtungen waren durch ein Informationsblatt auf das Projekt aufmerksam gemacht worden.

Tabelle 5

Zuweisende Personen und Institutionen

Zuweisende Personen/ Institutionen	<i>n</i> (%)	Aufnahmekriterien für die Studie sind erfüllt (<i>n</i>)
Kinderarzt (niedergelassen, SPZ ^a)	21 (36%)	4
Schulberatungsstelle (Schulpsychologe, Sonderpädagoge)	14 (24%)	6
Kinder- und Jugendlichenpsychotherapeut ^b	8 (14%)	5
Lehrer (Vorschule/ Schule)	6 (10%)	1
Eltern	5 (9%)	0
ASBH ^c	4 (7%)	0
Gesamt	58 (100%)	16

Anmerkungen. ^a Sozialpädiatrisches Zentrum ^b niedergelassen bzw. angestellt im Sozialpädiatrischem Zentrum ^c Arbeitsgemeinschaft Spina Bifida und Hydrocephalus

Die Rekrutierung der Stichprobe erfolgte über insgesamt 16 Monate. In diesem Zeitraum wurden 58 Kinder (36 Jungen und 22 Mädchen) untersucht, bei denen der Verdacht auf eine

¹ Kinder mit flüchtiger Arbeitsweise wurden in ihrem impulsiven Antwortverhalten unterbrochen. Wenn Kinder die Aufmerksamkeit verloren, wurden sie mit der Frage „Was kannst Du jetzt machen?“ wieder an die Aufgabe zurückgeführt.

² Die Testsituation wurde für die Kinder attraktiv gestaltet und die Kinder häufig gelobt. Bei zögerndem oder ängstlichen Verhalten wurden die Kinder fortlaufend bekräftigt und ermuntert, weiterzuarbeiten.

räumlich-konstruktive Störung geäußert wurde. Diese Kinder waren zwischen 5 und 14 Jahren alt. Von diesen 58 Kindern erfüllten nur 16 die Kriterien für die Aufnahme in die Studie. Eines der 16 Kinder nahm dennoch nicht an der Studie teil, da der Anfahrtsweg zu weit gewesen wäre. Das häufigste Ausschlusskriterium war eine fehlende räumlich-konstruktive Störung, d.h., dass die Kinder in den Mosaiktests normale Leistungen erzielten (s. Tabelle 6).

Tabelle 6

Gründe für einen Ausschluss aus der Studie (N = 58)

Kriterien	n	
Mosaiktest \leq 1 Standardabweichung unter der Altersnorm	29	(50%)
Mosaiktest weicht nicht signifikant von der individuellen Intelligenz ab	9	(16%)
Die Störung hat keine klinische Relevanz	1	(2%)
Eine andere psychische Störung steht im Vordergrund ^a	1	(2%)
Alter >12;0 Jahre	2	(4%)
Die Eltern stimmen einer Teilnahme an der Studie nicht zu	1	(2%)
Ausschluss aus der Studie Gesamt:	43	(74%)
Kriterien für die Aufnahme in die Studie erfüllt:	15	(26%)

Anmerkungen. ^a Bei einem Kind stand eine Störung des Sozialverhaltens mit oppositionellem Trotzverhalten im Vordergrund, die als primär behandlungsbedürftig eingestuft wurde.

3.1.3 Erhebungsinstrumente zur Anamnese und allgemeinen Beschreibung der Stichprobe

Neben anamnестischen Daten wurden sprachliche Fähigkeiten, motorische Funktionen sowie die Bereiche Aufmerksamkeit, Gedächtnis- und Exekutivfunktionen untersucht. Bei Schulkindern wurden zusätzlich die Schulleistungen im Bereich Lesen, Schreiben und Rechnen überprüft (s. auch Tabelle 10). Die Vielzahl von Testverfahren wurde als notwendig erachtet, um einerseits anhand individueller Stärken und Schwächen Therapiemodule und –aufgaben zusammenstellen zu können und andererseits durch Kontrastierung unterschiedlicher Fähigkeiten spezifische Therapieeffekte sowie Moderatorvariablen nachweisen zu können.

Anamnese-Interview: Die Eltern wurden bezüglich der Anamnese ihrer Kinder in einem Interview befragt und Vorbefunde eingesehen. Das Anamnese-Interview orientierte sich an den üblichen Befragungen bei Kindern mit Entwicklungsstörungen (Lösslein & Deike-Beth, 2000; Döpfner et al., 2000; Baron, 2004) unter Berücksichtigung von familiärer Häufung der jeweiligen Störung, Schwangerschaft, Geburt und frühkindlicher Entwicklung, familiärem

Umfeld, sozial-emotionaler Entwicklung sowie bisherigem schulischem bzw. vorschulischem Verlauf. Zur Erfassung weiterer psychischer Störungen wurde den Eltern die Child Behavior Checklist CBCL (Arbeitsgruppe Deutsche Child Behavior Checklist, 1998) vorgelegt. Es wurden die Reliabilitäten von Döpfner et al. (1994) verwandt. Die Subskalen der CBCL wurden mittels *t*-Test für abhängige Stichproben miteinander verglichen.

Intelligenz: Zur Überprüfung der Intelligenz wurde die Kaufman Assessment Battery for Children K-ABC (Melchers & Preuss, 2007) ausgewählt, die bereits eine Reihe von Teilfunktionen unter Berücksichtigung einer einzel- und ganzheitlichen Verarbeitung beinhaltet. Die K-ABC ist ein Standardmessverfahren im Bereich der Kinderdiagnostik mit hinreichend gesicherten Testgütekriterien (Baving & Schmidt, 2000). Für die Bestimmung der intellektuellen Fähigkeiten wurde der Untertests *Dreiecke* nicht berücksichtigt und der Gesamtwert aus den verbleibenden Untertests entsprechend den Angaben des Handbuchs (Melchers & Preuss, 2003) geschätzt. Der Untertest *Gesichter und Orte* wurde aufgrund geringer Aussagekraft für diese Studie bei allen Kindern ausgelassen und auf einen Gesamtwert der Fertigkeiten verzichtet. Entsprechend der Normierungsstichprobe wurde der Untertest *Fotoserie* nur bei Kindern ab 6 Jahren und die beiden Lesetests (Lesen/ Verstehen und Lesen/ Buchstabieren) bei Kindern ab 7 Jahren durchgeführt.

3.1.4 Allgemeine Beschreibung der Stichprobe

Nach Berücksichtigung der Ein- und Ausschlusskriterien konnten 15 Kinder für die Studie gewonnen werden. Keines der Kinder brach die Studie vorzeitig ab. Die Kinder waren zwischen 5;0 und 11;11 Jahren alt ($M = 103.5$ Monate; $SD = 21.5$). Es nahmen 6 Jungen und 9 Mädchen teil. Die Händigkeit war bei allen Kindern festgelegt, 11 Kinder waren rechtshändig und vier linkshändig. 2 Kinder besuchten einen Kindergarten, 12 die Grundschule (2 Kinder die 1. Klasse, 4 Kinder die 2. Klasse, 5 Kinder die 3. Klasse, 1 Kind die 4. Klasse) und ein Kind die 5. Klasse einer Haupt- und Realschule. Zwei der Kindergartenkinder und zwei der Schulkinder hatten einen Integrationsstatus, ein Kind besuchte eine Sonderschule für hörgeschädigte Kinder.

Ätiologie der räumlich-konstruktiven Störung

Bei fünf Kindern ließen sich prä- und perinatale Entwicklungsstörungen als Ursache der räumlich-konstruktiven Störung vermuten (Spina bifida mit Hydrocephalus, Frühgeburt der 34. Schwangerschaftswoche mit Asphyxie und konnataler Listerioseinfektion, primär gene-

ralisierte frühkindliche Epilepsie mit frontaler Atrophie, prä- und perinatale Dystrophie, mütterlicher Nikotinabusus während der Schwangerschaft). Drei Kinder zeigten neurologische bzw. organische Störungen, die möglicherweise im Zusammenhang mit den räumlich-konstruktiven Störungen standen (Fokale Epilepsie, angeborene hochgradige Schwerhörigkeit, Tic-Störung). Bei sechs Kindern wurden anamnestisch keine Auffälligkeiten gefunden.

Bildgebende Verfahren waren nur bei drei Kindern durchgeführt worden. Bei einem Mädchen mit einer fokalen Epilepsie mit sekundärer Generalisierung konnten im MRT keine Auffälligkeiten beobachtet werden. Bei einem Mädchen mit einer primär generalisierten frühkindlichen Epilepsie wurde im MRT eine frontale Atrophie festgestellt. Ein Junge mit einer lumbosakrale Myelomeningozele mit ventilversorgtem Hydrocephalus bei Arnold-Chiari-Malformation Typ II wies im MRT eine Aquäduktstenose, einen partiellen Balkenmangel, eine Verformung der Vierhügelplatte und eine Dysplasie des Kleinhirns im Foramen magnum und im oberen Cervicalkanal auf. Bei diesem Kind wurde ein intraspinale Lipom im Cervicalbereich kurz vor Beginn der Studie operativ entfernt. Der Shunt wurde einmalig revidiert. Bei sieben Kindern war ein EEG durchgeführt worden, das bei vier Kindern einen pathologischen Befund aufwies. Neben den beiden oben erwähnten Mädchen mit einer Epilepsie wiesen zwei weitere Kinder im EEG rolandische Muster ohne klinisches Korrelat auf.

Belastende Umweltfaktoren

Entsprechend des multiaxialen Klassifikationssystems des ICD-10 (Remschmidt, Schmidt & Poustka, 2006) wurden aktuell belastende Umweltfaktoren sowie kritische Lebensereignisse anamnestisch erfragt. Bei 77% der Kinder wurden belastende Umfeldfaktoren berichtet, bei den meisten Kindern sogar mehrere Belastungsfaktoren (Range 2-7). Am häufigsten wurden Belastungen durch eine schulische Überforderung (ICD 10: Z 61.3) genannt. Eine schulische Überforderung lag vor, wenn ein Kind die von ihm geforderten Leistungen in allen Hauptfächern nicht erbringen konnte. Viele Eltern lebten getrennt (ICD 10: Z 60.1). Ein Drittel der Kinder hatten einen Migrationshintergrund in erster oder zweiter Generation (ICD 10: Z 50.3) und wuchs zwei- oder dreisprachig auf. Die Nationalitäten, aus denen diese Kinder bzw. deren Eltern stammten, waren verschieden (Chile, Kamerun, Kongo, Kroatien, Russland, Türkei). Vier Kinder hatte bereits eine Klassenstufe wiederholt, bei zwei Kindern fand ein Umzug verbunden mit Schulwechsel in den letzten 6 Monaten statt. Bei drei Kindern war ein Elternteil an einer Depression psychisch erkrankt (ICD 10: Z 63.3). Ein Kind hatte in dem letzten Jahr wiederholt einen Wechsel der Bezugsperson erlebt und wurde ungenügend

beaufsichtigt, so dass das Jugendamt mit involviert wurde (ICD 10: Z 62.0), und ein Kind wuchs seit dem Alter von 18 Monaten in einer Adoptivfamilie auf (ICD 10: Z 61.1). Ein Kind war durch die Arbeitslosigkeit der Eltern belastet (ICD 10: Z 59.1).

Sozioökonomischer Status der Eltern

Bezüglich des sozioökonomischen Status wurde das Bildungsniveau der Hauptbezugsperson, was in allen Fällen die Mutter bzw. Pflegemutter darstellte, erhoben. 40% der Mütter hatten studiert oder verfolgten einen akademischen Beruf, was als hoher sozioökonomischer Status definiert wurde. Als mittlerer sozioökonomischer Status galt ein Real- bzw. Hauptschulabschluss bzw. die Berufstätigkeit in einem gelernten, nicht-akademischen Beruf (47%). Bei 13% der Mütter wurde ein niedriger sozioökonomischer Status aufgrund eines fehlenden Schulabschlusses verbunden mit Arbeitslosigkeit festgestellt.

Sonstige Behandlungen/ Therapien

Die Hälfte der Kinder hatte bereits über 2-5 Jahre ergotherapeutische Behandlungen meist mit dem Schwerpunkt der sensorischen Integrationstherapie nach Ayres (1972) erhalten. Zum Zeitpunkt des Studienbeginns erhielt ein Kind ergotherapeutische Behandlungen, die über den gesamten Studienzeitraum fortgeführt wurden. Vier Kinder erhielten parallel zur Studie logopädische, zwei Kinder physiotherapeutische und drei Kinder lerntherapeutische Behandlungen, davon eines im Bereich Deutsch und zwei im Bereich Mathematik. In keiner dieser Therapien wurde an räumlich-konstruktiven Inhalten gearbeitet. Sechs Kinder wurden zum Zeitpunkt der Studie schulisch gesondert gefördert im Rahmen eines Integrationsplatzes, einer Sonderbeschulung bzw. im Rahmen eines schulischen Förderunterrichts.

Ein Kind erhielt zum Zeitpunkt der Studie Valproat (44 mg/ kg KG). Nach Beendigung der räumlich-konstruktiven Therapie wurde die Medikation auf Valproat (35 mg/ kg KG) und Lamotrigin (1.4mg/ kg KG) umgestellt, so dass die beiden Follow-up Untersuchungen zwei und acht Monate nach Beendigung der Therapie unter veränderter Medikation stattfanden. Bei einem Kind wurde kurz vor Beginn der Studie die antikonvulsive Therapie mit Valproat (21.5mg/ kg KG) ausgeschlichen, so dass das Mädchen mit Beginn der räumlich-konstruktiven Therapie bei unveränderter Anfallsfreiheit keine Medikation mehr erhielt. Alle anderen Kinder erhielten zum Zeitpunkt der Studie keine Medikamente.

Intelligenz

Die Kinder erzielten im Bereich der intellektuellen Fähigkeiten in der Kaufman Assessment Battery for Children K-ABC einen Gesamt-IQ zwischen 72 und 106 ($M = 92.5$, $SD = 9.5$). Vier Kinder lagen insgesamt im Bereich einer Lernbehinderung ($IQ < 85$), was bei zwei dieser vier Kindern auf sprachliche Schwierigkeiten zurückzuführen war. In einem sprachfreien Intelligenztest (Snijders Oomen Nonverbaler Intelligenztest SON-R 5 ½-17) erzielten diese beiden Kinder ein durchschnittliches Ergebnis. Die Subskalen Einzelheitliches und Ganzheitliches Denken der K-ABC unterschieden sich bei der Gesamtstichprobe nicht wesentlich. Beide Subskalen sowie der Gesamtwert lagen signifikant unterhalb der Leistung ihrer Altersnorm (s. auch Tabelle 11).

3.1.5 Erhebungsinstrumente zur Erfassung der visuell-räumlichen Fähigkeiten

Die räumlich-konstruktiven Fähigkeiten wurden anhand von zwei Mosaik- und zwei Abzeichentests überprüft, einem Verfahren zur qualitativen Beobachtung beim Zusammensetzen der Mosaiktests sowie einem Elternfragebogen. Neben den räumlich-konstruktiven Fähigkeiten wurden auch weitere visuell-räumliche Fähigkeiten überprüft.

Mosaiktests: Als Hauptkriterium für die räumlich-konstruktive Störung wurden zwei Mosaiktests gewählt. Dadurch konnte gewährleistet werden, dass vor allem im Extrembereich noch ausreichend Items bearbeitet wurden, um zuverlässige Aussagen treffen zu können. Es wurden der Untertest *Mosaike* aus dem Snijders Oomen Nonverbaler Intelligenztest SON-R 5 ½-17 (Snijders, Tellegen & Laros, 2005) und der Untertest *Dreiecke* aus der K-ABC durchgeführt. Im Gegensatz zu dem Untertest *Dreiecke* der K-ABC besteht der Mosaiktest des SON-R 5 ½-17 aus viereckigen Plättchen, die in einem vorgegebenen Rahmen (3x3 Plättchen) angeordnet werden müssen. Die viereckigen Plättchen sind ein- und zweifarbig und dabei unterschiedlich untergliedert. Eine Illustration der einzelnen Mosaiktestitems ist Abbildung 4 zu entnehmen.

Der Mosaiktest aus dem Hamburg-Wechsler Intelligenztest für Kinder HAWIK-IV (Petermann & Petermann, 2007) wurde nicht eingesetzt, da dieser über eine geringere Anzahl an einfachen Items als der Mosaiktest aus dem SON-R 5½-17 verfügt, so dass hier möglicherweise Bodeneffekte erzielt worden wären. Zudem beinhaltet der Mosaiktest des HAWIK-IV eine stärkere Speed-Komponente als die Mosaiktests aus K-ABC und SON-R 5½-17, was sich bei emotional unsicheren Kindern oftmals leistungsmindernd auswirkt und damit die

räumlich-konstruktiven Fähigkeiten möglicherweise unterschätzt. Schließlich können sich feinmotorischen Störungen im Mosaiktest des HAWIK-IV stärker leistungsmindernd auswirken als in den beiden eingesetzten Mosaiktests, da das Material des Mosaiktests aus dem HAWIK-IV weniger handlich ist als das Material der Mosaiktests aus der K-ABC und dem SON-R 5½-17 (die Mosaiksteine sind kleiner, verrutschen leicht auf dem Tisch aufgrund ihrer glatten Oberfläche und werden nicht innerhalb eines Rahmens eingefügt, sondern frei auf den Tisch ohne Unterlage gelegt).

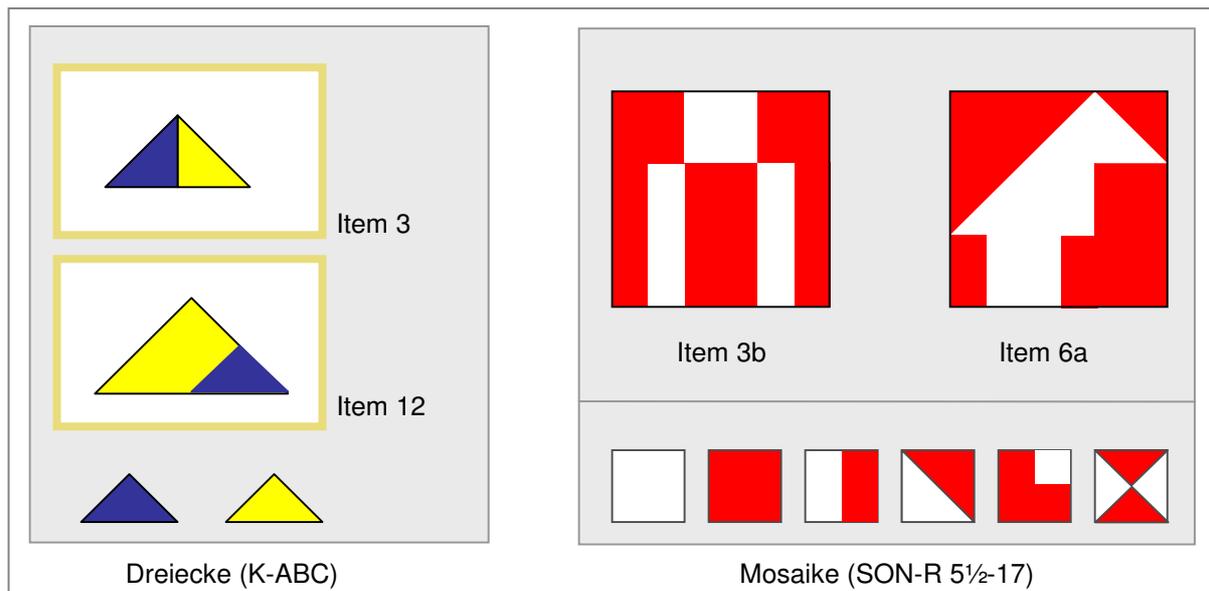


Abbildung 4. Item-Illustrationen zu den eingesetzten Mosaiktestverfahren

Beobachtungsbogen Mosaiktests: Beim Bearbeiten beider Mosaiktests wurde eine Verhaltensbeobachtung anhand eines qualitativen Beobachtungsbogens (s. Anhang C) durchgeführt. Der Beobachtungsbogen enthält 18 dichotome Items (a) 13 Items zur Arbeitsweise der Kinder (z.B.: *gleicht einzelne Arbeitsschritte wiederholt mit der Vorlage ab: ja/ nein*) und (b) 5 Items zum qualitativen Ergebnis der Mosaiktests (z.B.: *einzelne Elemente sind korrekt zueinander angeordnet: ja/ nein*). Berücksichtigt werden dabei all jene Items der Mosaiktests, die in Bezug auf das Alter und der individuellen Intelligenz des Kindes als richtig gelöst zu erwarten wären. In Abbildung 5 sind vier Beispiele für das Störungsbild typischer Fehler illustriert, die mit dem qualitativen Ergebnis des Beobachtungsbogen erfasst werden.

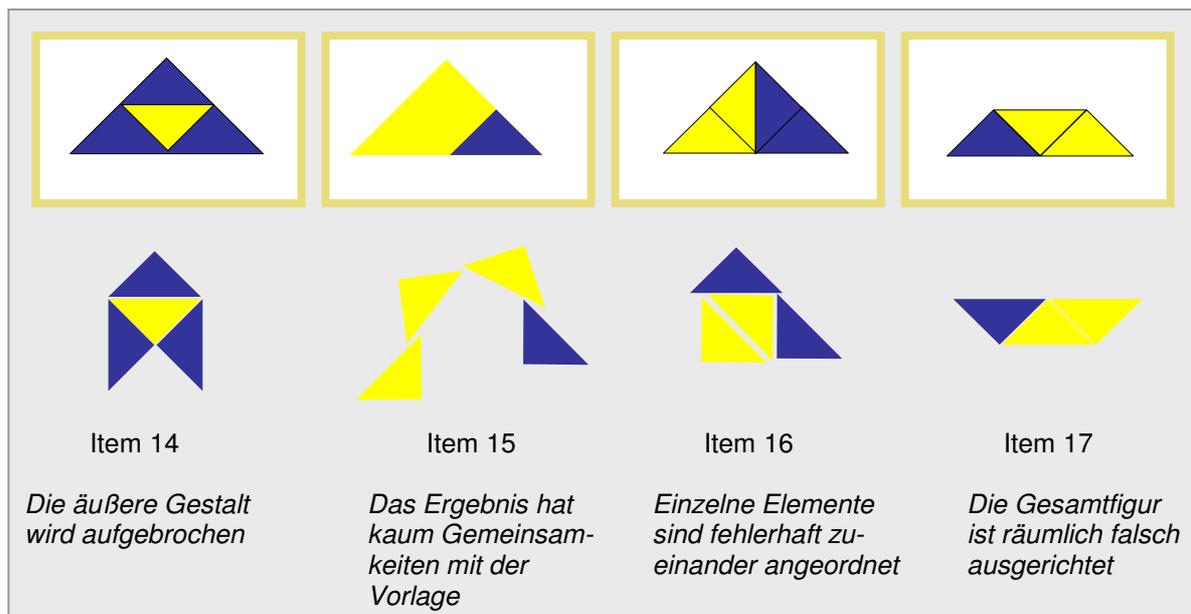


Abbildung 5. Beispiele für qualitative Fehler im Untertest Dreiecke (K-ABC)

Abzeichentests: Es wurden zwei Abzeichentest verwendet, um die Fähigkeit sowohl quantitativ als auch qualitativ abbilden zu können. Es wurde die Abzeichenbedingung des Beery-Buktenica Developmental Test of Visual-Motor Integration VMI (Beery & Beery, 2006) eingesetzt, die im Folgenden mit dem *VMI-Copy* abgekürzt wird. Beim VMI-Copy müssen 30 geometrischen Formen abgezeichnet werden. Die Auswertung erfolgt sowohl im Hinblick auf visuomotorische Fähigkeiten (z.B. genaues Aufeinandertreffen von Linien) als auch räumlich-konstruktive Fähigkeiten (z.B. Winkelverkehrungen), die allerdings miteinander konfundiert in einem Gesamtwert ausgedrückt werden. Die Instruktionanweisung wurde in die deutsche Sprache übersetzt und die amerikanischen Normen verwendet.

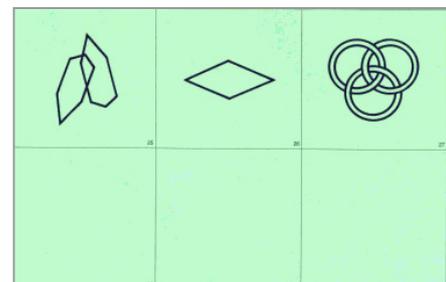


Abbildung 6.
Beispielitems aus dem VMI-Copy
Auszug aus der Abzeichenbedingung des Beery-Buktenica Developmental Test of Visual-Motor Integration

Zur Beurteilung der qualitativen Fähigkeiten beim Abzeichnen wurde die Rey-Osterrieth Complex Figure ROCF (Rey, 1941; Osterrieth, 1944) (s. Abbildung 7) unter der Abzeichenbedingung mit der Auswertung nach dem Developmental Scoring System DSS (Bernstein & Waber, 1996) ausgewählt. Mit dem DSS wird die Gesamtorganisation der einzelnen Strukturen der komplexen Figur beurteilt. Dabei wird in einem Gesamtwert (*organization score*) besonders auf die Verbindung einzelner Elemente sowie deren Schnittpunkte geachtet. Zusätzlich wird die Anzahl richtiger Liniensegmente sowohl der Basisfigur und der Hauptachsen

(*structural element score*) als auch der Substrukturen und Details der Figur (*incidental element score*) erhoben. Der Arbeitsstil (*style*) wird hinsichtlich einer detailorientierten lokalen bzw. globalen Strategie ermittelt (s. Abbildung 8). Fehler im Sinne einzelner rotierter, falsch platzierter, perseverierter oder verkürzter Elemente werden erhoben (*error score*). Die Ergebnisse der ROCF wurden aufgrund der groben Normierung Prozentrangbändern (< 10; 10-24 und > 24) zugewiesen.

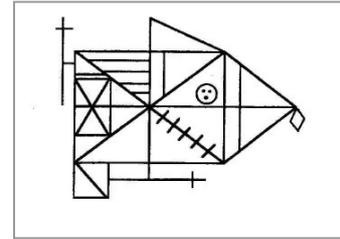


Abbildung 7. Rey-Osterrieth Complex Figure ROCF

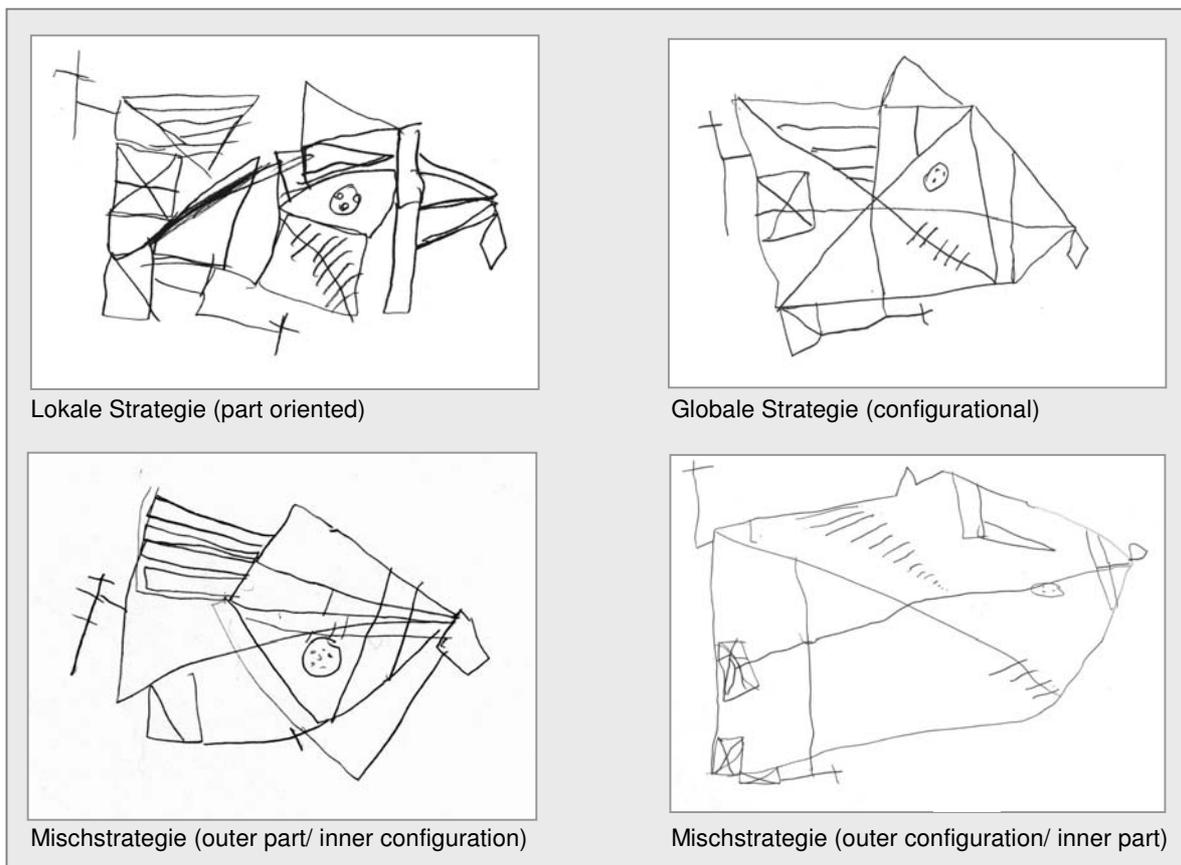


Abbildung 8. Arbeitsstile beim Zeichnen der ROCF

Elternfragebogen: Um mögliche Einschränkungen im Alltag durch die räumlich-konstruktive Störung zu erfassen, wurde ein Fragebogen für Eltern in Anlehnung an Cornoldi et al. (2003) und Muth et al. (2001) entwickelt. Der Elternfragebogen setzt sich aus 20 vierstufigen Items zusammen und wird in drei Bereiche untergliedert, (a) die räumlich-konstruktiven Fähigkeiten (z.B.: *Baut Ihr Kind gerne mit Lego oder anderen Konstruktionsspielen?*), (b) Auswirkungen auf den Alltag (z.B.: *Kann Ihr Kind Spielsachen oder andere Dinge gut wiederfinden?*) und (c) Auswirkungen auf die Schulleistungen (z.B.: *Schreibt Ihr Kind Zahlen oder Buchstaben spiegelverkehrt?*). Die Items, die sich die Auswirkungen auf die Schulleis-

tungen beziehen, wurden nur mit Schulkindern durchgeführt. Bei jedem Item wurden die Eltern aufgefordert, ihr Kind jeweils im Vergleich zu anderen Kindern desselben Alters einzuschätzen. Zusätzlich sollten die Eltern jeweils jene Items markieren, die ihnen die größten Sorgen bereiten würden (s. Anhang D).

Räumlich-perzeptive Fähigkeiten: Zur Einschätzung der räumlich-perzeptiven Fähigkeiten wurden zwei Testverfahren durchgeführt. Der Motor-Free Visual Perception Test MVPT-3 (Colarusso & Hammill, 2003) besteht aus sechs Subbereichen, der Formdifferenzierung, Figur-Grund-Wahrnehmung, Formkonstanz, Wahrnehmung der Lage im Raum und dem visuell-räumliches Arbeitsgedächtnis. Diese Subbereiche werden nicht getrennt voneinander ausgewertet, sondern nur ein Gesamtwert über alle Items angegeben. Deshalb wurden zur Beurteilung der sechs Subbereiche die Rohwerte der dazugehörigen Items addiert. Die Aufgabeninstruktionen wurden in die deutsche Sprache übersetzt und die amerikanischen Normen verwandt (s. Abbildung 9).

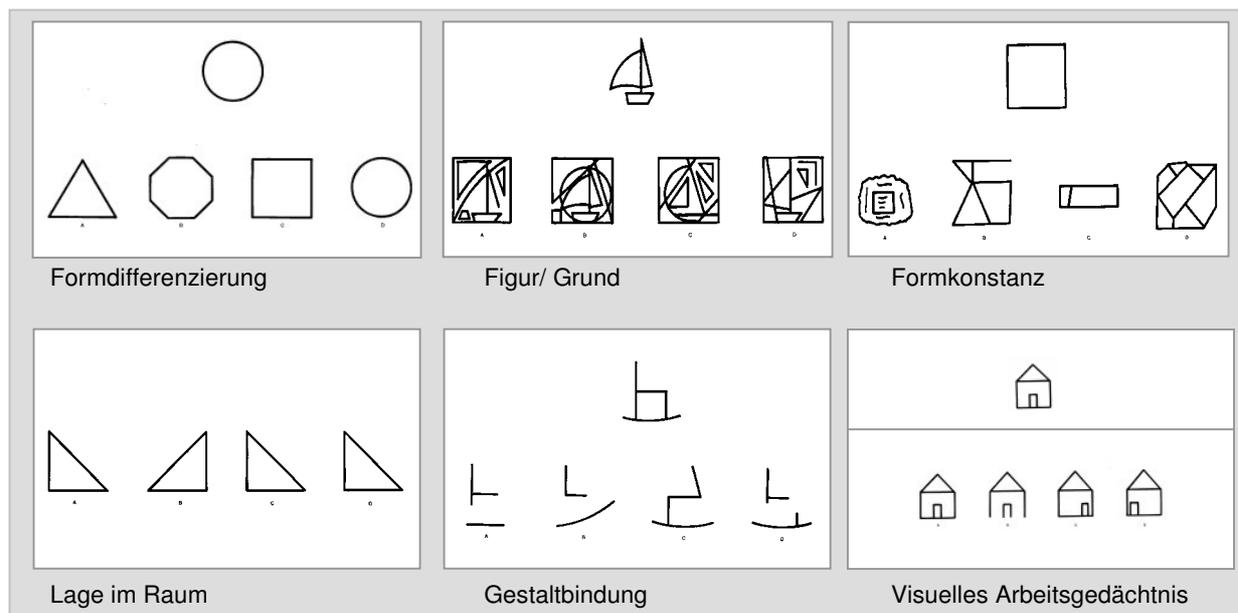


Abbildung 9. Beispielitems für die Subbereiche des Motor-Free Visual Perception Test MVPT-3

Das zweite Verfahren zur räumlichen Wahrnehmung, die Bedingung Perception des Beery-Buktenica Developmental Test of Visual-Motor Integration VMI (Beery & Beery, 2006) im Folgenden als *VMI-Perception* abgekürzt, überprüft die Fähigkeit zur Formdifferenzierung. Der VMI-Perception besteht aus 30 geometrischen Formen, die von jeweils fünf oder sechs

ähnlichen Formen differenziert werden müssen, die sich vor allem hinsichtlich ihrer Größe, Ausrichtung oder Winkel unterscheiden (s. Abbildung 10). Die Instruktionsanweisung wurde in die deutsche Sprache übersetzt und die amerikanischen Normen verwandt.

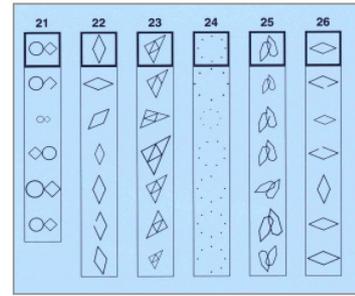


Abbildung 10. Beispielitem des VMI-Perception:

Die Zielfigur in der ersten Zeile soll jeweils innerhalb einer Spalte identifiziert und markiert werden.

Räumlich-kognitive Fähigkeiten: Zur Einschätzung der räumlich-kognitiven Fähigkeiten wurden zwei Verfahren eingesetzt. In dem Untertest *Gestaltschließen* der Kaufman Assessment Battery for Children K-ABC müssen unvollständige Zeichnungen von Gegenständen kognitiv ergänzt werden, um sie zu erkennen und benennen zu können. Beim Visual Organization Test VOT (Hooper, 1983) müssen einzelne, abgebildete Puzzelteile mental zusammengesetzt werden, um die Gesamtgestalt erkennen und benennen zu können (s. Abbildung 11). Die Aufgabeninstruktion dieses Testverfahrens wurde in die deutsche Sprache übersetzt und die amerikanischen Normen verwandt.

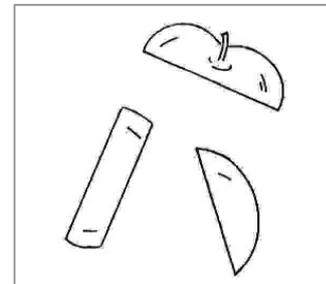


Abbildung 11. Beispielitem aus dem Hooper Visual Organization Test VOT:

Die abgebildeten Puzzelteile sollen mental rotiert und transformiert werden, damit sie eine sinnvolle Gestalt ergeben.

Räumlich-mnestische Fähigkeiten: Es wurden drei Verfahren zur Überprüfung des visuell-räumlichen Arbeitsgedächtnisses eingesetzt. Beim Untertests *Räumliches Gedächtnis* der Kaufman Assessment Battery for Children muss eine Anordnung von abgebildeten Gegenständen innerhalb eines Rasters nach 5 Sekunden reproduzieren werden. Beim Untertest *Symbolfolgegedächtnis* (SFG) aus dem Psycholinguistischen Entwicklungstest PET (Angermeier, 1977) müssen Plättchen mit darauf abgebildeten geometrischen Symbolen entsprechend einer Vorlage in derselben Reihenfolge unmittelbar reproduziert werden (s. Abbildung 12). Der Untertest *Figuren Erkennen* (FE) aus dem Intelligenztest für Körperbehinderte Kinder ITK (Neumann, 1981) entspricht einer leicht verkürzten Version des Benton-Tests (Wahlform) (Benton, 1962).



Abbildung 12. Beispielitem aus dem Symbolfolgegedächtnis (PET):

Die Symbolplättchen sollen in der richtigen Reihenfolge aus dem Gedächtnis gelegt werden.

Das Kind muss sich eine Anordnung von zwei bzw. drei geometrischen Formen innerhalb von 10 Sekunden einprägen und dann unmittelbar wiedererkennen (s. Abbildung 13). Entsprechend seiner Normierung wurde der ITK nur bei Kindern ab 6 Jahren eingesetzt.

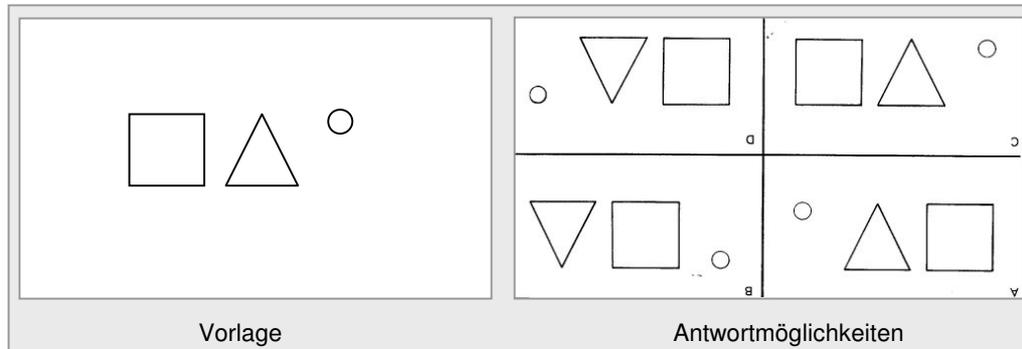


Abbildung 13. Beispielitem aus dem Untertest Figuren Erkennen (ITK)

Räumlich-topografische Orientierung: Zur Erfassung der räumlich-topografischen Orientierung wurden die Eltern anhand des Item 1 des Elternfragebogens befragt (*Kann sich Ihr Kind in seiner Umgebung räumlich gut orientieren und Wege wiederfinden?*), bei dem die Eltern ihre Einschätzung auf einer vierstufigen Ratingskala angeben sollten (s. Anhang D).

Räumlich-zeitliche Orientierung: Es wurden die beiden Untertests *Handbewegungen* und *Fotoserie* der Kaufman Assessment Battery for Children K-ABC durchgeführt. Beim Untertest *Handbewegungen* müssen vom Versuchsleiter vorgegebenen Handpositionen in derselben Reihenfolge unmittelbar reproduziert werden. Beim Untertest *Fotoserie* muss eine ungeordnete Reihe von Fotografien, die ein Ereignis darstellen, in einer zeitlich richtigen Reihenfolge angeordnet werden.

3.1.6 Beschreibung der Stichprobe hinsichtlich visuell-räumlicher Fähigkeiten

Im Folgenden werden sowohl die räumlich-konstruktiven als auch weitere visuell-räumliche Fähigkeiten der Stichprobe beschrieben.

Räumlich-konstruktive Fähigkeiten

Entsprechend der Einschlusskriterien wiesen alle Kinder im Vergleich zur Altersnorm weit unterdurchschnittliche Leistungen in beiden Mosaiktestverfahren auf (s. auch Tabelle 11). Die Schwierigkeiten beim Lösen der beiden Mosaiktests spiegelten sich qualitativ in dem Beobachtungsbogen wieder. Wie aus Tabelle 7 zu entnehmen ist, fixierten die Kinder die

Vorlage meist nur ungenau und zeigten eine unflexible Arbeitsweise, indem sie an ungeeigneten Arbeitsweisen haften blieben oder nach Versuch und Irrtum vorgingen. Die meisten Kinder ordneten einzelne Elemente einander fehlerhaft zu. Häufig wurde die Gesamtfigur aufgebrochen oder teilweise auch räumlich falsch ausgerichtet. Mehrere Kinder bemerkten trotz Nachfrage nicht, wenn sie zu einem fehlerhaften Ergebnis gekommen waren.

Tabelle 7

Qualitative Analyse mit dem Beobachtungsbogen Mosaikttests

Items des Beobachtungsbogens	n (%)
<u>Problematische Arbeitsweise:</u>	
4 Kann die Vorlage nicht richtig analysieren	14 (93%)
11 Fixiert die Vorlage nur ungenau oder flüchtig	7 (47%)
8 Bleibt an einer ungeeigneten Arbeitsweise haften	7 (47%)
2 Arbeitet überwiegend nach Versuch und Irrtum	5 (33%)
12 Gibt vorschnell auf	5 (33%)
9 Arbeitet verlangsamt	4 (27%)
3 Gleichet einzelne Arbeitsschritte nicht mit der Vorlage ab	4 (27%)
5 Korrigiert keine Fehler	4 (27%)
1 Beginnt scheinbar wahllos	3 (20%)
6 Achtet nicht auf Details	3 (20%)
7 Arbeitet in unkoordinierten Einzelschritten	2 (13%)
13 Legt absichtlich falsch	1 (7%)
10 Arbeitet überhastet	1 (7%)
<u>Qualitative Fehler</u>	
16 Einzelne Elemente sind fehlerhaft zueinander angeordnet	11 (73%)
15 Die äußere Gestalt wird aufgebrochen	8 (53%)
17 Die Gesamtfigur ist räumlich falsch ausgerichtet	5 (33%)
18 Das Kind sieht nicht, wenn das Ergebnis falsch ist	5 (33%)
14 Das Ergebnis hat kaum Gemeinsamkeiten mit der Vorlage	1 (7%)

Im Abzeichentest VMI-Copy erzielten die Kinder weit unterdurchschnittliche Leistungen im Vergleich zu ihrer Altersnorm. Auch in der ROCF zeigten die Kinder schwache Leistungen. Bei 62% der Kinder lag der Gesamtwert (organization score) im unterdurchschnittlichen Bereich (s. Tabelle 8). 47% der Kinder wählten eine lokale Arbeitsstrategie, indem sie sich an einzelnen Details orientierten und diese aneinander fügten, ohne die Gesamtgestalt zu berücksichtigen. Nur 13% der Kinder wählten eine globale Strategie unter Berücksichtigung der Hauptstrukturen. Alle anderen Kinder wählten Mischstrategien.

Tabelle 8

Ergebnisse beim Abzeichnen der Rey-Osterrieth Complex Figure ROCF

N = 13	PR < 10	PR 10-24	PR 25-100
	n (%)	n (%)	n (%)
organization-score	8 (62%)	1 (8%)	4 (31%)
sturctural-score	7 (54%)	2 (15%)	4 (31%)
incidental-score	7 (54%)	3 (23%)	3 (23%)
error-score	8 (62%)	5 (39%)	0 (0%)

Anmerkung. Die Auswertung erfolgte nach dem DSS-Auswertungssystem von Bernstein und Waber (1996). Organization-score = Gesamtwert. Structural-score = Zeichengenauigkeit hinsichtlich der Hauptstrukturen. Incidental-score = Zeichengenauigkeit hinsichtlich innerer Details. Error-score = Anzahl der Fehler (Perseverationen, falsche Platzierung, falsche räumliche Ausrichtung, Zusammenlegungen von Linien).

Die Ergebnisse des Elternfragebogens zu den Auswirkungen räumlich-konstruktiver Störungen auf den Alltag wurden in Tabelle 9 zusammengestellt. Bei den meisten Schulkindern wurden Schwierigkeiten im Rechnen angegeben, gefolgt von Schwierigkeiten in der zeitlichen Orientierung, beim Puzzeln und anderen Konstruktionsspielen sowie beim Lesen der Analoguhr. Die von den Eltern berichteten Auffälligkeiten im räumlich-konstruktiven Bereich entsprachen den berichteten Auffälligkeiten im Bereich der Schulleistungen und waren deutlich stärker ausgeprägt als die Auffälligkeiten in Alltagsfertigkeiten. Diskrepant zu den Angaben über die Ausprägung der Alltagsprobleme im Zusammenhang mit der räumlich-konstruktiven Störung waren die Angaben der Eltern, welche der genannten Items ihnen die größten Sorgen bereiten würden. Am häufigsten wurden Schwierigkeiten im Rechnen und in der sozialen Interaktion mit Gleichaltrigen genannt. Sieben Items wurden niemals als belastend eingestuft, darunter auch die Schwierigkeiten der Kinder beim Puzzeln und anderen Konstruktionsspielen.

Räumlich-perzeptive Fähigkeiten

Die Kinder zeigten im MVPT-3 ein signifikant schwächeres Ergebnis als ihre Altersnorm, während sie im VMI-perception einen ihrer Altersnorm entsprechenden Wert erzielten (s. auch Tabelle 11). Zur qualitativen Analyse der visuell-räumlichen Wahrnehmung wurden die Kinder in zwei Gruppen unterteilt, in eine leistungsstarke Gruppe mit einem durchschnittlichen Gesamtwert im MVPT-3 und eine leistungsschwache Gruppe mit einem unterdurchschnittlichen Gesamtwert (> 1 Standardabweichung unter der Norm). Es wurden jeweils die Items der einzelnen Subbereiche des MVPT-3 herausgesucht, die einen hohen Schwierigkeitsindex ($p_i \geq .85$) aufwiesen. Für jeden Subbereich wurde die prozentuale Häu-

Tabelle 9

Auswirkungen der räumlich-konstruktiven Störung auf den Alltag (Elternfragebogen)

	<i>n</i>	<i>M (SD)</i>	größte Sorgen ^a <i>n (%)</i>
<u>Räumlich-konstruktive Fähigkeiten</u>			
Puzzeln	15	2.13 (0.92)	0 (0%)
Konstruktionsspiele	15	2.47 (1.36)	0 (0%)
Papier beim Schreiben/ Zeichnen einteilen	15	2.73 (0.70)	4 (27%)
Gegenstände erkennbar zeichnen	15	3.27 (0.96)	3 (20%)
Gesamt:	15	2.65 (0.65)	
<u>Alltagsfertigkeiten</u>			
Räumliche Orientierung	15	3.47 (0.74)	1 (7%)
Ordnung im Zimmer halten	15	2.93 (0.88)	1 (7%)
Gegenstände wiederfinden	15	2.67 (0.98)	0 (0%)
Selbständiges Ankleiden	15	3.73 (0.49)	0 (0%)
Visuelle Achtsamkeit	15	3.60 (0.63)	0 (0%)
Gefahren im Straßenverkehr einschätzen	15	3.00 (0.85)	3 (20%)
Beim Sport räumliche Aufstellungen beachten	15	3.47 (0.64)	0 (0%)
Sprechen über den Raum	15	3.20 (0.68)	1 (7%)
Erlebnisse in zeitlicher Abfolge wiedergeben	15	3.20 (0.68)	0 (0%)
Anweisungen mit räumlichen Beschreibungen folgen	15	3.40 (0.91)	1 (7%)
Soziale Interaktion mit Gleichaltrigen	15	2.80 (0.94)	6 (40%)
Gesamt:	15	3.22 (0.48)	
<u>Schulleistungen^b</u>			
Rechnen	13	1.77 (0.93)	10 (77%)
Buchstaben in richtiger Ausrichtung schreiben	13	3.00 (1.00)	2 (15%)
Abfolge der Buchstaben beim Schreiben beachten	13	3.38 (0.77)	2 (15%)
Zeitliche Orientierung	13	2.00 (0.93)	2 (15%)
Analoguhr lesen	13	2.62 (1.04)	1 (8%)
Gesamt:	13	2.55 (0.60)	
Gesamtwert über alle Items	15	2.95 (0.42)	

Anmerkungen. In dem vierstufigen Fragebogen konnten die Eltern wählen zwischen: 4 = *sehr/ immer vorhanden*, 3 = *teilweise/ manchmal vorhanden*, 2 = *kaum/ selten vorhanden* und 1 = *überhaupt nicht vorhanden*. ^aDie Eltern sollten in dem Fragebogen all jene Items markieren, die Ihnen bei Ihren Kindern die größten Sorgen bereiten würden. Es wurde ausgezählt, wie viele Eltern das jeweilige Item nannten. ^bDiese Items wurden nur den Eltern der Schulkinder vorgelegt.

figkeit bestimmt, wie viele dieser ausgewählten Items gelöst wurden. Die leistungsschwache Gruppe fiel vor allem durch Fehler im visuellen Gedächtnis und der Gestaltbindung auf. Ausgenommen der Figur-Grund-Unterscheidung waren die Kinder der leistungsschwachen Gruppe in allen Bereichen des MVPT-3 schwächer als die Kinder der leistungsstarken Gruppe. Die Wahrnehmung der Lage im Raum ließ sich in der leistungsschwachen Gruppe aller-

dings nicht beurteilen, da zu wenige Items mit entsprechenden Schwierigkeitsindices vorhanden waren. Auch in der leistungsstarken Gruppe standen Fehler bei Aufgaben zum visuellen Gedächtnis im Vordergrund (s. Tabelle 10).

Tabelle 10

Prozentualer Anteil gelöster Items in den Subbereichen des MVPT-3 mit hohen Schwierigkeitsindices ($p_i \geq .85$)

	Form- differenzierung	Figur-Grund- Unterscheidung	Visuelles Gedächtnis	Gestalt- bindung	Lage im Raum
Leistungsschwache Gruppe (Gesamtwert $z < -1$), $n = 8$	89%	90%	72%	83%	- ^a
Leistungsstarke Gruppe (Gesamtwert $z \geq -1$), $n = 7$	96%	88%	78%	92%	100%
Alle Kinder, $N = 15$	93%	89%	75%	88%	

Anmerkungen. ^a Es wies nur ein Item bei nur einem Kind einen Schwierigkeitsindex $p_i \geq .85$ auf, dieses Item wurde von dem Kind nicht gelöst. Alle anderen Items zur Lage im Raum wiesen in den entsprechenden Altersgruppen niedrigere Schwierigkeitsindices auf.

Räumlich-kognitive Fähigkeiten

Die Kinder erzielten im VOT im Vergleich zur Altersnorm signifikant schwächere und im Untertest Gestaltschließen der K-ABC signifikant höher Leistungen als ihre Altersnorm (s. auch Tabelle 11). Auffallend war eine große Streuung der Werte in beiden Verfahren, die auf Extremwerte von mehr als 2 Standardabweichungen über und unter der Norm zurückzuführen war. Bei 7 Kindern konnte eine signifikante Leistungsdissoziation zwischen den beiden Testverfahren beobachtet werden, wobei die Leistungen im VOT jeweils signifikant schwächer waren (s. Tabelle G2, Anhang G).

Räumlich-topografische Fähigkeiten

40% der Eltern gaben im Elternfragebogen leichte bis mäßige Auffälligkeiten in der räumlichen Orientierung ihrer Kinder an. Bei genauerer Nachfrage stellte sich heraus, dass nur ein Kind im Alltag durch räumliche Orientierungsprobleme tatsächlich beeinträchtigt war. Dieses Kind (9 Jahre) konnte selbst alltägliche Wege nicht wiederfinden und benötigte Hilfe beim Gang zur Schule (die sich in derselben Straße wie die Wohnung des Kindes befand), zum Bäcker oder zu ihrer Freundin.

Räumlich-mnestische Fähigkeiten

In allen drei Verfahren zum visuell-räumlichen Gedächtnis (Symbolfolgegedächtnis, Figuren Erkennen und räumliches Gedächtnis) lagen die Leistungen der Kinder signifikant unter denen ihrer Altersnorm (s. auch Tabelle 11).

Räumlich-zeitlichen Fähigkeiten

Während die Kinder im Untertest Handbewegungen der K-ABC ein signifikant schwächeres Ergebnis als ihre Altersnorm erzielten, wichen ihre Leistungen im Untertest Fotoserie der K-ABC nicht wesentlich von der Normpopulation ab. Die Eltern schätzten die zeitliche Orientierung ihrer Kinder bei insgesamt 69% der Schulkinder als beeinträchtigt ein. Schwierigkeiten im Lesen der Analoguhr wurden von 57% der Schulkinder der Klassenstufe 3-5 berichtet.

Zusammenfassend sind in Tabelle 11 die Leistungen der Kinder in den durchgeführten Testverfahren zur Intelligenz und räumlich-visuellen Fähigkeiten aufgeführt. Zur besseren Vergleichbarkeit wurden alle Standardwerte in z -Werte ($M = 0$; $SD = 1$) transformiert. Die Leistungen wurden anhand kritischer Differenzen nach Griesang (Lienert & Raatz, 1998; Formel 15.19., S. 372) mit ihrer Altersnorm verglichen (s. Formel 1). Es wurde zudem angegeben, wie viele einzelne Kinder in den jeweils überprüften Bereichen einen unterdurchschnittlichen Wert erzielten, der im Einzelfall signifikant unter ihrer Altersnorm und individuellen Intelligenz lag. Dies wurde als „Schwäche“ bezeichnet. Dazu wurden im Einzelfall die kritischen Differenzen nach Lienert und Raatz (1998; Formel 15.25, S. 375) berechnet (s. Formel 2). Die Formeln (1) und (2) zur Berechnung der kritischen Differenzen sind unten dargestellt:

Vergleich mit der Altersnorm:

$$(1) \quad D_{\text{crit}} = z \times SD \sqrt{(1 - R_{\text{tt}}) / N}$$

Vergleich zwischen zwei Testwerten:

$$(2) \quad D_{\text{crit}} = z \times SD \sqrt{2 - (R_{\text{tt1}} + R_{\text{tt2}})}$$

mit: z = Irrtumswahrscheinlichkeit ($z_{0,05} = 1.96$ und $z_{0,01} = 2.58$)
 SD = Standardabweichung
 R_{tt} = Reliabilität des Testverfahrens (Interne Konsistenz)
 N = Anzahl der Versuchspersonen

Die Reliabilitäten der einzelnen Verfahren sind im Anhang H zusammengestellt.

Tabelle 11

Zusammenstellung der Testergebnisse zur Intelligenz und den visuell-räumlichen Fähigkeiten

	Testverfahren	<i>n</i>	<i>M_z</i>	<i>SD</i>	<i>D_{crit}</i> ^a	Kinder mit einer Schwäche ^b <i>n</i> (%)
Intelligenz	Einzelheitliches Denken (K-ABC)	15	-0.73	0.83	0.23**	2 (13%)
	Ganzheitliches Denken (K-ABC)	15	-0.79	0.83	0.21**	
	Skala Intellektuelle Fähigkeiten (K-ABC)	15	-0.74	0.57	0.18**	
Räumlich-konstruktiv	Mosaik (SON-R-5½-17)	15	-1.68	0.66	0.28**	15 (100%)
	Dreiecke (K-ABC)	15	-1.60	0.54	0.28**	
	VMI-Copy	15	-1.56	1.08	0.28**	
	ROCF (Organization-Score) ^c	15	<i>(Md < 10.00)</i>			
	Elternfragebogen räumlich-konstruktiv ^c	15	<i>(Md = 2.50)</i>			
	Elternfragebogen Alltagsfertigkeiten ^c	15	<i>(Md = 3.50)</i>			
	Elternfragebogen Schulleistungen ^c	13	<i>(Md = 2.60)</i>			
Räumlich-perzeptiv	VMI-Perception	15	-0.09	0.84	0.22	6 (40%)
	MVPT-3	15	-0.99	1.09	0.30**	
Räumlich-kognitiv	VOT	15	-0.89	1.48	0.28**	4 (27%)
	Gestaltschließen (K-ABC)	15	0.89	1.36	0.35**	
Räumlich-topografisch	Elternfragebogen (Item 1) ^c	15	<i>(Md = 4.00)</i>		1 (7%)	
Räumlich-mnestisch	Räumliches Gedächtnis (K-ABC)	15	-0.64	0.67	0.34**	6 (40%)
	Symbolfolgegedächtnis (PET)	15	-1.00	0.67	0.27**	
	Figuren Erkennen (ITK)	13	-0.39	0.55	0.33*	
Räumlich-zeitlich	Handbewegungen (K-ABC)	15	-0.41	1.19	0.35**	3 (20%)
	Fotoserie (K-ABC)	13	-0.21	0.09	0.26	

Anmerkungen. Alle intervallskalierten Standardwerte wurden z-transformiert. *M_z* = Mittelwert (z-transformiert). *SD* = Standardabweichung. *Md* = Median.

^a Für die Abweichung von der Normpopulation wurden kritische Differenzen nach Griesang (Lienert & Raatz, 1998) berechnet, * $p < .05$, ** $p < .01$. ^b Eine Schwäche wurde durch eine im Einzelfall signifikante Abweichung von der Norm und der individuellen Intelligenz in mindestens einem der Verfahren definiert. ^c Diese Verfahren sind nicht intervallskaliert, weswegen hier Mediane dargestellt wurden. Die ROCF wurde in Prozenträngen wiedergegeben und der Elternfragebogen in Rohwerten (1 = starke Auffälligkeit; 2 = mäßige Auffälligkeit; 3 = leichte Auffälligkeit; 4 = keine Auffälligkeit).

K-ABC = Kaufman Assessment Battery for Children. SON-R 5 ½-17 = Snijders-Oomen Nonverbaler Intelligenztest für Kinder. ROCF = Rey-Osterrieth Complex Figure. VMI-Copy = Beery-Buktenica Developmental Test of Visual-Motor Integration (Abzeichenbedingung). VMI-Perception = Beery-Buktenica Developmental Test of Visual-Motor Integration (Wahrnehmungsbedingung). MVPT-3 = Motor-Free Visual Perception Test. VOT = Hooper Visual Organization Test. PET = Psycholinguistischer Entwicklungstest. ITK = Intelligenztest für Körperbehinderte Kinder.

3.1.7 Erhebungsinstrumente zur Erfassung komorbider Störungen

Zusätzlich zu den anamnestischen Daten, der Intelligenz und den visuell-räumlichen Fähigkeiten wurden auch komorbide Störungen erfasst. Dabei lag der Schwerpunkt auf weiteren umschriebenen Entwicklungsstörungen im Bereich der Sprache und Motorik, Teilfunktionsstörungen (Störungen im Bereich des Gedächtnisses und der Exekutivfunktionen), sozial-emotionale Störungen, Aufmerksamkeitsstörungen sowie umschriebene Entwicklungsstörungen der schulischen Fertigkeiten. Die Vielzahl von Testverfahren wurde als notwendig erachtet, um einerseits anhand individueller Stärken und Schwächen Therapiemodule und –aufgaben zusammenstellen zu können und andererseits durch Kontrastierung unterschiedlicher Fähigkeiten spezifische Therapieeffekte sowie Moderatorvariablen nachweisen zu können.

Sprache: Die sprachlichen Fähigkeiten wurden anhand nicht-standardisierter Beobachtungen während der Untersuchung hinsichtlich Artikulation, Grammatik, Syntax, Semantik, Pragmatik und Prosodie eingeschätzt. Anhand des Untertests *Rätsel* aus der Kaufman Assessment Battery for Children K-ABC (Melchers & Preuss, 2007) konnte eine grobe Orientierung des Sprachverständnisses vorgenommen werden. Bei sprachlichen Auffälligkeiten wurde eine differenzierte phoniatische Untersuchung eingeleitet bzw. auf entsprechende Befunde zurückgegriffen.

Motorik: Die fein- und grafomotorischen Fähigkeiten wurden anhand informeller Beobachtungen während des Bearbeitens der Abzeichen- und Rechtschreibtests grob orientierend eingeschätzt und bei Auffälligkeiten im Bereich der Stifthaltung, Kraftdosierung oder Linienführung eine neuropädiatrische Untersuchung veranlasst bzw. auf entsprechende Befunde zurückgegriffen.

Gedächtnis: Neben den erwähnten Verfahren zum visuell-räumlichen Arbeitsgedächtnis wurden auch zwei Verfahren zum phonologischen Arbeitsgedächtnis und ein Verfahren zum semantischen Gedächtnis durchgeführt. Zum phonologischen Arbeitsgedächtnis wurden die Untertests *Zahlennachsprechen* und *Wortreihe* der Kaufman Assessment Battery for Children K-ABC durchgeführt. Beim Untertests Zahlennachsprechen soll das Kind eine vom Versuchsleiter vorgespochene Folge von Zahlen unmittelbar reproduzieren. Beim Untertests Wortreihe müssen Umrisse von Objekten in derselben Reihenfolge gezeigt werden, wie diese vom Versuchsleiter zuvor genannt wurden. Bei Schulkindern erfolgt ein Teil des Unter-

tests mit einer zusätzlichen Interferenzaufgabe. Zum Semantischen Gedächtnis wurde der Untertest *Assoziationsgedächtnis AG* des Intelligenztests für Körperbehinderte Kinder ITK (Neumann, 1981) eingesetzt. Dazu muss das Kind in drei Lerndurchgängen acht assoziative Wortpaare (z.B. Stadt – Land) erlernen und unmittelbar am Ende eines jeden Lerndurchgangs den jeweils assoziierte Partner eines Paares reproduzieren. Entsprechend seiner Normierung wurde dieser Untertest nur bei Kindern ab dem Alter von 6 Jahren eingesetzt. Eine Gedächtnisstörung wurde entsprechend der Definition von Schellig, Drechsler, Heinemann und Sturm (2009) angenommen, wenn ein Kind in einem der Gedächtnisbereiche ein signifikant schwächeres Ergebnis im Vergleich zur Alters- und individuellen Norm aufwies.

Exekutivfunktionen: Zur Überprüfung der Exekutivfunktionen wurden vier Testverfahren eingesetzt. Der Untertest *Bildhaftes Ergänzen* der K-ABC beinhaltet Matrizen-Aufgaben, die auch visuell-räumliche Fähigkeiten voraussetzen. Die drei anderen Verfahren setzten dagegen keine visuell-räumlichen Fähigkeiten voraus: Der Untertest *Rätsel* der K-ABC, der Untertest *Zahlennachsprechen rückwärts* (ZNR) des Hamburg-Wechsler Intelligenztest für Kinder HAWIK-IV (Petermann & Petermann, 2007) und der Untertest *Flexibilität der Aufmerksamkeit* der computergestützten Testbatterie zur Aufmerksamkeitsprüfung KITAP (Zimmermann, Gondan & Fimm, 2004). Beim letztgenannten Untertest erscheinen auf einem Bildschirm simultan rechts und links zwei Figuren in unterschiedlicher Farbe über insgesamt 2 Minuten. Der Zielreiz wechselt dabei und das Kind soll erst die Taste auf der Seite drücken, auf der sich die grüne Figur befindet und darauffolgend die Taste, auf deren Seite sich die blaue Figur befindet. Bei einem Fehler werden ein akustisches und visuelles Feedback gegeben. Es werden Reaktionszeiten, deren Streuung sowie Fehlreaktionen ausgewertet. Beim Untertest *Rätsel* müssen konkrete oder abstrakte sprachliche Konzepte, die in Rätseln erfragt werden, vom Kind hergeleitet und benannt werden. Beim Untertest *Zahlennachsprechen rückwärts*, muss eine vorgeschene Zahlenreihe in umgekehrter Reihenfolge wiedergegeben werden. Entsprechend ihrer Normierung wurden das *Zahlennachsprechen rückwärts* und der Untertest *Flexibilität* erst ab dem Alter von 6 Jahren eingesetzt. Eine Störung der Exekutivfunktionen wurde dann angenommen, wenn sich die Kinder in der Untersuchungssituation nicht flexibel auf die unterschiedlichen Aufgaben umstellen konnten und in mehr als einem der Verfahren einen unterdurchschnittlichen Wert erzielten, der nicht auf eine Lernbehinderung, emotionale Störung oder Aufmerksamkeitsstörung zurückzuführen war entsprechend der Zusammenstellung von Schellig, Drechsler, Heinemann und Sturm (2009).

Sozial-emotionale Fähigkeiten: Bei allen Kindern wurde die Child Behavior Checklist CBCL (Arbeitsgruppe Deutsche Child Behavior Checklist, 1998) durchgeführt sowie eine Verhaltensbeobachtung anhand des Instruments *Verhaltensbeobachtung während der Untersuchungssituation* VEWU (Döpfner et al., 2000). In dem VEWU werden die Aufmerksamkeit, Impulsivität und Hyperaktivität sowie das Instruktionsverständnis, Kooperation, Interesse, Ängstlichkeit, Frustrationstoleranz, demonstratives Verhalten und die Arbeitsgeschwindigkeit des Kindes jeweils anhand fünfstufiger Items durch den Testleiter eingeschätzt. Sozial-emotionale Störungen wurden jeweils entsprechend den Leitlinien der Deutschen Gesellschaft für Kinder- und Jugendpsychiatrie (DGKJP, 2007) diagnostiziert.

Aufmerksamkeit: Es wurde der Untertest *Ablenkbarkeit* der computergestützten Testbatterie zur Aufmerksamkeitsprüfung für Kinder KITAP (Zimmermann, Gondon & Finn, 2004) verwandt, der die fokussierte Aufmerksamkeit überprüft. Das Kind muss dabei über 3 Minuten eine zentral dargebotene Go/Nogo-Aufgabe bearbeiten während bei der Hälfte der Trials in der Peripherie ein ablenkender Reiz erscheint, auf den es nicht reagieren soll. Es werden die Reaktionszeit, Anzahl der Fehlreaktionen und Auslassungen gewertet. Eine Störung der Aufmerksamkeit wurde nicht anhand der Ergebnisse in der KITAP, sondern primär nach den Leitlinien der Deutschen Gesellschaft für Kinder- und Jugendpsychiatrie (DGKJP, 2007) mit entsprechender Befragung des Umfeldes (Eltern und Lehrer) diagnostiziert.

Schreiben: Die Rechtschreibung wurde bei allen Schulkindern mit der Hamburger Schreibprobe HSP (May, 2002) überprüft, bei der das Kind sowohl einzelne Wörter als auch ganze Sätze schreiben soll. Bei der Auswertung werden neben der Anzahl richtig geschriebener Wörter auch die Anzahl der richtig geschriebenen Grapheme (Graphemtreffer) ausgezählt und eine qualitative Analyse der Rechtschreibstrategien vorgenommen. Für diese Studie wurden ausschließlich die Graphemtreffer betrachtet. Eine Rechtschreibstörung wurde nach den Kriterien der ICD 10 und den Leitlinien der Deutschen Gesellschaft für Kinder- und Jugendpsychiatrie (DGKJP, 2007) diagnostiziert. Dazu wurde ein strenges Diskrepanzkriterium von 1.5 Standardabweichungen gewählt.

Lesen: Es wurden die beiden Untertests *Lesen/ Buchstabieren* und *Lesen/ Verstehen* der Kaufman Assessment Battery for Children K-ABC durchgeführt. Während der Untertest *Lesen/ Buchstabieren* das mechanische Lesen von einzelnen Graphemen, ein- bis fünfsilbigen Wörtern sowie Fremdwörtern beinhaltet, wird mit dem Untertest *Lesen/ Verstehen* das Lese-

verständnis überprüft, indem das Kind kurze, selbst erlesene Wörter, Sätze und Texte pantomimisch darstellen soll. Für den Untertest Lesen/ Buchstabieren wurden Mediane angegeben, da keine intervallskalierten Normen vorliegen. Eine Lesestörung wurde nach den Kriterien der ICD 10 und den Leitlinien der Deutschen Gesellschaft für Kinder- und Jugendpsychiatrie (DGKJP, 2007) diagnostiziert. Dazu wurde ein strenges Diskrepanzkriterium von 1.5 Standardabweichungen gewählt.

Rechnen: Bei allen Kindern wurde der Untertest *Rechnen* der Kaufman Assessment Battery for Children K-ABC durchgeführt. Bei allen Schulkindern ab Ende der Klassenstufe 1 wurde zusätzlich die Neuropsychologische Testbatterie für Zahlenverarbeitung und Rechnen für Kinder ZAREKI-R (v. Aster, Weinhold Zulauf & Horn, 2006) eingesetzt. Die ZAREKI-R orientiert sich an dem Triple-Code-Modell von Dehaene (s. Kapitel 1.5.1.2) und überprüft neben den Grundrechenarten auch basale Grundlagen der Zahlenverarbeitung. Für die Diagnose einer Rechenstörung wurde der Gesamtwert betrachtet, für die qualitative Beschreibung der Rechenschwierigkeiten die einzelnen Untertests. Für die ZAREKI-R wurden Mediane angegeben, da keine intervallskalierten Normen vorliegen. Eine Rechenstörung wurde nach den Kriterien der ICD 10 und den Leitlinien der Deutschen Gesellschaft für Kinder- und Jugendpsychiatrie (DGKJP, 2007) diagnostiziert. Dazu wurde ein strenges Diskrepanzkriterium von 1.5 Standardabweichungen gewählt.

3.1.6 Beschreibung der Stichprobe hinsichtlich komorbider Störungen

Insgesamt zeigten sich bei allen 15 Kindern neben der räumlich-konstruktiven Störung mindestens eine, meist auch mehrere komorbide Störungen. Bei keinem der Kinder lag eine isolierte räumlich-konstruktive Störung vor. Alle Störungen wurden jeweils entsprechend der Forschungskriterien der ICD 10 und den Leitlinien der Deutschengesellschaft für Kinder- und Jugendpsychiatrie (DGKJP, 2007) diagnostiziert. Störungen einzelner Teilfunktionen wurden dann diagnostiziert, wenn ein Kind im Vergleich zu seinen allgemein intellektuellen Fähigkeiten und der Altersnorm signifikante Schwächen in diesem Bereich zeigte.

Umschriebene Entwicklungsstörungen des Sprechens und der Sprache (ICD 10: F80)

Vier Kinder wurden aufgrund sprachlicher Auffälligkeiten phoniatisch genauer untersucht und es wurde eine umschriebene Störung der sprachlichen Fertigkeiten festgestellt. Bei zwei Kindern wurde eine expressive Sprachentwicklungsstörung (ICD 10: F80.1) und bei zwei

Kindern eine rezeptive Sprachentwicklungsstörung aufgrund einer Schwerhörigkeit bzw. kurz zurückliegender Migration (ICD 10: F80.8) festgestellt.

Umschriebene Entwicklungsstörungen der motorischen Funktionen (ICD 10: F82)

Alle Kinder wurden zusätzlich neuropädiatrisch untersucht. Bei fünf Kindern wurde eine fein- bzw. grafomotorische Störung (ICD 10: F82.1), bei zwei dieser fünf Kinder auch eine Störung im Bereich der Grobmotorik im Sinne einer motorischen Koordinationsstörung (ICD 10: F82.0) festgestellt.

Andere umschriebene Entwicklungsstörungen (Teilfunktionsstörungen) (ICD 10: F88)

Wie aus Tabelle 14 zu entnehmen ist, zeigten die Kinder nicht nur in den Verfahren zum visuell-räumlichen sondern auch in Verfahren zum phonologischen Arbeitsgedächtnis (Zahlennachsprechen) und zum semantischen Gedächtnis (Assoziationsgedächtnis) signifikant schwächere Leistungen als ihre Altersnorm. Bei 6 Kindern wurde eine Störung im visuell-räumlichen Arbeitsgedächtnis, bei 5 Kindern eine Störung im phonologischen Arbeitsgedächtnis und bei 9 Kindern Auffälligkeiten im Semantischen Gedächtnis gefunden. Ein Kind zeigte eine ausgeprägte Störung im episodischen Gedächtnis. Dieses Kind, ein neunjähriges Mädchen, konnte sich an keine zurückliegenden autobiografischen Ereignisse erinnern wie z.B. ihren Geburtstag vor drei Tagen. Im Verbalen Lern- und Merkfähigkeitstest VLMT (Helmstaedter, Lend & Lux, 2001) zeigte sie sowohl in der Reproduktion als auch der Wiedererkennungslleistung ein weit unterdurchschnittliches Ergebnis.

Im den Verfahren zu den Exekutivfunktionen ohne räumlich-konstruktive Anforderungen erzielten die Kinder insgesamt schwächere Leistungen als ihre Altersnorm. Im Untertest Rätsel der K-ABC erzielten sie signifikant schwächere Leistungen als ihre Altersnorm, im Untertest Zahlennachsprechen rückwärts des HAWIK-IV dagegen ein ihrer Altersnorm entsprechendes Ergebnis. In dem Untertest Flexibilität der Aufmerksamkeit der KITAP zeigten die Kinder im Vergleich zu ihrer Altersnorm signifikant verlangsamte Reaktionszeiten bei hoher Variabilität in ihren Reaktionszeiten und erhöhter Fehlerzahl. Auch in dem Verfahren zu den Exekutivfunktionen mit räumlich-konstruktiven Anforderungen (Untertest Bildhaftes Ergänzen der K-ABC) erzielten die Kinder ein signifikant schwächeres Ergebnis als die Normierungsstichprobe. Nur bei einem Kind (mit einer frontalen Atrophie) ließ sich eine Störung in den Exekutivfunktionen finden.

Soziale und emotionale Störungen (ICD 10: F4/ F9)

Unter den Bereich der sozialen und emotionale Störungen wurden alle neurotischen, Belastungs- und somatoformen Störungen und Verhaltens- und emotionale Störungen mit Beginn in der Kindheit und Jugend subsummiert, ausgenommen der Aufmerksamkeitsstörungen. Bei 7 Kindern traten emotionale Auffälligkeiten auf, die den Anpassungsstörungen (ICD 10: F43.2) zugeordnet wurden. Als Auslöser für die Anpassungsstörungen wurden sowohl familiäre Faktoren (psychische Erkrankung der Mutter, Wechsel der Bezugsperson, Trennung der Eltern, kurz zurückliegende Migration) als auch eine akute schulische Überforderungssituation im Zusammenhang mit Schulversagen in allen Kernfächern identifiziert (s. Tabelle 14). In der CBCL konnte bei 7 Kindern ein Gesamtwert beobachtet werden, der oberhalb des von der Arbeitsgruppe Deutsche Child Behavior Checklist (1998) definierten Cut-off-Wertes lag. Internalisierende Symptome wurden häufiger als externalisierende Symptome angegeben. Bei einem Kind wurde eine sonstige kombinierte Störung des Sozialverhaltens und der Emotionen (ICD 10: F92.9) festgestellt.

Während der Untersuchungssituation wurden anhand des VEWU das Verhalten der Kinder eingeschätzt. Wie aus Tabelle 12 ersichtlich, war die Kooperation bei den meisten Kindern gut. Am häufigsten wurde eine gesteigerte motorische Unruhe beobachtet.

Tabelle 12

Auffälligkeiten im Verhalten während der Untersuchung anhand des VEWU

Bereiche des VEWU	<i>M</i>	<i>SD</i>	Auffälligkeiten ^a <i>n</i> (%)	insgesamt
Motorische Unruhe	1.73	0.70	9 (60%)	
Interesse an den Aufgaben	1.53	0.52	8 (53%)	
Demonstratives Verhalten	2.00	1.13	8 (53%)	
Arbeitsgeschwindigkeit ^b			7 (47%)	
Unsicherheit/ Ängstlichkeit	1.93	1.28	6 (40%)	
Frustrationstoleranz	1.53	0.74	6 (40%)	
Ablenkbarkeit/ Konzentration	1.53	0.70	6 (40%)	
Instruktionsverständnis	1.33	0.49	5 (33%)	
Kooperation	1.53	0.92	5 (33%)	
Impulsivität	1.40	0.83	4 (27%)	

Anmerkungen. VEWU = Verhaltensbeobachtung während der Untersuchung. Das Verhalten der 15 Kinder wurde auf einer fünfstufigen Skala eingeschätzt die von *1 = unauffällig* bis *5 = extrem auffällig* reicht. ^a Als auffällig wurde eine Kodierung von 2 oder höher definiert. ^b Das Arbeitstempo ist in dem Beobachtungsbogen anders gewichtet als die übrigen Items. Alle als auffällig angeführten Kinder fielen durch eine verlangsamte Arbeitsweise auf.

Viele Kinder verloren schnell das Interesse an den Aufgaben und unterbrachen die Untersuchungssituation wiederholt durch demonstratives Verhalten, was jeweils mit einer emotionalen Verunsicherung einherging. Viele Kinder zeigten eine verlangsamte Arbeitsweise.

Aufmerksamkeitsstörungen

Im Untertest Ablenkbarkeit der KITAP zeigten die Kinder ihrer Altersnorm entsprechende Reaktionsgeschwindigkeiten bei signifikant erhöhter Fehlerzahl (s. Tabelle 14). Auch während der Untersuchungssituation fielen viele Kinder im VEWU durch eine gesteigerte motorische Unruhe sowie erhöhte Ablenkbarkeit und teilweise auch Impulsivität auf (s. Tabelle 12). Es wurde bei drei Kindern eine Aufmerksamkeitsstörung mit Hyperaktivität (F90.0) und bei zwei Kinder eine Aufmerksamkeitsstörung ohne Hyperaktivität im Sinne einer erschwerten Flexibilität der Aufmerksamkeit (ICD 10: F98.8) festgestellt.

Umschriebene Entwicklungsstörungen der schulischen Fertigkeiten (ICD 10: F 81)

In der Hamburger Schreibprobe lag der mittlere Graphemtrefferwert signifikant unter dem Erwartungswert der Normierungsstichprobe. Im buchstabierenden Lesen der K-ABC erzielten die Kinder insgesamt ein durchschnittliches Ergebnis. Im Leseverständnis der K-ABC lagen ihre Leistungen dagegen signifikant unter der Altersnorm. Im Untertest Rechnen der K-ABC zeigten die Kinder ein im Vergleich zu ihrer Altersnorm signifikant schwächeres Ergebnis. Im Gesamtwert der ZAREKI-R wiesen insgesamt 75% der 2. bis 5.-Klässler einen Prozentrang < 7 auf. Der Median des Gesamtwertes lag mit einem Prozentrang von 2.5 weit unter den Leistungen der Klassennorm. Besonders schwache Leistungen zeigten die Kinder in der Addition, Subtraktion sowie bei Textaufgaben. Tendenziell schwache Leistungen waren in der Orientierung auf einem Zahlenstrahl, beim Transkodieren von visuell-arabischen in auditiv-sprachliche Zahlen und umgekehrt (Zahlen lesen, Zahlen schreiben, Zahlenvergleich Ziffern) sowie in der Beurteilung der Mächtigkeit von Mengen (Zahlenvergleich Worte, perzeptive Mengenbeurteilung, kognitive Mengenbeurteilung) zu beobachten. Beim Abzählen erzielten die Kinder ein ihrer Klassennorm entsprechendes Ergebnis und bei der Multiplikation sogar einen überdurchschnittlichen Wert (s. Tabelle 13). In den Untertests, die von den Testautoren mit einer mentalen Vorstellung des Zahlenraumes assoziiert wurden (Zählen rückwärts, Zahlenstrahl mit und ohne Vorgabe, perzeptive Mengenbeurteilung) erzielten die Kinder mit einem Median zwischen 14.5 und 39.0 noch knapp durchschnittliche Leistungen.

Tabelle 13

Leistungen in den einzelnen Untertests der ZAREKI-R (n = 12)

Untertests der ZAREKI-R	Median
Addition	6,5
Subtraktion	8,0
Textaufgaben	10,5
Zählen rückwärts	14,5
Zahlenvergleich Ziffern	16,5
Zahlen schreiben	16,5
Zahlen lesen	20,0
Zahlenstrahl ohne Vorgabe	20,0
Zahlenstrahl mit Vorgabe	23,5
Kognitive Mengenbeurteilung	28,0
Zahlenvergleich Worte	33,5
Perzeptive Mengenbeurteilung	39,0
Abzählen	53,0
Multiplikation	100,0

Anmerkungen. Die Testwerte wurden in Prozenträngen angegeben. Bei den grau unterlegten Untertests wurde ein enger Zusammenhang zu räumlich-konstruktiven Fähigkeiten im Sinne einer mentalen Vorstellung des Zahlenraumes angenommen.

Wie aus Tabelle 15 zu entnehmen ist, wurde bei der Hälfte der Kinder eine isolierte Rechenstörung (ICD 10: F81.2) diagnostiziert. Isolierte Lese- bzw. isolierte Rechtschreibstörungen (ICD 10: F81.1) kamen in der Stichprobe nicht vor. Ein Kind wies eine Lese- und Rechtschreibstörung (ICD 10: F81.0) auf. Bei zwei Kindern wurde eine kombinierte Störung schulischer Fertigkeiten (ICD 10: F81.3), d.h. eine Lese-, Rechtschreib- und Rechenstörung diagnostiziert. Unterdurchschnittliche Leistungen im Lesen, Schreiben oder Rechnen, die das doppelte Diskrepanzkriterium nicht erfüllten oder ursächlich auf eine andere Störung (Schwerhörigkeit, Sprachstörung, andersartige Beschulung) zurückzuführen waren, wurden der Kategorie „sonstigen Störungen schulischer Fertigkeiten“ (ICD 10: F81.8) zugeordnet und im Folgenden als *Lese- Rechtschreib-* oder *Rechenschwäche* bezeichnet. Unter Einbezug der Lese-, Rechtschreib- und Rechenschwächen würde sich der Anteil der Schulkinder mit einer Rechenstörung/ Rechenschwäche insgesamt auf 100%, mit einer Lesestörung/ -schwäche auf 62% und mit einer Rechtschreibstörung/ -schwäche ebenfalls auf 62% erhöhen. Keines der Kinder zeigte seiner Klassenstufe entsprechende Leistungen in allen drei Bereichen (Lesen, Schreiben und Rechnen).

In Tabelle 14 sind die Testergebnisse der Verfahren zu den oben angeführten Bereichen sowie deren Abweichungen von der Alters- bzw. Klassennorm dargestellt.

Tabelle 14

Zusammenstellung der Testergebnisse zu den komorbiden Störungen

	Testverfahren	<i>n</i>	<i>M_z</i>	<i>SD</i>	<i>D_{crit}^a</i>
Sozial-emotionale Fähigkeiten	CBCL-internalisierend	15	0.61	1.17	0.33**
	CBCL-externalisierend	15	-0.03	1.31	0.19
	CBCL-Gesamtwert	15	0.52	1.42	0.19**
Phonologisches Arbeitsgedächtnis	K-ABC-Zahlennachsprechen	15	-0.80	0.80	0.28**
Semantisches Gedächtnis	ITK-Assoziationsgedächtnis	13	-1.55	0.87	0.30**
Exekutivfunktionen ohne vis.-räuml. Anforderungen	K-ABC-Rätsel	15	-0.49	1.35	0.28**
	HAWIK-IV-ZN rückwärts	13	-0.23	0.66	0.26
	KITAP-Flexibilität Reaktionszeit	12	-0.34	1.27	0.20**
	KITAP-Flexibilität Schwankung	12	-0.98	1.72	0.40**
	KITAP-Flexibilität Fehler	12	-0.58	1.16	0.46**
mit vis.-räuml. Anforderungen	K-ABC-Bildhaftes Ergänzen	15	-0.38	0.79	0.30**
Aufmerksamkeit	KITAP-Ablenkbarkeit Reaktionszeit	12	0.18	0.95	0.25
	KITAP-Ablenkbarkeit Fehler	12	-0.54	0.89	0.26**
	KITAP-Ablenkbarb. Auslassungen	12	0.48	1.01	0.28**
Rechnen	K-ABC-Rechnen	15	-0.86	0.81	0.24**
	ZAREKI-R (Gesamtwert) ^b	12	(Md = 2.50)		
Lesen	K-ABC-Lesen/ Verstehen	13	-0.87	1.24	0.22**
	K-ABC-Lesen/ Buchstabieren ^b	13	(Md = 32.40)		
Schreiben	HSP-Graphemtreffer	13	-0.80	0.79	0.09**

Anmerkungen. Alle intervallskalierten Standardwerte wurden z-transformiert. *M_z* = Mittelwert (z-transformiert); *SD* = Standardabweichung. *Md* = Median.

^a Für die Abweichung von der Normpopulation wurden kritische Differenzen nach Griesang (Lienert & Raatz, 1998) berechnet, * $p < .05$, ** $p < .01$. ^b Diese Verfahren sind nicht intervallskaliert, weswegen hier Mediane dargestellt wurden. Die ZAREKI-R und Lesen/ Buchstabieren (K-ABC) wurden in Prozenträgen angegeben.

CBCL = Child Behavior Checklist. K-ABC = Kaufman Assessment Battery for Children. ITK = Intelligenztest für Körperbehinderte Kinder. HAWIK-IV = Hamburg-Wechsler Intelligenztest für Kinder. ZNR = Zahlennachsprechen rückwärts. KITAP = Testbatterie zur Aufmerksamkeitsprüfung für Kinder. ZAREKI-R = Neuropsychologische Testbatterie zur Zahlenverarbeitung und Rechnen für Kinder. HSP = Hamburger Schreibprobe.

Insgesamt zeigte sich bei allen Kindern mindestens eine komorbide Störung. Wie aus Tabelle 15 ersichtlich ist, kamen am häufigsten Störungen im Bereich des Gedächtnisses vor. Viele Kinder wiesen Störungen aus dem sozial-emotionalen Bereich auf, auch Rechenstörungen kamen häufig vor.

Tabelle 15

Häufigkeit komorbider Störungen der Kinder

Komorbide Störung (ICD 10 - GM)	n	Prozentualer Anteil an der Gesamtstichprobe (N = 15)
Mnestische Störung (F88) ^a	13	87%
Soziale und emotionale Störung (F43, F91)	8	53%
Rechenstörung (F81.2)	7	47%
Aufmerksamkeitsstörung (F90.0, F98.8)	5	33%
Fein-, Grafomotorische Störung (F82.1)	5	33%
Sprachentwicklungsstörung (F80)	4	27%
Lernbehinderung (IQ 70-84)	2	13%
Kombinierte Störung schulischer Fertigkeiten (F81.3)	2	13%
Lese- und Rechtschreibstörung (F81.0)	1	7 %
Störung der Exekutivfunktionen (F88)	1	7%
Keine komorbide Störung	0	0%

Anmerkungen. ^aUnter mnestischen Störungen wurden alle Störungen im Bereich des visuell-räumlichen und phonologischen Arbeitsgedächtnisses, des semantischen und des episodischen Gedächtnisses subsumiert.

3.2.4 Einzelfallbezogene Beschreibung der Stichprobe

Da die Kinder keine isolierte räumlich-konstruktive Störung sondern zusätzlich eine bis mehrere komorbide Störungen aufwiesen, wurden diese im Einzelfall noch einmal zusammengestellt. Tabelle 16 sind sowohl die organische und psychosoziale Risikofaktoren der einzelnen Kinder, der sozioökonomischer Status ihrer Eltern als auch weitere visuell-räumliche und komorbide Auffälligkeiten bzw. Störungen zusammengefasst.

Tabelle 16

Einzelfallbezogene Beschreibung der Stichprobe

Kind (Geschlecht, Alter), Schule	Organische Risikofaktoren	Psychosoziale Risikofaktoren	Sozio- öknom. Status	Weitere visuell-räumliche und komorbide Auffälligkeiten/ Stö- rungen
Lotta (♀, 8;8) 2. Klasse	keine	- keine	mittel	- räuml.-perzeptiv, -kognitiv - semantisches Gedächtnis - Rechenstörung
Karn (♂,9;11) 3. Klasse	keine	- schulische Überforderung - Migration	hoch	- räuml.-perzeptiv, -kognitiv, - zeitlich - Lernbehinderung - phonol. Kurzzeitgedächtnis - Anpassungsstörung - Schwäche im Rechnen
Merit (♀, 10;8) 3. Klasse	keine	- Migration - Umzug mit Klassenwechsel - schulische Überforderung	mittel	- phonol. Kurzzeitgedächtnis - semantisches Gedächtnis - Sprachentwicklungsstörung - Schwäche im Lesen, Schreiben u. Rechnen

Leonie (♀, 9;1) 3. Klasse (I-Platz)	Frontalhirnatrophie, primär generalisierter Epilepsie	- Trennung der Eltern - psych. Erkrankung d. Mutter	mittel	- räuml.-mnestisch - phonol. Kurzzeitgedächtnis - semantisches Gedächtnis - Störung d. Exekutivfunktionen - Anpassungsstörung - Rechenstörung - Schwäche im Lesen u. Schreiben
Joel (♂, 5;0) Kindergarten (I-Platz)	Spina bifida mit Hydrocephalus (ventilversorgt), Arnold-Chiari-II-Fehlbildung, Balkendysgenese, Kleinhirnmalformation, rolandische Muster im EEG	- keine	hoch	- räuml.-perzeptiv - phonol. Kurzzeitgedächtnis - motorische Einschränkungen
Rosalie (♀, 7;8) 2. Klasse	Materneller Nikotinsonabusus während der Schwangerschaft	- Adoption mit 18 Monaten - schulische Überforderung	mittel	- räuml.-perzeptiv, -mnestisch - semantisches Gedächtnis - Lernbehinderung - Anpassungsstörung - feinmotorische Störung - Schwäche im Lesen u. Rechnen
Frieda (♀, 7;6) 1. Klasse	keine	- keine	hoch	- räuml.-mnestisch, -zeitlich - Lese- und Rechenstörung
Norbert (♂, 5;10), Kindergarten (I-Platz)	Statomotorische Retardierung	- keine	mittel	- feinmotorische Störung - ADS ^b
Nils (♂, 8;4) 2. Klasse	keine	- keine	hoch	- räuml.-mnestisch - semantisches Gedächtnis - Sprachentwicklungsstörung - ADHS ^a - Anpassungsstörung - grafomotorische Störung - Lese- u. Rechenstörung
Mascha (♀, 8;10) 3. Klasse	Dystrophie bei der Geburt	- Trennung d. Eltern - wechselnde Bezugspersonen - unzureichende Aufsicht - psych. Erkrankung d. Mutter - Arbeitslosigkeit d. Mutter - Migration - schulische Überforderung	niedrig	- räuml.-mnestisch, -zeitlich - semantisches Gedächtnis - ADHS ^a - Anpassungsstörung - Rechenstörung - Schwäche im Schreiben u. Lesen
Josefina (♀, 7;5) 1. Klasse	Rolandische Muster im EEG	- Trennung d. Eltern - Umzug mit Klassenwechsel - schulische Überforderung	hoch	- räuml.-mnestisch, -zeitlich - phonol. Kurzzeitgedächtnis - Sprachentwicklungsstörung - Anpassungsstörung - Rechenstörung
Robert (♂, 9;8), 3. Kl. (Schule für Schwerhörige)	Hochgradige Schwerhörigkeit, Myopie u. congenitaler Nystagmus	- Migration - schulische Überforderung - Arbeitslosigkeit des Vaters	niedrig	- räuml.-perzeptiv, -kognitiv - Sprachentwicklungsstörung - Schwäche im Lesen, Schreiben u. Rechnen
Gerrit (♂, 10;2) 4. Klasse	keine	- Migration	mittel	- räuml.-perzeptiv - semantisches Gedächtnis - ADHS ^a - komb. Störung d. Sozialverhaltens u. Emotionen - Tic-Störung - grafomotorische Störung - Lese-Rechtschreibstörung

Anna (♀, 11;11) 5. Klasse (I-Platz)	Fokale Epilepsie	- Trennung d. Eltern - schulische Überforderung	mittel	- semantisches Gedächtnis - ADS ^b - Anpassungsstörung - Rechenstörung
Valerie (♀, 8;8) 2. Klasse	Koninatale Listeriose, Früh- geburt (34. Woche), perina- tale Hypoxie	- Trennung d. Eltern - psych. Erkrankung d. Vaters - schulische Überforderung	hoch	- räuml.-kognitiv, -mnestisch - episodisches Gedächtnis - semantisches Gedächtnis - Anpassungsstörung - Schwäche im Rechnen

Anmerkungen. ^a Einfache Aktivitäts- und Aufmerksamkeitsstörung ^b Aufmerksamkeitsstörung ohne Hyperaktivität

3.2 Studiendesign

Um Veränderungen über die Zeit hinweg abbilden zu können, wurde ein Ein-Gruppen-Design mit 5 Messzeitpunkten gewählt. Nach der Erstuntersuchung (Prä 1) warteten alle Kinder 2 Monate, ohne dass eine spezifisch therapeutische Intervention stattfand. Im Anschluss an diese Wartezeit wurden alle Kinder unmittelbar vor Therapiebeginn ein zweites Mal untersucht (Prä 2). Es wurde von einer durchschnittlichen Therapiezeit von 6 Monaten ausgegangen. Nach Beendigung der Therapie erfolgten wiederum 3 Messungen, um die Stabilität der Effekte beurteilen zu können: direkt im Anschluß an die Therapie (Post), 2 Monate nach Beendigung der Therapie (Follow-up 1) und 8 Monate nach Beendigung der Therapie (Follow-up 2).

Aufgrund eines unvermeidbaren Übungseffektes bei der Wiederholung von Leistungstests wurde keine Baseline aus Prä 1 und Prä 2 gemittelt, sondern ein konservativer Vergleich von Prä 2 mit Post, sowie Prä 2 mit Follow-up 1 und Follow-up 2 gewählt. Zur Kontrolle, dass der beobachtete Effekt nicht allein auf einen Testwiederholungseffekt bzw. Spontanremission zurückzuführen war, wurde die Effektstärke von Prä 1 zu Prä 2 mit der Effektstärke von Prä 2 zu Post verglichen.

Um die Spezifität des Therapieeffektes belegen zu können, wurden zwei Kontrollvariablen gewählt, die nicht unmittelbar im Zusammenhang mit räumlich-konstruktiven Fähigkeiten standen, nämlich Exekutivfunktionen ohne räumlich-konstruktive Anforderungen und die Aufmerksamkeit. Die Exekutivfunktionen *ohne* räumlich-konstruktive Anforderungen wurden mit den nonverbalen Exekutivfunktionen *mit* räumlich-konstruktiven Anforderungen kontrastiert.

Um den Transfer des Therapieeffektes auf den Alltag beurteilen zu können, wurden solche schulischen und Alltagsfertigkeiten erfasst, die in einem engen Zusammenhang mit der räumlich-konstruktiven Störung stehen. Dabei lag ein Schwerpunkt auf dem Bereich Mathematik, insbesondere der mentalen Vorstellung des Zahlenraumes. Ein möglicher Transfer im Sinne verbesserter Arbeitsstrategien sollte ebenfalls erfasst werden.

Das Studiendesign wurde von der Ethik-Kommission der Ärztekammer Hamburg begutachtet und befürwortet.

3.3 Erhebungsinstrumente der Therapieevaluation

Es wurden bei den Folgeuntersuchungen (Prä 2, Post, Follow-up 1 und Follow-up 2) dieselben Verfahren wie bei der Eingangsuntersuchung (Prä 1) verwandt. Der Schwerpunkt wurde auf die visuell-räumlichen Fähigkeiten und als Kontrollvariable auf die Aufmerksamkeit und Exekutivfunktionen sowie die Transfervariablen gelegt. Die Beschreibung der einzelnen Verfahren ist den Kapiteln 3.1.5 und 3.1.7 zu entnehmen. Abweichend von der Eingangsuntersuchung wurden im Verlauf nur die Untertests der K-ABC nochmals durchgeführt, die in einem Zusammenhang mit den visuell-räumlichen Fähigkeiten, Kontroll- bzw. Transfervariablen stehen (die Untertests Zahlennachsprechen, Wortreihe, Lesen wurden ausgelassen). In Tabelle 17 sind die Verfahren der Folgeuntersuchungen zusammengestellt.

ZAREKI-R: Aus der ZAREKI-R wurden nur die Untertests wiederholt, bei denen von den Testautoren ein Zusammenhang zur Zahlraumvorstellung angenommen wurde. Beim Untertest *Zählen rückwärts mündlich* muss von 22 bis 1 und von 67 bis 54 rückwärts gezählt werden, was durch ein inneres Abschreiten einer Zahlenreihe oder Zahlenstrahls vereinfacht wird. Beim Untertest *Zahlenstrahl mit Vorgabe* müssen Zahlen zu einer räumlich analogen Position auf einem Zahlenstrahl zugeordnet werden, wobei mehrere Antwortmöglichkeiten bereits vorgegeben sind. Beim Untertest *Zahlenstrahl ohne Vorgabe* sind keine Antwortmöglichkeiten vorgegeben und das Kind muss eine genannte bzw. geschriebene Zahl auf einem Zahlenstrahl von 1-100 ohne Orientierungsmarken platzieren. Der Untertest *perzeptive Mengenbeurteilung* überprüft die Fähigkeit, Mengen zwischen 9 und 89 innerhalb weniger Sekunden simultan zu erfassen bzw. abzuschätzen.

Tabelle 17

Zusammenstellung der Untersuchungsinstrumente (Prä 2, Post, Follow-up 1 und 2)

		Testverfahren
Visuell-räumliche Fähigkeiten	Räumlich-konstruktiv	Dreiecke (K-ABC) Mosaik (SONR-R 5½-17) Beobachtungsbogen Mosaiktests VMI-Copy ROCF
	Räumlich-perzeptiv	VMI-Perception MVPT-3
	Räumlich-kognitiv	Gestaltschließen (K-ABC) VOT
	Räumlich-mnestisch	Figuren erkennen (ITK) ^a Symbolfolgegedächtnis (PET) Räumliches Gedächtnis (K-ABC)
	Räumlich-topografisch	Elternfragebogen (Item 1)
	Räumlich-zeitlich	Fotoserie (K-ABC) ^a Handbewegungen (K-ABC)
Kontrollvariablen	Aufmerksamkeit	Ablenkbarkeit (KITAP) ^c
	Exekutivfunktionen	Bildhaftes Ergänzen (K-ABC) Rätsel (K-ABC) Zahlennachspr. rückwärts (HAWIK-IV) ^a Flexibilität (KITAP) ^c
Transfervariablen		Rechnen (K-ABC) ZAREKI-R ^b -Zählen rückwärts -Zahlenstrahl mit Vorgabe -Zahlenstrahl ohne Vorgabe -perzept. Mengenbeurteilung Elternfragebogen
Therapiezufriedenheit		Fragebogen Therapiezufriedenheit
Prozessevaluation		Expertengespräch Gedächtnisprotokolle (Therapiestunden u. Supervision)

Anmerkungen ^a Verfahren für Kinder ≥ 6 Jahren. ^b Verfahren für Kinder ab Ende der 1. Klasse. ^c Verfahren für Kinder im Alter von 6-10 Jahren.

Fragebogen zur Therapiezufriedenheit: Nach Beendigung der Therapie wurden die Eltern zur ihrer Therapiezufriedenheit und der Zufriedenheit ihres Kindes anhand eines Fragebogens in Anlehnung an Cornoldi et al. (2003) und Mattejat und Remschmidt (1998) befragt (s. Anhang E). Der Fragebogen besteht aus 11 Items. 9 Items beziehen sich auf die Zufriedenheit der Kinder, Transfer in den Alltag, Zufriedenheit mit dem Therapeuten und Information über die Therapie (z.B.: *Fühlten Sie sich in die Therapie ausreichend einbezogen?*), die auf

einer vierstufigen Skala (*immer/ teilweise/ selten/ überhaupt nicht*) eingeschätzt werden sollen. Bei 2 Items können die Eltern einen freien Text dazu schreiben, was sie in der Behandlung vermisst haben bzw. noch anmerken wollen.

Expertengespräch: Nach Abschluss aller Therapien wurde ein Expertengespräch über 50 Minuten im Sinne einer Gruppendiskussion (Dreher & Dreher, 1995) zwischen den drei Therapeuten geführt. Dabei wurden die einzelnen Therapieverläufe und Erfahrungen mit dem Therapieprogramm rückwirkend reflektiert. Die Diskussion erfolgte anhand der von Mittag und Hager (2000) angeführten Kategorien zur Prozessevaluation: bezüglich der Wirksamkeit einzelner Programmelemente, deren Durchführbarkeit, Umsetzung in den Alltag, die Adaptabilität des Therapieprogramms auf einzelne Kinder, die Zufriedenheit der Kinder, Eltern und Therapeuten sowie bezüglich beobachteter Wirkkomponenten und Neben-, bzw. Folgewirkungen (s. Leitfaden, Anhang F).

3.4 Interventionsmethode

Mit allen Kindern wurde das in Kapitel 2 dargestellte Therapieprogramm für Kinder mit entwicklungsbedingten räumlich-konstruktiven Störungen durchgeführt. Wenn ein Kind in der Untersuchung unmittelbar vor Beginn der Therapie (Prä 2) weit unterdurchschnittliche Leistungen in einem der beiden Testverfahren zur visuellen Wahrnehmung erzielte (d.h. mehr als 1.5 Standardabweichungen unter dem Mittelwert der Normstichprobe lag), wurden die Module 1 und 2 durchgeführt. Wenn ein Kind eine Störung in der räumlichen Orientierung aufwies (d.h. sich nach Angaben der Eltern im häuslichen oder schulischen Umfeld nicht alleine orientieren konnte), wurde Modul 8 additiv durchgeführt.

3.5 Durchführung der Studie

Die Testuntersuchungen wurden zu allen Zeitpunkten von der Autorin im Rahmen eines Sozialpädiatrischen Zentrums in Hamburg (Werner Otto Institut) durchgeführt. Die Eingangsuntersuchung (Prä 1) dauerte je nach Alter der Kinder zwischen 3-5 Stunden und wurde auf 1-3 Sitzungen verteilt, abhängig von der Belastbarkeit und Durchhaltevermögen des einzelnen Kindes. Dabei erfolgte jeweils nach 45 Minuten eine kurze Pause. Die Folgeuntersu-

chungen dauerten jeweils 60-90 Minuten und wurden an einem Termin mit einer Pause nach 45 Minuten durchgeführt.

Die Präsentation der Testaufgaben erfolgte jeweils in derselben Reihenfolge und begann bei jedem Kind mit der K-ABC in der im Manual vorgeschriebenen Reihenfolge. Daraufhin wurde der Mosaiktest aus dem SON-R 5 ½-17 vorgelegt und die Abzeichentests VMI-Copy und ROCF durchgeführt. Daran schlossen die Verfahren zur visuell-räumlichen Wahrnehmung (MVPT-R, VMI-Perception) und Kognition (VOT), zum räumlichen Gedächtnis (Figuren Erkennen, ITK und Symbolfolgegedächtnis, PET), zum semantischen Gedächtnis (Assoziationsgedächtnis, ITK), zum Rechnen (ZAREKI-R), zu den Exekutivfunktionen (Zahlennachsprechen rückwärts, HAWIK-IV und Flexibilität, KITAP) und zur Aufmerksamkeit (Ablenkbarkeit, KITAP) jeweils in derselben Abfolge an. Den Eltern wurde unmittelbar nach Beendigung der Therapie der Fragebogen zur Therapiezufriedenheit vorgelegt. Für eine Rückmeldung aus der Schule wurden die Zeugnisse der Kinder eingesehen.

Die Therapien wurden von der Autorin (Psychologische Psychotherapeutin, Kinder- u. Jugendlichenpsychotherapeutin und Klinische Neuropsychologin, GNP) sowie zwei Ergotherapeutinnen durchgeführt. Alle drei Therapeutinnen verfügten über mindestens 10jährige Erfahrung in der Therapie mit entwicklungsgestörten Kindern. Die beiden Ergotherapeutinnen waren vorab von der Autorin intensiv eingearbeitet worden und hatten bereits mehrere Therapien mit dem vorliegenden Therapieprogramm durchgeführt. Die Therapien fanden im Rahmen der Patientenversorgung in dem Sozialpädiatrischen Zentrum in Hamburg (Werner Otto Institut) statt und wurden im Einzelsetting 1x wöchentlich über jeweils 50 Minuten durchgeführt. Die Zuteilung zu den Therapeuten erfolgte zufällig nach dem Anmeldezeitpunkt der Kinder: Die ersten drei Kinder wurden einer Ergotherapeutin, die nächsten zwei Kinder der anderen Ergotherapeutin und die folgenden 10 Kinder der Autorin zugeordnet.

Alle Therapiestunden wurden videografiert. Am Ende jeder Therapiestunde wurde ein kurzes Gedächtnisprotokoll über den Verlauf und besonders wirksame bzw. wenig wirksame Therapieelemente verfasst. Äußerungen der Eltern zu dem Therapieverlauf wurden jeweils kurz notiert. Die Ergotherapeutinnen wurden alle vier Stunden unter Einbezug der Videoaufnahmen und Gedächtnisprotokolle supervidiert, um eine korrekte Durchführung des Programms zu gewährleisten und ggf. rechtzeitig entsprechende Maßnahmen ergreifen zu können wie z.B. eine Nachschulung oder Motivierung der Therapeutinnen oder Unterstützung

bei der individuellen Anpassung des Programms an einzelne Kinder (Rossi et al., 2004). Zu den Supervisionsstunden wurden ebenfalls kurze Gedächtnisprotokolle von der Autorin erstellt. Nach Abschluss aller Therapien wurde ein Expertengespräch im Sinne einer Gruppendiskussion zwischen den drei Therapeutinnen geführt.

3.6 Qualitative Auswertung der Prozessevaluation

Das Expertengespräch wurde transkribiert und, genau wie die Gedächtnisprotokolle der einzelnen Therapie- und den Supervisionsstunden, qualitativ inhaltsanalytisch nach Mayring (2003; Mayring & Gläser-Zikuda, 2005) ausgewertet. Dazu wurde das Expertengespräch paraphrasiert, gebündelt, Kategorien extrahiert und die Aussagen fortlaufend reduziert. Die extrahierten Kategorien wurden schließlich mit Ankerbeispielen unterlegt. Die Programmdurchführung wurde anhand der Daten nachträglich reflektiert. In einem zweiten Schritt wurde individuelle Wirkkomponenten, d.h. besonders wirksame Aspekte des Therapieprogramms herausgearbeitet. Es wurden individuelle Wirkmechanismen, d.h. im Einzelfall moderierende Variablen bestimmt und aus den Wirkkomponenten und Wirkmechanismen ein Wirkmodell abgeleitet.

Zur Analyse der Programmreichweite wurde überprüft, ob sich das Programm auf die angestrebte Zielgruppe anwenden lässt oder die Indikation für die Teilnahme am Programm ggf. verändert werden sollte. Dazu wurden die Kinder mit niedrigen Therapieeffekten mit den besonders erfolgreich teilgenommenen Kindern hinsichtlich verschiedener programmferner, und störungsspezifischer Faktoren kontrastiert.

3.7 Statistische Auswertung der Ergebnisevaluation

Alle eingesetzten Testverfahren wurden auf Normalverteilung mit dem Kolmogorov-Smirnov-Anpassungstest überprüft. Zu allen fünf Testzeitpunkten ergab sich in allen intervallskalierten Verfahren eine Normalverteilung. Tendenziell zeigten alle Verfahren, in denen die Kinder negativ von der Normpopulation abwichen, eine leicht linkssteile Verteilung. Trotz der kleinen Stichprobe und der Extremwerte innerhalb der Stichprobe waren alle intervallskalierten Verfahren hinreichend normalverteilt, um robuste Verfahren wie Varianzanalysen und t-Tests durchzuführen.

Um eine Veränderung in den einzelnen Leistungen der Kinder über alle Messzeitpunkte aufzeigen zu können wurden für alle normalverteilten, intervallskalierten Verfahren einfaktorielle Varianzanalysen mit Messwiederholung berechnet. Bei signifikantem Ergebnis, wurden Paarvergleiche mittels t-Tests für abhängige Stichproben durchgeführt, um sowohl die Richtung des Effektes als auch dessen Ausmaß bestimmen zu können. Dazu wurde jeweils der Zeitpunkt Prä 2 mit allen anderen vier Zeitpunkten verglichen. Die Effektstärken wurden nach McGaw und Glass (1980) bestimmt, indem eine Standardisierung an der Streuung der Differenzwerte vorgenommen wurde. Aufgrund der kleinen Stichprobe wurden die Effektstärken nach Hedges (1981) zur Erwartungstreue adjustiert. Die Interpretation der Effektstärken erfolgte nach der üblichen Einteilung von Cohen (1988), d.h. Effektstärken bis $d = .20$ wurden als kleine Effekte, bis $d = .50$ als mittlere Effekte und ab $d = .80$ als große Effekte definiert. Der Vergleich der Effektstärken erfolgte nicht statistisch, sondern über eine Plausibilitätskontrolle, wie es Rustenbach (2003) für Prä-Post-Messungen im Ein-Gruppen-Design vorschlägt.

Für alle nicht normalverteilten sowie alle nicht-intervallskalierten Verfahren wurde eine Rangvarianzanalyse von Friedman (Bortz & Lienert, 2003) durchgeführt. Dazu wurden jeweils Rangsummen zu den fünf Messzeitpunkten über alle Individuen gebildet und deren Abweichung mit der χ^2 -Verteilung auf Signifikanz geprüft. Einzelvergleiche zwischen den jeweiligen Messzeitpunkten erfolgten mit dem Wilcoxon-Vorzeichenrangtest.

Alle Standardwerte der Testverfahren wurden z-transformiert (Mittelwert = 0; Standardabweichung = 1), um eine Vergleichbarkeit zu erleichtern. Bei den Verfahren, die über kein Intervallskalenniveau verfügten (ROCF, Subbereiche des MVPT-3, Beobachtungsbogen Mosaiktests, Elternfragebogen, ZAREKI-R, VEWU, Fragebogen zur Therapiezufriedenheit) wurden dagegen Rohwerten bzw. Prozenträngen dargestellt. Wenn Kinder im Einzelfall aus den Normen eines Testverfahrens „herausgewachsen“ waren, wurden die Normen extrapoliert.

Die einzelnen Testverfahren wurden inhaltlich gruppiert und zu einem Kompositumwert gemittelt. Für den räumlich-konstruktiven Bereich wurden der Untertest Dreiecke (K-ABC), Mosaik (SON-R 5 ½-17) und der Abzeichentest VMI-Copy als Kerntests definiert und zu einem solchen Kompositumwert durch Berechnung des arithmetischen Mittels zusammengefasst. Dieser Kompositumwert wurde daraufhin mit den Kompositumwerten der Kontrollva-

riablen Exekutivfunktionen (Rätsel der K-ABC, Zahlennachsprechen rückwärts des HA-WIK-IV, Flexibilität der KITAP) und Aufmerksamkeit (Ablenkbarkeit der KITAP) verglichen. Die Effektstärken der Kompositumwerte wurden jeweils aus den Effektstärken der einzelnen Verfahren eines inhaltlichen Bereiches gemittelt.

Auch zu den anderen visuell-räumlichen Bereichen wurden Kompositumwerte gebildet. Für den räumlich-perzeptiven Bereich wurden der MVPT-3 und der VMI gemittelt, für den räumlich-kognitiven Bereich der VOT und Gestaltschließen (K-ABC) und für den räumlich-mnestischen Bereich wurden das Symbolfolgegedächtnis (PET), das räumliche Gedächtnis (K-ABC) sowie der Untertest Figuren Erkennen (ITK) gemittelt. Für den räumlich-zeitlichen Bereich wurden die Untertests Fotoserie und Handbewegungen der K-ABC gemittelt.

Da die Normen der einzelnen Subbereiche der ROCF nur grob sind, wurden lediglich die Rohwerte miteinander verglichen. Der Arbeitsstil der Kinder in der ROCF wurde in eine Rangreihe gebracht (part oriented < intermediate < configurational).

Das Signifikanzniveau aller multivariaten Verfahren wurde generell auf $\alpha = .05$ bei zweiseitiger Fragestellung festgelegt. Die Signifikanzniveaus aller ANOVA-Ergebnisse wurden nach der Greenhouse-Geisser-Methode korrigiert. Angesichts der vielen Variablen, die überprüft wurden, wurde konservativ vorgegangen und eine Bonferroni-Korrektur des α -Fehlers nach der sequentiellen Prozedur von Holm (1979) vorgenommen. Dazu wurden die Tests für jede Fragestellung jeweils in eine Rangreihe gebracht und sequentiell entsprechend ihres Rangplatzes korrigiert mit $\alpha_{\text{kor}} = \alpha / \text{Rangplatz}$. Aufgrund der kleinen Stichprobe wurden für die nonparametrischen Verfahren die exakte Signifikanz bestimmt (Diehl & Staufenbiel, 2007). Alle Berechnungen erfolgten mit SPSS 11.5.

Zur Prüfung der klinischen Signifikanz wurden im Einzelfall die Standardwerte jeweils mit den Altersnormwerten verglichen. Um den Therapieeffekt von einem bloßen Übungseffekt durch Testwiederholung sowie einem Zugewinn durch die Entwicklungsfortschritte der Kinder abgrenzen zu können, wurde für jedes Kind der Reliable Change Index *RCI* (Jacobson & Truax, 1991, S. 14) für die einzelnen Verfahren bestimmt. Der *RCI* ist eine Umrechnung der Kritischen Differenzen (Lienert & Raatz, 1998), die in Kapitel 3.1.6 dargestellt wurden. Er wird berechnet, indem die Differenz der Testwerte Post - Prä durch den Standardfehler der Differenz zwischen den beiden Testwerten dividiert wird. Ein *RCI* > 1.96 wird von Jacobson und Truax als eine signifikante Differenz zwischen zwei Testwerten ($p < .05$) interpretiert

und ein $RCI > 2.58$ als eine hoch signifikante Differenz ($p < .01$). Für die Berechnung des RCI wurden die Konsistenzkoeffizienten eingesetzt. Die Reliabilitäten der einzelnen Verfahren sind im Anhang H zusammengestellt. Die Berechnung des RCI ist mit den Formeln (3), (4) und (5) unten dargestellt.

$$(3) \quad RCI = \frac{X_{\text{post}} - X_{\text{prä}}}{S_{\text{diff}}}$$

$$(4) \quad S_{\text{diff}} = \sqrt{2(S_E)^2}$$

$$(5) \quad S_E = SD \sqrt{1 - R_{\text{tt}}}$$

X_{post} = Wert zum Zeitpunkt Post

$X_{\text{prä}}$ = Wert zum Zeitpunkt Prä 2

SD = Standardabweichung

R_{tt} = Reliabilität des Testverfahrens

Ein klinische Signifikanz wurde angenommen, wenn ein Kind zu den Zeitpunkten Post und Follow-up 2 oder bei einem protrahiertem Verlauf erst zum Zeitpunkt Follow-up 2 eine signifikante Verbesserung im Sinnes einen $RCI > 1.96$ aufwies und sich seine Leistung in dem jeweiligen Untertests entsprechend seines intellektuellen Niveaus normalisiert hatte. Eine Normalisierung wurde nach Kendall und Grove (1988) mit einer Leistung definiert, die weniger als eine Standardabweichung von der individuellen Norm abwich.

4 Ergebnisse

Die Ergebnisse dieser Studie werden in eine Prozess- und eine Ergebnisevaluation untergliedert. Die Prozessevaluation stellt zu Beginn eine Analyse der Programmdurchführung, eine Bewertung der Programmziele, die Durchführung unter Alltagsbedingungen sowie die Zufriedenheit der Eltern, Kinder und Therapeuten dar. Darauf folgt eine Analyse der Einzelfälle im Hinblick auf individuelle Wirkkomponenten, moderierender Faktoren, Folge- Neben und Transferwirkungen sowie bezüglich der klinischen Signifikanz. Aus diesen Analysen wird ein Wirkmodell der therapeutischen Intervention abgeleitet und die Programmreichweite untersucht. Schließlich werden in der Ergebnisevaluation die Therapieeffekte in Bezug auf die in Kapitel 2.2 formulierten Hypothesen analysiert.

4.1 Prozessevaluation

4.1.1 Evaluation der Programmdurchführung

4.1.1.1 Durchführung des Therapieprogramms

Die Durchführung erfolgte bei allen drei Therapeuten eng an dem Therapieleitfaden. Bei einer durchschnittlichen Therapiezeit von 19.6 Stunden ($SD = 6.92$, Range 13-33) und einer Frequenz von einer Therapiestunde pro Woche zog sich die Therapie aufgrund der in der Praxis üblichen Ausfälle durch Ferien und Krankheit über einen durchschnittlichen Zeitraum von 8.1 Monate hin ($SD = 3.03$, Range 4-16). Die Therapieverläufe unterschieden sich hinsichtlich der Auswahl der Therapieaufgaben und der Verweildauer bei einzelnen Therapieaufgaben stark. Dementsprechend war die Gesamttherapiedauer innerhalb der Gruppe verschieden, allerdings auch zwischen den Therapeuten. Die Ergotherapeutinnen benötigen 22-33 Therapiestunden ($M = 27.6$, $SD = 5.0$, $n = 5$), die Autorin 13-22 Therapiestunden ($M = 15.6$, $SD = 3.1$, $n = 10$). Der Unterschied in den Behandlungszeiten kam vor allem dadurch zustande, dass die Ergotherapeutinnen mehr Therapiestunden für die Basisfertigkeiten (Module 1-4) als die Autorin aufwanden.

Wie aus Tabelle 18 zu sehen ist, kamen die optionalen Module 1 und 2 (Formdifferenzierung, Wahrnehmung der Lage im Raum) nur bei zwei Kindern zum Einsatz, Modul 8 (Räumliche Orientierung) nur bei einem Kind. Die Module 3 bis 7 wurden mit allen Kindern durchgeführt.

Am aufwendigsten war Modul 7, für das durchschnittlich 10 Therapiestunden eingesetzt wurde, während die anderen Module lediglich ein bis drei Therapiestunden in Anspruch nahmen.

Tabelle 18

Anzahl der Therapiestunden der einzelnen Module

Modul	1	2	3	4	5	6	7	8
	Formdifferenzierung	Wahrnehmung der Lage im Raum	Sprechen über den Raum	Analyse von Richtungen	Analyse von Größenverhältnissen	Analyse von räumlichen Beziehungen	Analyse und Synthese von geometrischen Figuren	Räumliche Orientierung
<i>n</i>	2	2	15	15	15	15	15	1
<i>M</i> _{Std}	3.00	0.75	1.50	3.30	2.33	2.10	9.83	3
(<i>SD</i>)	(1.00)	(0.25)	(1.21)	(2.46)	(1.01)	(1.88)	(3.25)	

n = Anzahl der Kinder, mit denen das Modul durchgeführt wurde. *M*_{Std} = Mittelwert (Therapiestunden). *SD* = Standardabweichung.

47 der 59 Therapieaufgaben wurden von den Therapeuten ausnahmslos als positiv konnotiert. Negative Äußerungen bezogen sich bei 12 Aufgaben auf deren Schwierigkeitsniveau, Attraktivität und Dauer. Als fehlend wurde der Aspekt der zeitlichen Orientierung genannt.

4.1.1.2 Bewertung der Programmziele

Da die Autorin gleichzeitig Therapeutin und Verfasserin des Manuals ist, war eine objektive Bewertung nicht möglich. Deshalb werden im Folgenden hauptsächlich die Aussagen der beiden Ergotherapeutinnen dargestellt.

Die Ergotherapeutinnen gaben an, die Ziele des Therapieprogramms während des Therapieverlaufs vor Augen zu haben. Durch die Gliederung des Therapieprogramms in einzelne Module sowie das Formulieren von Schwellenitems, die die Kinder jeweils am Ende eines Moduls beherrschen sollten, sei ihnen ein zielgerichtetes Vorgehen erleichtert worden. Gleichzeitig ließen sich Unsicherheiten der Ergotherapeutinnen hinsichtlich der Vermittlung und Variation bzw. Adaptation der Therapieaufgaben beobachten (s. Tabelle 19). Es bestanden Unsicherheiten darüber, wann ein Kind die geforderte Fähigkeit ausreichend beherrschen würde, was den Therapieprozess künstlich prolongierte.

Ankerbeispiel: Und da fiel es mir auch schwer, selber zu ermitteln, ist die Aufgabe jetzt gelöst oder nicht? Da bin ich ja immer wieder daran gescheitert. Wenn dann ein Kind da neben mir war, so wie Rosalie, die dann einfach irgendwie niemals aufgab sondern immer fügsam weitergearbeitet hat, dann hab' ich die, glaub' ich, ganz schön gequält. (Ergotherapeutin)

Es wurden Schwierigkeiten beschrieben, sich auf das Kind individuell einzustellen. Insbesondere Aufgaben, bei denen eine verbale Beschreibung von räumlichen Aspekten gefordert wurde, führten zu Missverständnissen, da die Kinder andere Bezugssysteme einnahmen als die Ergotherapeutinnen gewohnt waren. Als ungewohnt wurde auch die in dem Therapieprogramm geforderte therapeutische Haltung erlebt. Die Ergotherapeutinnen beschrieben, dass es ihnen schwergefallen sei, dem Kind nicht sofort eine Lösungsstrategie vorzugeben und den aus ihrer Sicht richtigen Lösungsweg aufzuzeigen. Diese Problematik war Thema vieler Supervisionsstunden und sie führte dazu, dass der Therapieprozess prolongiert wurde und Kinder in einzelnen Stunden frustriert reagierten.

Ankerbeispiel: Gut zu fragen, das war bei mir dann immer so, so zu fragen, dass ich nicht zu viel vorgebe, sondern so zu fragen, dass ich dem Kind das übergebe, das zu lernen (...) das war für mich ein langer Weg. (Ergotherapeutin)

Tabelle 19

Orientierung der Ergotherapeutinnen an den Zielen des Therapieprogramms

Orientierung an den Programmzielen	Abweichungen von den Programmzielen
<ul style="list-style-type: none"> • Enge Orientierung an dem Therapieleitfaden • Orientierung an den Schwellenitems 	<ul style="list-style-type: none"> • Schwierigkeiten in der Entscheidung, wann eine geforderte Fähigkeit ausreichend beherrscht wird • Übergewichtung basaler Fertigkeiten (Präpositionen, Differenzierung von Längen und Winkeln) • Schwierigkeiten, in der Analyse der Therapiesituation • Schwierigkeiten, sich in die kindliche Denkweise hineinzusetzen • Schwierigkeiten in der geforderten therapeutischen Haltung • Adaptation der Aufgaben entsprechend der kindlichen Bedürfnisse und Vorlieben

4.1.1.3 Bewertung der Durchführbarkeit unter Alltagsbedingungen

Die beiden Ergotherapeutinnen beschrieben das Therapieprogramm mit einer Vorbereitungszeit von 10-15 Minuten pro Therapiestunde als relativ aufwendig im Vergleich zu geläufigen ergotherapeutischen Programmen. Die Durchführung wurde als einfach beschrieben. Die Therapieaufgaben seien alle gut verständlich gewesen.

Ankerbeispiel: Also ich hab' es echt gern gemacht, aber ich fand es aufwendig. Es war aufwendiger als eine andere Therapie, wo ich einfach so reingehe. Sondern ich hab' dann auch manchmal so gemerkt, ich hab' das nicht richtig gelesen, dann hab' ich die Aufgabe falsch gemacht und so und dann hab' ich mich geärgert, das fand ich doof. (Ergotherapeutin)

Die Einbindung der Therapieinhalte in den häuslichen Alltag ließ sich nur teilweise verwirklichen, obwohl die meisten Eltern nach Aussage der Ergotherapeutinnen an den Therapieaufgaben interessiert gewesen seien. Viele Kinder seien durch die schulischen Hausaufgaben so belastet gewesen, dass sie zusätzliche Aufgaben überfordert hätten. Wenn in der Therapie handelsübliche Spiele verwandt wurden, hätten mehrere Eltern diese allerdings spontan gekauft.

4.1.1.4 Akzeptanz und Zufriedenheit

Zufriedenheit der Kinder: Nach der Einschätzung der Eltern sind die Kinder gerne zur Therapie gekommen. In dem Elternfragebogen zur Beurteilung der Therapie berichten 13 der 15 Eltern, dass ihr Kind *immer* gern zu der Therapie gekommen sei (s. Tabelle 20). Dies deckt sich mit der Einschätzung der Therapeuten. In dem Expertengespräch war eine der häufigsten Nennungen die Zufriedenheit der Kinder in bezug auf einzelne Therapieaufgaben.

Ankerbeispiel: Also, das haben meine Kinder alle immer total gerne gespielt, also ganz gerne. (...) Da sind die Zusatzaufgaben auch wirklich sehr witzig und auch sehr attraktiv, das bringt denen eigentlich fast alles Spaß, was ich denen da so angeboten habe. (Ergotherapeutin)

Die Zufriedenheit resultierte nach Einschätzung der deri Therapeuten daraus, dass die Kinder eine ausgewogene Mischung an einfachen und schweren Aufgaben erhielten. Sie schienen sich weder über- noch unterfordert zu fühlen und hätten durch die vielen Einzelerfolge ihren Fortschritt innerhalb der Therapie selbst beobachten können. Zudem seien die Therapieinhalte kindgerecht und ansprechend gestaltet, was den Spaß im Umgang mit räumlich-konstruktiven Materialien gefördert habe.

Zufriedenheit der Eltern: Die Zufriedenheit der Eltern war hoch. Alle 15 Eltern gaben in dem Fragebogen zur Beurteilung der Therapie an, dass sie mit der Therapie insgesamt sehr zufrieden gewesen seien. Alle würden die Therapie weiterempfehlen. Alle Eltern fühlten sich nach dem Fragebogen sehr gut informiert und gaben an, sehr gut mit der Therapeutin zurechtgekommen zu sein und sich von ihr sehr gut verstanden gefühlt zu haben. Eine positive Verhal-

tensänderung in der Interaktion wurde von den meisten Eltern angegeben. Fast alle Eltern fühlten sich sehr gut in die Therapie einbezogen (s. Tabelle 20).

Tabelle 20

Mittelwerte und Standardabweichungen im Elternfragebogen zur Therapiezufriedenheit

	<i>M</i>	<i>SD</i>
Ist das Kind gerne gekommen?	3.80	0.41
Verständnis der Therapeutin	4.00	0.00
Umsetzung in den Alltag	3.27	0.70
Ausreichende Information über Ziele und Verlauf	4.00	0.00
Positive Verhaltensänderung in der Interaktion	3.04	1.03
Interaktion mit Therapeutin	4.00	0.00
Einbezug in die Therapie	3.93	0.26
Zufriedenheit insgesamt	4.00	0.00
Würden Sie die Therapie empfehlen?	4.00	0.00

Anmerkungen: In dem vierstufigen Fragebogen konnten die Eltern wählen zwischen: 1 = überhaupt nicht, 2 = selten/ kaum, 3 = teilweise, 4 = sehr/ immer

Unter dem Abschnitt *eigene Bemerkungen zur Behandlung* wurde positiv vermerkt, dass die Behandlung individuell ausgerichtet sei, die Kinder gerne gekommen seien, Fortschritte gemacht hätten und sich die Eltern gut informiert gefühlt hätten. Manche Eltern bedankten sich noch einmal für die Behandlung und bedauerten, dass diese nicht auch für andere Familien bekannter sei. Negativ bemerkte eine Mutter, dass sie die Therapie eintönig fand.

Ankerbeispiel: Die Behandlung ist sehr persönlich, voll Engagement und kindgerecht. Valerie geht voller Freude zur Therapie und empfindet es nicht als Belastung. Wir spüren im Alltag deutliche Entwicklungsfortschritte wie z.B. alleiniger Schulgang, mehr Selbstvertrauen bei kleinen Aufgaben. (Mutter von Valerie)

Alle drei Therapeuten berichten in dem Expertengespräch von einer hohen Zufriedenheit der Eltern, die sich auch durch eine gute Kooperation auszeichnete. Unzufriedenheit wurde lediglich von zwei Eltern in Bezug auf eine Therapieaufgabe geäußert, die mehrere Therapiestunden in Anspruch nahm. Eine Mutter fühlte sich über die langfristigen Ziele der Therapie nicht ausreichend informiert. Zu der Frage, was sie in der Therapie vermisst hätte, gab sie im Fragebogen zur Therapiezufriedenheit an: „Erläuterungen, welche Ziele langfristig damit erreicht werden können (beispielhafter, praktischer Bezug)“. Sie sei sich im Nachhinein unsicher, inwieweit die Therapie überhaupt notwendig gewesen sei.

Zufriedenheit der Therapeuten: In dem Expertengespräch wurde die Wirksamkeit des Therapieprogramms von den beiden Ergotherapeutinnen mit der Therapiezufriedenheit der Kinder gleichgesetzt. Ihre Aussagen lassen auf eine hohe Zufriedenheit mit dem Therapieprogramm schließen (77 positive im Vergleich zu 8 negativen Nennungen). Die Orientierung der Therapieaufgaben an verschiedene Arbeitsstrategien wurde als hilfreich erlebt, um den Kindern hierdurch zu mehr Struktur und Orientierung zu verhelfen. Die Möglichkeit zum freien Umgang mit dem Material habe den Kindern geholfen, Ängste und Vorbehalte zu überwinden. Der Therapieleitfaden wurde von den Ergotherapeutinnen als hilfreich empfunden, da er ihnen Sicherheit in der Planung und Durchführung der Therapieaufgaben sowie eine Orientierung an den Therapiezielen gegeben hätte. Es sei ihnen damit leichtgefallen, den Kindern die Inhalte zu erklären oder modellhaft vorzuführen. Insbesondere die Schwellenitems wurden dabei hervorgehoben, auf die die Ergotherapeutinnen gezielt hingearbeitet hätten und die ihnen gleichzeitig das Gefühl eines Erfolges vermittelt hätten.

Ankerbeispiel: Also ich fand es auch als Therapeutin eigentlich ein gutes Programm, also schön einen Schritt nach dem anderen (...) einfach nach Programm zu arbeiten, wo der nächste Schritt einfach klar ist und auch der übernächste Schritt. Das finde ich ganz schön, nicht immer kreativ sein zu müssen. (Ergotherapeutin)

Unzufriedenheit äußerten die Ergotherapeutinnen nur in Bezug auf eine einzelne, langandauernde und wenig abwechslungsreiche Aufgabe.

Insgesamt ließ sich eine hohe Zufriedenheit der Eltern, Therapeuten und Kinder mit dem Therapieprogramm und den Therapieergebnissen feststellen. Das Therapieprogramm wurde entsprechend der Vorgaben durchgeführt, wobei sich Therapeuteneffekte abzeichneten, die zu unterschiedlichen Längen der Therapien führten. Eine Durchführbarkeit unter Alltagsbedingungen war aus ergotherapeutischer Sicht problematisch, da die Vorbereitungszeit und Supervision für einen normalen Praxisalltag zu aufwendig seien. Aus psychotherapeutischer Sicht erscheint eine Vorbereitungszeit von 10-15 Minuten dagegen angemessen und nicht überdurchschnittlich groß.

4.1.2 Einzelfallanalysen

Es wurden die Testergebnisse aller Kinder auch bezogen auf den Einzelfall analysiert, um Aussagen über deren praktische Bedeutsamkeit treffen zu können. Dazu wurde die klinische Signifikanz geprüft, d.h. inwieweit eine signifikante Verbesserung im Einzelfall sowie eine Norma-

lisierung vorliegt. Anhand dieser klinischen Signifikanzen wurde die Therapiereichweite bestimmt. Der Therapieverlauf jedes Kindes wurde hinsichtlich seiner Wirkmechanismen und moderierenden Variablen analysiert. Beispielhaft wurde der Therapieverlauf eines Kindes ausführlich beschrieben. Neben leistungsfördernden und -hemmenden Faktoren wurden die Hauptwirkungen der therapeutischen Intervention, Neben- und Folgewirkungen sowie Transferwirkungen analysiert und die individuellen Wirkkomponenten herausgestellt.

4.1.2.1 Darstellung eines Therapieverlaufs: Mascha

Anamnese: Mascha sei termingerecht aber dystroph geboren worden, bei sonst unauffälliger Schwangerschaft. Die weitere perinatale und frühkindliche Entwicklung sei unauffällig gewesen. Mascha wachse dreisprachig auf (deutsch, französisch, kongolesisch). Der Vater stamme aus Kamerun, die Mutter aus dem Kongo. Die Eltern würden getrennt leben und Mascha habe in den letzten Jahren wechselnd bei ihrer Mutter und ihrem Vater gelebt. Zur Zeit wohne sie bei ihrem Vater. Sie habe noch drei Schwestern. Mascha habe nie gerne gepuzzelt und gemalt. Bisher habe sie keinerlei Therapien erhalten. Zum Zeitpunkt der Vorstellung war Mascha 8 Jahre alt und besuchte die dritte Klasse einer Regelgrundschule, in der sie in allen Fächern unterdurchschnittliche Schulnoten erbracht habe. Ihre Ausdauer und Konzentration seien gering. Sozial sei sie gut eingebunden. Nach der Schule besuche Mascha einen Hort, in dem sie ihre Hausaufgaben mache.

Leistungsmindernde Faktoren: Eine intensivere elterliche Förderung war aufgrund der Berufstätigkeit des Vaters und psychischer Erkrankung der Mutter kaum möglich. Neben der räumlich-konstruktiven Störung zeigte Mascha eine Störung in der Aufmerksamkeit, die durch die emotionalen Schwierigkeiten noch verstärkt wurde.

Leistungsfördernde Faktoren: Mascha zeigte gute räumlich-perzeptive, -kognitive und topografische Fähigkeiten. Ihre Motivation war ausgesprochen hoch.

Anzahl der Therapiestunden: 13 Stunden (Modul 3-8)

Verlauf: Anfangs wurde versucht, Maschas visuelle Aufmerksamkeit zu intensivieren. Dazu wurden verschiedene Analysestrategien ausprobiert wie z.B. das Achten auf Richtungen und Ausdehnungen. Anhand von Präpositionen, die noch einmal gefestigt wurden, wurde der Verlauf einer Zeichenlinie genau beschrieben und auf jede Richtungsänderung geachtet. Dabei wurden einzelne Arbeitsschritte markiert, damit Mascha den Überblick behalten konnte (s. Abbildung 14).

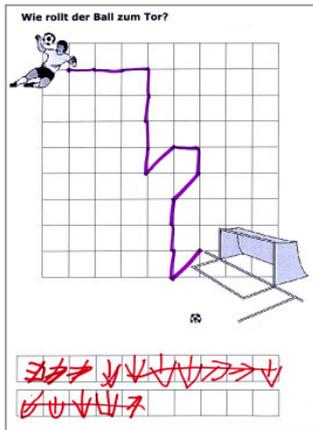


Abbildung 14. Mascha: Analyse von Richtungen. Mascha sollte anhand der Pfeile den Weg in das Raster einzeichnen. Zur besseren Orientierung strich sie sukzessiv jeden Pfeil durch.

Die Maßeinheiten Zentimeter und Meter wurden eingeführt und Gegenstände und Räume vermessen (s. Abbildung 15).

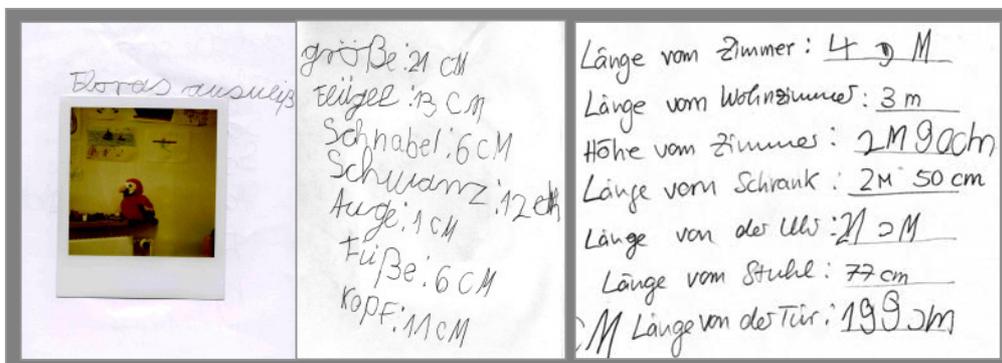


Abbildung 15. Mascha: Beispiele für das Ausmessen eines Papageis und einer Wohnung

Durch die zunehmende Sicherheit in der Analyse von Gegenständen konnte Mascha diese auch besser zeichnerisch darstellen. Sie lernte, die Richtungen der Konturen von Gegenständen, deren Ausdehnung und einzelnen Details genauer zu berücksichtigen (s. Abbildung 16). Ihre Arbeitsweise wurde gründlicher und sie fing an, Fehler zu bemerken und selbst zu korrigieren.



Abbildung 16. Zeichnungen von Mascha: Anfangs vereinfachte Darstellung eines Tisches. Die Schere wurde noch einmal korrigiert (hellblau). Beim Stuhl versuchte Mascha, die Perspektive zu berücksichtigen

Nach 5 Therapiestunden zeigte Mascha eine deutlich verbesserte visuell-räumliche Aufmerksamkeit, so dass der Schwerpunkt auf ein bewusstes und planvolles Vorgehen gelegt wurde. Während Mascha anfangs detailarme Zeichnungen zeigte, half ihr eine vorgegebene Struktur zunehmend, ihre Fantasie und Kreativität einzusetzen, ohne sich dadurch zu sehr ablenken zu lassen (s. Abbildung 17).

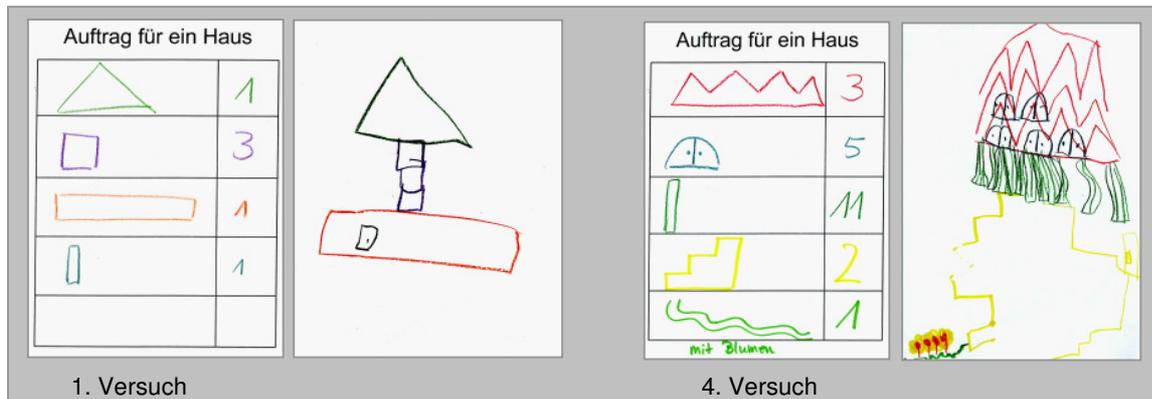


Abbildung 17. Mascha: Architektenspiel.
Mascha sollte möglichst attraktiven Häusern nach einer Anweisung konstruieren

Anhand von Memokarten, auf denen Mascha ihre Lernstrategien festhielt, wurden die planerischen Fähigkeiten weiter verstärkt. Am Ende der Therapie hatte Mascha sechs Strategien für sich identifiziert, die sie spontan und flexibel beim Bauen und Zeichnen anwenden konnte (s. Abbildung 18).

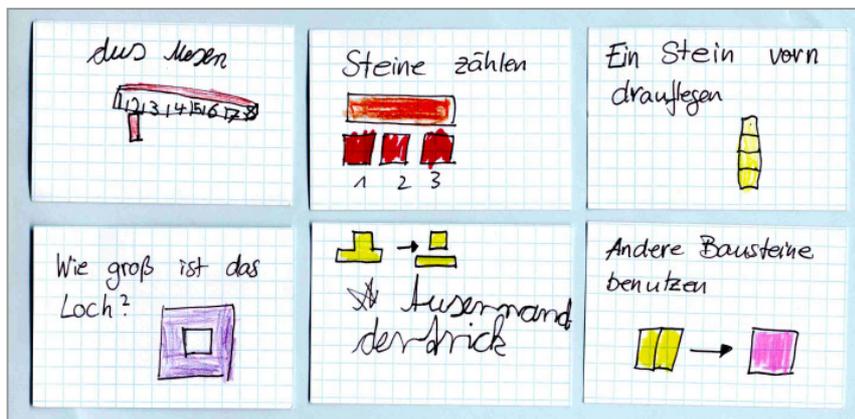


Abbildung 18. Maschas Memokarten mit Lernstrategien
Die abgebildeten Lernstrategien wurden für das Bauen mit Bauklötzen nach einer Vorlage erstellt.

Die Lernstrategien halfen ihr dabei, komplexe Muster zu zergliedern. In den letzten Therapiestunden entwickelte Mascha Gefallen am Knobeln über besonders schwierige räumlich-konstruktive Aufgaben und konnte ihre guten logischen Fähigkeiten gezielt einsetzen (s. Abbildung 19).

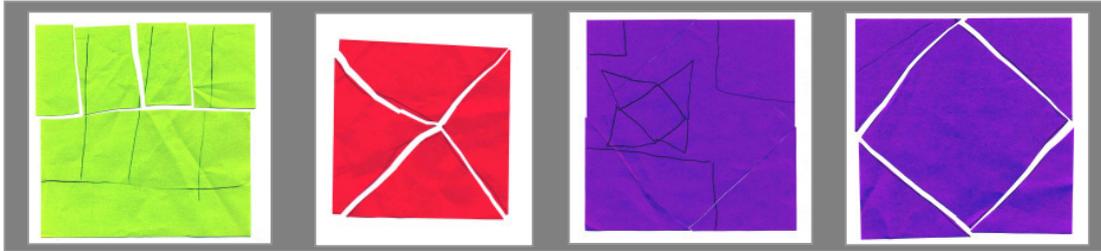


Abbildung 19. Mascha: Zerschneiden eines Quadrates.

Mascha sollte Quadrate nach einer Anweisung zerschneiden. Bei dem ersten Beispiel (grün) sollte ein großes und vier kleine Rechtecke entstehen, beim zweiten Beispiel (rot) vier Dreiecke und beim dritten Beispiel (violett) ein Quadrat und vier Dreiecke. Mascha profitierte vom planerischen Vorgehen, sich erst Hilfslinien einzuzeichnen und ggf. zu korrigieren.

Adaptation des Therapieprogramms: Es wurde ein Stofftier als „Gruppenteilnehmer“ mit einbezogen und Therapieaufgaben ausgewählt, die deutlich unter Maschas Leistungsgrenze lagen. Durch die Erfolge, die Mascha beim Lösen der Aufgaben machte, konnte ihre Motivation und Selbstwirksamkeitserwartung gesteigert werden. Aufgrund der Aufmerksamkeitsstörung wurde die Arbeit in den ersten Therapiestunden auf 30 Minuten verkürzt und danach ein Spiel aus dem Therapieprogramm nach Maschas Wahl gemeinsam gespielt. Mit zunehmenden Erfolgen in der Therapie aufgrund verbesserter Analysefähigkeiten und logisch-planerischen Strategien verbesserte sich auch Maschas Aufmerksamkeit. Besonders durch Aufgaben mit Wettbewerbscharakter stieg Maschas Motivation, möglichst gezielt und schnell Strategien einzusetzen, um zu gewinnen (s. Abbildung 20). Da Mascha zu Hause kaum Übungsmöglichkeiten hatte, wurde in der Therapie an vielen unterschiedliche Materialien die erarbeiteten Inhalte weiter geübt.

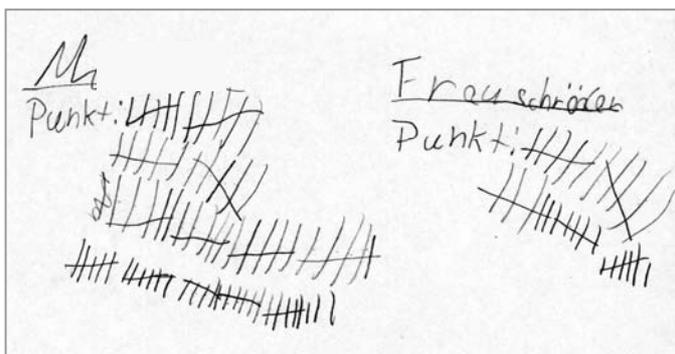


Abbildung 20. Mascha: Wettbewerbskarte.

Mascha gab sich für jede erfolgreich gelöste Aufgabe einen Strich und sortierte die Striche in 5er-Paketen, um sie schneller überblicken zu können.

Hauptwirkungen: Die Werte der einzelnen Testuntersuchungen sind in Tabelle 21 dargestellt. Maschas räumlich-konstruktiven Fähigkeiten hatten sich in beiden Mosaiktest signifikant verbessert und normalisiert. Auch im Abzeichentest zeigte sich eine signifikante Verbesserung, die mittelfristig leicht zurückging, aber weiterhin im Normbereich blieb.

Tabelle 21

Darstellung der Testergebnisse und klinischen Signifikanzen von Mascha über alle Messzeitpunkte

Testverfahren	Prä1	Prä 2	Post	Fw 1	Fw 2	RCI (post-prä2)	RCI (Fw 2-prä2)
<i>Räumlich-konstruktiv:</i>							
Dreiecke (K-ABC)	-1.33	-1.33	1.33	0.67	1.33	4.44**	4.44**
Mosaik (SON-R 5 ½-17)	-0.93	-1.47	0.47	0.33	0.20	3.22**	2.78**
VMI-Copy	-1.60	-1.13	-0.33	0.13	-0.47	1.33	1.11
<i>Räumlich-perzeptiv:</i>							
MVPT-3	-0.40	0.40	1.07	1.00	1.33	1.11	1.56
VMI-Perception	-0.13	-0.80	-0.67	1.40	1.33	0.22	3.46**
<i>Räumlich-kognitiv:</i>							
VOT	0.80	1.40	1.40	1.20	1.20	0.00	-0.32
Gestaltschließen (K-ABC)	2.67 ^a	2.33 ^a	2.33 ^a	2.33 ^a	2.33 ^a	≥0.00	≥0.00
<i>Räumlich-mnestisch:</i>							
Räumliches Gedächtnis (K-ABC)	-1.00	-1.33	0.67	0.67	-0.33	2.78**	1.39
Symbolfolgedächtnis (PET)	-2.40	-0.70	-0.70	-0.70	-0.10	0.00	-0.32
Figuren Erkennen (ITK)	0.10	-0.80	-0.20	-0.20	0.40	-0.35	0.35
<i>Räumlich-zeitlich:</i>							
Handbewegungen (K-ABC)	-2.33	-2.33	-2.00	-1.33	-1.33	0.44	1.33
Fotoserie (K-ABC)	0.33	0.00	0.67	0.67	1.33	0.98	1.96
<i>Exekutivfunktionen (räumlich):</i>							
Bildhaftes Ergänzen (K-ABC)	0.67	0.00	0.67	0.67	1.33	1.05	2.11*
<i>Exekutivfunktionen (nicht räumlich):</i>							
Rätsel (K-ABC)	-0.73	-1.27	-0.07	-0.87	-0.87	2.06*	0.69
ZNR (HAWIK-IV)	-0.67	-1.33	-1.00	-1.00	0.00	0.27	1.07
<i>Flexibilität (KITAP):</i>							
Reaktionszeit	0.50	0.40	0.90	1.10	2.10	-1.62	-0.32
Schwankung	0.20	0.20	0.90	0.50	0.70	1.01	0.72
Fehler	0.40	1.40	-0.20	-0.40	0.90	-1.84	0.57
<i>Aufmerksamkeit:</i>							
<i>Ablenkbarkeit (KITAP):</i>							
Reaktionszeit	1.20	1.40	0.40	1.10	2.10	-1.62	-0.32
Fehler	-0.50	-0.10	1.60	2.10	1.20	3.48**	4.50**
Auslassungen	-0.90	-1.10	-1.30	-1.90	-1.40	-0.38	-0.57
<i>Rechnen:</i>							
Rechnen (K-ABC)	0.00	-0.73	-1.13	-0.87	-1.33	-0.78	-1.18
<i>ZAREKI-R^b:</i>							
Zählen rückwärts	-2.35	-2.35	-1.35	4.00 ^a	4.00 ^a	1.00	≥6.35**
Zahlenstrahl mit Vorgabe	-0.70	-0.70	-0.70	-0.70	4.00 ^a	0.00	≥8.25**
Zahlenstrahl ohne Vorgabe	-1.15	-1.90	-0.80	-1.15	0.65	1.89	4.40**
Perzeptive Mengenbeurteilung	4.00 ^a	4.00 ^a	-1.75	0.30	4.00 ^a	-5.22**	≥0.00

Anmerkungen. Die Standardwerte aller Testverfahren wurden in z-Werten angegeben. Fw1 = Follow-up 1, Fw2 = Follow-up 2, RCI = Reliable Change Index (Jacobson & Truax, 1991). ^a Deckeneffekt. ^b Die Testergebnisse (Prozentränge) der ZAREKI-R wurden über Flächentransformation in z-Werte umgerechnet. * $p < .05$, ** $p < .01$.

Qualitativ konnte beim Abzeichnen eine deutliche Verbesserung hinsichtlich der Größenverhältnisse, räumlichen Bezüge, Beachtung von Details sowie der Gesamtgestalt beobachtet werden. Mascha behielt beim Zeichnen der Rey-Osterrieth Complex Figure ROCF noch einen lokalen Arbeitsstil bei, beachtete aber mehr Hauptstrukturen innerhalb der Figur als zu Beginn (s. Abbildung 21).

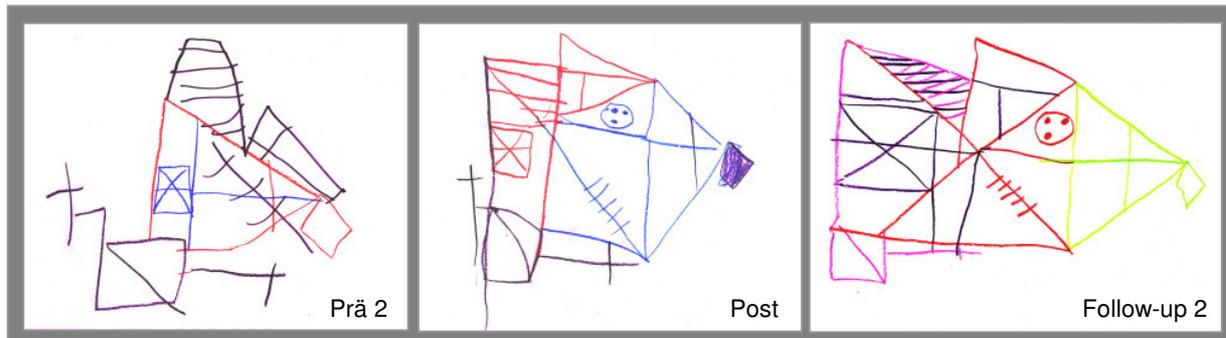


Abbildung 21. Mascha: Veränderungen in der Rey-Osterrieth Complex Figure ROCF

Obwohl Mascha vor Beginn der Therapie keine Auffälligkeiten im räumlich-perzeptiven und –kognitiven Bereich zeigte, verbesserten sich diese Fähigkeiten signifikant und lagen nach Beendigung der Therapie sogar im überdurchschnittlichen Bereich. Ihr visuell-räumliches Gedächtnis hatte sich signifikant verbessert, blieb allerdings mittelfristig nicht stabil, aber immer noch im durchschnittlichen Bereich. Im visuellen Arbeitsgedächtnis zeigte sich kein signifikanter Zugewinn bei gleichbleibend durchschnittlichen Fähigkeiten. Im Bereich der räumlich-zeitlichen Fähigkeiten erzielte Mascha auch nach Beendigung der Therapie ein leicht verbessertes, aber weiterhin unterdurchschnittliches Ergebnis.

Neben- und Folgewirkungen: Der Vater berichtete in einem Gespräch direkt nach Beendigung der Therapie dass Mascha im Alltag fröhlicher und insgesamt wacher geworden sei. Sie könne sich jetzt etwas besser konzentrieren und sei motivierter und anstrengungsbereiter. In dem Elternfragebogen gab der Vater an, dass sich Mascha zeitlich besser orientieren könne, sei aber oftmals verträumt und verschätze sich dann in der Zeit: „...es passiert immer morgens, wenn sie zur Schule muss, wenn sie spät dran ist, benimmt sie sich als ob sie die ganze Zeit der Welt hätte, und das kann sehr schwierig sein.“ (Vater von Mascha, Elternfragebogen Post 2). Im Bereich der selektiven Aufmerksamkeit zeigte sich in der KITAP eine signifikante Verringerung der Fehlerzahl, nicht aber der Auslassungen. Im Bereich der Exekutivfunktionen, die mit räumlich-konstruktiven Anforderungen konfundiert sind, zeigte Mascha eine signifikante Ver-

besserung, nicht aber generell im Bereich der Exekutivfunktionen ohne räumlich-konstruktive Anforderungen, was für einen spezifischen Therapieeffekt spricht.

Transfer: Mascha zeigte mittelfristig eine verbesserte Orientierung auf dem Zahlenstrahl (s. Abbildung 22) bei gleichbleibenden schwachen rechnerischen Fertigkeiten. Der Vater berichtete in einem Gespräch nach Beendigung der Therapie, dass Mascha im Bereich Geometrie jetzt gute Leistungen zeige, ansonsten würden weiterhin schulische Schwierigkeiten bestehen.

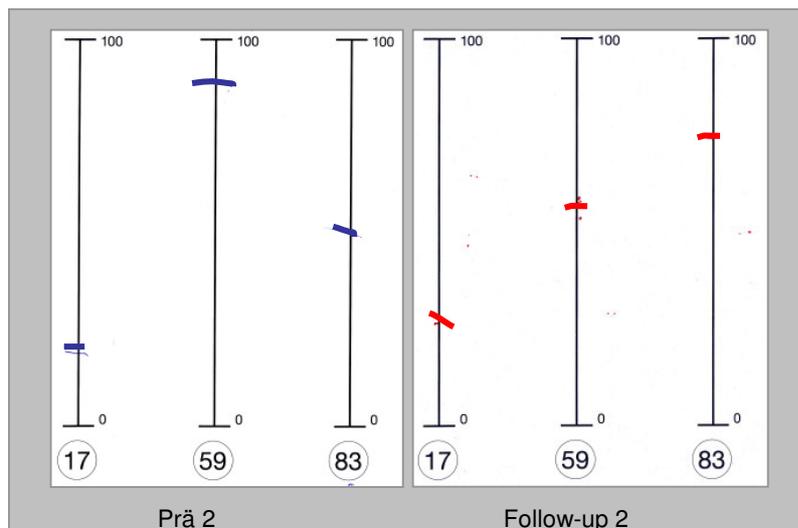


Abbildung 22. Mascha: Mittelfristige Veränderung in der Orientierung auf einem Zahlenstrahl (ZAREKI-R)

Wirkmechanismen: Aus den Gedächtnisprotokollen der Therapeutin ließen sich drei wesentliche Wirkmechanismen ableiten. Mascha zeigte eine Verbesserung ihrer Analysefähigkeit indem sie Richtungen beachtete, Längen und Größen ausmaß und einzuschätzen lernte. Sie verbesserte ihre planerischen Fähigkeiten, indem sie lernte, bewusst und planvoll vorzugehen. Durch den Abbau von spezifischen Leistungsängsten im Zusammenhang mit räumlich-konstruktiven Anforderungen konnte ihre Motivation verstärkt werden, indem das Therapieprogramm auf Maschas Bedürfnisse hinsichtlich Wettbewerb, Erfolge sowie Rollenspielen angepasst wurde.

4.1.2.2 Klinische Signifikanz

Wie für Mascha wurden auch für die anderen Kinder im Einzelfall die Klinischen Signifikanzen anhand der Reliable Change Indices *RCI* berechnet. Alle Kinder verbesserten sich signifikant in mindestens einem der beiden Mosaiktests mit einem $RCI > 1.96$, was Tabelle 22 zu entnehmen ist. Ihre Leistungen hatten sich zudem in beiden Mosaiktests normalisiert, so dass von einer klinischen Signifikanz bezüglich der räumlich-konstruktiven Fähigkeiten auszuge-

hen ist. Bei zwei Kindern blieb der Therapieeffekt allerdings instabil und war mittelfristig zum Zeitpunkt Follow-up 2 nicht mehr zu beobachten. Im Abzeichentest VMI-copy erzielten 6 Kinder zu Post eine signifikante Verbesserung, die nicht bei allen Kindern zum Zeitpunkt Follow-up 2 stabil blieb.

Tabelle 22

Reliable Change Indices aller Kinder im räumlich-konstruktiven Bereich für die Zeiträume Prä 2 zu Post und Prä 2 zu Follow-up 2

	Mosaik (SON-R 5½-17)		Dreiecke (K-ABC)		VMI-Copy (Beery-VMI)	
	Post-Prä2	Fw2-Prä2	Post-Prä2	Fw2-Prä2	Post-Prä2	Fw2-Prä2
Nils	1.34	2.22*	2.78**	2.22*	1.11	1.22
Mascha	3.22**	2.78**	4.44**	4.44**	1.33	1.11
Rosalie	0.67	1.56	5.56**	6.11**	1.56	1.11
Joel	2.45*	3.89**	2.78**	2.78**	2.56*	2.67**
Josefina	1.45	2.56*	2.22*	2.78**	1.11	2.45*
Merit	1.56	0.22	2.22*	1.11	-0.67	0.89
Gerrit	2.00*	2.11*	2.78**	2.22*	4.00**	4.00**
Robert	3.00**	3.78**	2.78**	3.33**	0.44	2.00*
Valerie	1.11	2.11*	2.78**	2.22*	1.67	3.67**
Leonie	2.45*	2.56*	0.56	0.56	1.56	1.67
Frieda	2.89**	4.00**	1.67	2.78**	1.56	3.23**
Norbert	2.56*	2.56*	1.11	0.56	4.12**	4.89**
Anna	2.11*	1.78	1.11	1.11	3.00**	1.33
Lotta	3.56**	4.45**	2.78**	2.78**	2.67**	0.00
Karn	3.45**	3.00**	3.89**	3.89**	2.45*	1.67

Anmerkungen. Der *RCI* wurde nach Jacobson und Truax (1991) bestimmt. Fw2 = Follow-up 2. * $p < .05$, ** $p < .01$.

In den anderen visuell-räumlichen Bereichen konnten ebenfalls klinisch bedeutsame Effekte beobachtet werden, am häufigsten Verbesserungen im Bereich der räumlich-perzeptiven Fähigkeiten (s. Tabellen G3 bis G10, Anhang G).

4.1.2.3 Neben- und Folgewirkungen

Aufmerksamkeit: Es wurde häufig eine Verbesserung der Aufmerksamkeit im Untertest Ablenkbarkeit der KITAP beobachtet, die vor allem durch eine Reduktion der Fehlerzahl und Auslassungen zustande kam. Die Aufmerksamkeit gegenüber visuellen Details hatte sich allgemein verbessert, wohingegen übergeordnete Aufmerksamkeitsstörungen auch nach Beendigung der Therapie weiter bestehen blieben, was aus den Angaben der Eltern und der Zeugnisse hervorging.

Emotionale Stabilisierung: Viele Kinder schienen im Verlauf der therapeutischen Intervention ihre Scheu vor räumlich-konstruktiven Anforderungen zu verlieren und steigerten durch die Erfolge ihre Motivation und damit auch Selbstwirksamkeitserwartung. Während dieser Effekt bei den meisten Kindern ausschließlich auf räumlich-konstruktive Anforderungen begrenzt war, zeigte sich bei drei Kindern eine allgemeine emotionale Stabilisierung. Bei einem Kind verschwand die ehemals depressive Symptomatik vollständig.

Ankerbeispiel: Nils ist wacher geworden. Er nimmt in seiner Umwelt mehr Details wahr und fängt jetzt an zu malen. Nils traut sich jetzt mehr zu. Er schreibt und liest gerne. Er mag auch Mathe, wenn es nicht zu schwer ist. In den Ferien hat er sogar freiwillig geübt. (Nils' Vater, Fragebogen zur Therapiezufriedenheit)

Zeichnen: Bei drei Kindern wurde die Motivation zum Zeichnen im Verlauf der therapeutischen Intervention geweckt. Die Eltern dieser drei Kinder berichteten, dass die Kinder zu Hause spontan anfangen zu malen oder zu zeichnen, was sie bis dato verweigert hatten. Bei dem Vergleich der Bilder, die diese Kinder vor und nach der Therapie malten, fiel besonders eine Zunahme von grafischen Schemata auf (s. Abbildung 23).



Abbildung 23. Leonie: Zeichnungen vor Beginn (Prä 1) und nach Beendigung (Post) der Therapie

Grafomotorik: Bei einigen Kindern mit komorbiden fein- bzw. grafomotorischen Einschränkungen verbesserte sich die motorische Steuerung beim Zeichnen und Schreiben. Die Kinder schienen ihre Bewegungen besser planen und damit zielgerichteter ausführen zu können (s. Abbildung 24).

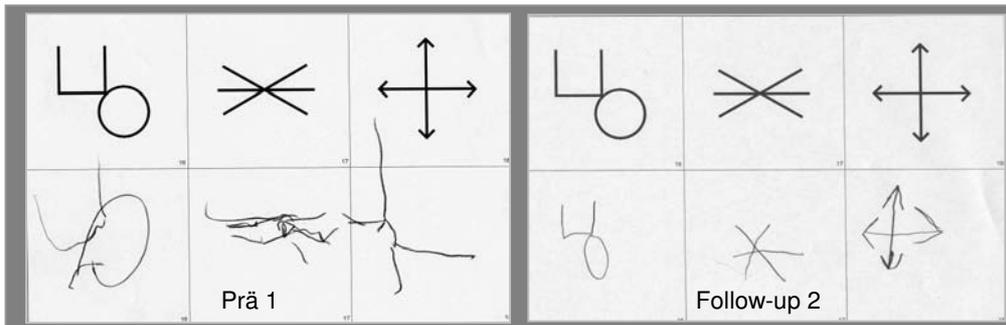


Abbildung 24. Joel: Zeichnungen vor Beginn der Therapie (Prä 1) und zu Follow-up 2

Schreiben: Bei zwei Kindern verbesserte sich das Schriftbild, bei einem Kind auch die Rechtschreibung. Spiegelverkehrtes Schreiben von Buchstaben trat bei den Schulkindern gar nicht mehr auf (s. Abbildung 25)

	<ol style="list-style-type: none"> 1) Den Letzten <input type="text" value="wissen"/> die Hunde. 2) Die Blätter <input type="text" value="fallen"/> vom Baum. 3) Wir haben <input type="text" value="nach"/> der 4. Stunde Schluss. 4) Sie hat sich den <input type="text" value="Fuß"/> verstaucht. 5) Ob ihr die Schuhe <input type="text" value="gefallen"/> ? 6) Ich habe <input type="text" value="nach"/> geärgert. 7) Wir sollen 20 Aufgaben <input type="text" value="rechnen"/>. 8) Die Kinder buddeln im <input type="text" value="sand"/>. 9) Ich komme <input type="text" value="gleich"/>. 10) Dieses Diktat ist sehr <input type="text" value="einfach"/>.
<p>Prä 1: Da fliegt die Fliege weg vor Schreck (Auszug aus der Hamburger Schreibprobe HSP 1+)</p>	<p>Follow-up 2: Auszug aus einem Schuldiktat</p>

Abbildung 25. Nils' Schriftbild vor Beginn der Therapie (Prä 1) und zu Follow-up 2:

Rechnen: Ein Transfer auf die Mathematiknote bzw. verbesserte Leistungen im Untertest Rechnen der K-ABC konnte nur bei einem Kind nachgewiesen werden (s. Tabelle G10, Anhang G). Ein Transfer auf eine verbesserte Vorstellung des Zahlenraumes konnte bei 9 Kindern in der ZAREKI-R beobachtet werden (s. Tabelle 23).

Tabelle 23

Haupt-, Neben- und Transferwirkungen des Therapieprogramms

Wirkungen ^a	Verfahren	n	(%)
Hauptwirkungen:	räumlich-konstruktiv (Dreiecke, Mosaik, VMI-Copy)	13	(87%)
	räumlich-perzeptiv (MVPT-3, VMI-Perception)	9	(60%)
	räumlich-kognitiv (Gestaltschließen, VOT)	6	(40%)
	räumlich-zeitlich (Handbewegungen, Fotoserie)	5	(33%)
	räumlich-mnestisch (RGD, SFG, Figuren Erkennen)	9	(60%)
	Exekutivfunktionen mit visuell-räumlichen Anforderungen (Bildhaftes Ergänzen)	5	(33%)
Nebenwirkungen:	Exekutivfunktionen ohne visuell-räumliche Anforderungen (ZNR, Rätsel, Flexibilität: KITAP)	2	(15%)
	Aufmerksamkeit (Ablenkbarkeit: KITAP)	9	(60%)
	Selbstwirksamkeitserwartung (Angaben der Eltern, Exploration)	7	(47%)
	emotionale Stabilisierung (Angaben der Eltern, Exploration)	3	(20%)
Transferwirkungen:	Zahlraumvorstellung (ZAREKI-R) ^b	9	(69%)
	Rechenleistung (Rechnen: K-ABC)	3	(20%)
	Rechtschreibleistung (Schulzeugnis)	1	(7%)
	Schriftbild/ Grafomotorik (ROCF, VMI-Copy, Schulhefte)	4	(27%)
	beginnt zu zeichnen (Angaben der Eltern)	3	(20%)

Anmerkungen. ^a Eine (klinisch signifikante) Wirkung wurde durch eine signifikante Verbesserung von Prä 2 zu Post und von Prä 2 zu Follow-up 2 bzw. nur zu Follow-up 2 ($RCI > 1.96$) in einem der Verfahren sowie eine Normalisierung der individuellen Leistung definiert.

^b Diese Fähigkeit wurde nur bei den Schulkindern ab der Klassenstufe 2 überprüft ($n = 13$).

RGD = Räumliches Gedächtnis (K-ABC). SFG = Symbolfolgegedächtnis (PET). ZNR = Zahlennachsprechen rückwärts (HAWIK-IV).

In Tabelle 24 sind der Verlauf der Therapie, identifizierte Wirkkomponenten sowie die klinischen Signifikanzen aller 15 Kinder zusammengefasst.

Tabelle 24: *Beschreibung der einzelnen Therapieverläufe*

Bemerkungen zum Verlauf	Wirkkomponenten	Klinische Signifikanz
Lotta (13 Therapiestunden, Modul 3-7, Therapeut: Autorin)		
<u>Leistungshemmend:</u>	- geringes Selbstvertrauen	- Verbesserung der
<u>Leistungsfördernd:</u>	- gute Mitarbeit der Eltern	Analysefähigkeit
<u>Verlauf:</u>	- Übung/ Erfahrung	<u>Hauptwirkungen:</u>
Mit einer Verstärkung der Analysefähigkeit und wiederholtes Ausprobieren des räumlich-konstruktiven Materials konnte Lotta durch	- Abbau von	- räuml.-konstruktiv
Versuch und Irrtum bereits bekannte Strategien erweitern und festigen. Durch die Erfolge gewann sie zunehmend Spaß am Knobeln über schwere räumlich-konstruktive Aufgaben.	Leistungsängsten und Förderung der Motivation	- räuml.-perzeptiv
		- räuml.-kognitiv
		- räuml.-zeitlich
		<u>Nebenwirkungen:</u>
		- Selbstwirksamkeitserwartung ^a
		- Zahlraumvorstellung ^b

Anmerkungen: Die klinische Signifikanz wurde definiert durch: $RCI > 1.96$ zwischen Prä 2 und Follow-up 2, Normalisierung entsprechend des individuellen intellektuellen Niveaus. ^a Angaben der Eltern im Fragebogen zur Therapiezufriedenheit sowie der Verhaltensbeobachtung (VEWU). ^b Rohwerte der Untertests Zahlenstrahl 1 und 2 (ZAREKI-R) ^c Angaben der Eltern bzw. Therapeutinnen (Gedächtnisprotokolle, Expertengespräch).

Bemerkungen zum Verlauf	Wirkkomponenten	Klinische Signifikanz
Karn (16 Therapiestunden, Modul 3-7, Therapeut: Autorin)		
<u>Leistungshemmend:</u>	- depressive Störung - geringes Selbstvertrauen - Lernbehinderung	- Verbesserung der Analysefähigkeit
<u>Leistungsfördernd:</u>	- gute Mitarbeit der Eltern	- Übung/ Erfahrung
<u>Verlauf:</u> Anfangs wurde der Spaß am Umgang mit räumlich-konstruktivem Material geweckt. Dadurch, dass Karn sich mehr auf die Aufgaben einlassen konnte, konnte er auch Analysestrategien besser anwenden, was wiederum sein Selbstvertrauen stärkte. Die depressive Symptomatik verschwand am Ende der Therapie ganz.	- Abbau von Leistungsängsten und Förderung der Motivation	<u>Hauptwirkungen:</u> - räuml.-konstruktiv - räuml.-kognitiv - räuml.-mnestisch - räuml.-zeitlich - Exekutivfunktionen (vis.-räuml.) <u>Nebenwirkungen:</u> - Aufmerksamkeit - Selbstwirksamkeitserwartung ^a - emotionale Stabilisierung ^a - Zahlraumvorstellung ^b
Merit (13 Therapiestunden, Modul 1-7, Therapeut: Autorin)		
<u>Leistungshemmend:</u>	- geringe häusliche Unterstützung - Störung im Kurzzeitgedächtnis	- Verbesserung der Analysefähigkeit
<u>Leistungsfördernd:</u>	- gutes Selbstvertrauen - schnelle Lernfähigkeit	- Verbesserung der Vorstellungsfähigkeit
<u>Verlauf:</u> Im Vordergrund stand eine Verbesserung der räumlichen Wahrnehmung und Analysefähigkeit, wodurch sich die räumlich-konstruktiven Fähigkeiten automatisch verbesserte. Merit konnte ihr Überblickswissen dabei nutzen.		<u>Hauptwirkungen:</u> - räuml. kognitiv - räuml.-mnestisch <u>Nebenwirkungen:</u> - Aufmerksamkeit - Zahlraumvorstellung ^b
Leonie (33 Therapiestunden, Module 1-7, Therapeut: Ergotherapeutin)		
<u>Leistungshemmend:</u>	- unregelmäßige Teilnahme - geringe häusliche Unterstützung - geringes Selbstvertrauen - geringe Eigeninitiative - Störung der Exekutivfunktionen	- Verbesserung der Analysefähigkeit - Verbesserung der Vorstellungsfähigkeit - Übung/ Erfahrung
<u>Leistungsfördernd:</u>	-	- Abbau von Leistungsängsten und Förderung der Motivation
<u>Verlauf:</u> Im Vordergrund stand vor allem eine Verbesserung der räumlichen Wahrnehmung und Ausbau von Analysetechniken. Es konnten schließlich zwei Lernstrategien gefunden werden, die Leonie auch spontan sicher einsetzte.		<u>Hauptwirkungen:</u> - räuml.-konstruktiv - Exekutivfunktionen (vis.-räuml.) <u>Nebenwirkungen:</u> - Aufmerksamkeit - Zahlraumvorstellung ^b - Schriftbild ^c - fängt an zu zeichnen ^c
Joel (27 Therapiestunden, Modul 3-7, Therapeut: Ergotherapeutin)		
<u>Leistungshemmend:</u>	- Motorische Störung	- Verbesserung der Analysefähigkeit
<u>Leistungsfördernd:</u>	- gutes Selbstvertrauen	
<u>Verlauf:</u> Im Vordergrund stand eine Verbesserung der Analysestrategien, die Joel halfen, Diagonalen zu zeichnen und zu konstruieren trotz seiner motorischen Einschränkungen.	- Verbesserung der Vorstellungsfähigkeit	<u>Hauptwirkungen:</u> - räuml.-konstruktiv - räuml.-pezeptiv - räuml.-mnestisch <u>Nebenwirkungen:</u> - fängt an zu zeichnen ^c - Grafomotorik

Bemerkungen zum Verlauf	Wirkkomponenten	Klinische Signifikanz
Rosalie (31 Therapiestunden, Modul 3-7, Therapeut: Ergotherapeutin)		
<u>Leistungshemmend:</u>	- geringes Selbstvertrauen - Lernbehinderung - geringe Eigeninitiative - häusliche Überforderung - Feinmotorische Störung	- Verbesserung der Analysefähigkeit
<u>Leistungsfördernd:</u>	-	- Abbau von Leistungsängsten und Förderung der Motivation
<u>Verlauf:</u> Um Rosalie zu einem selbständigen Arbeiten zu führen, erwiesen sich Analysestrategien als hilfreich, während sie mit planerischen Lernstrategien bis zum Schluss überfordert schien.		<u>Hauptwirkungen:</u> - räuml.-konstruktiv - räuml.-pezeptiv <u>Nebenwirkungen:</u> - Selbstwirksamkeitserwartung ^a - Zahlraumvorstellung ^b
Frieda (22 Therapiestunden, Modul 3-7, Therapeut: Ergotherapeutin)		
<u>Leistungshemmend:</u>	- Störung im Kurzzeitgedächtnis	- Verbesserung der Analysefähigkeit
<u>Leistungsfördernd:</u>	- gute selektive Aufmerksamkeit - gute häusliche Unterstützung	- Verbesserung der Vorstellungsfähigkeit
<u>Verlauf:</u> Frieda profitierte besonders von logischen Arbeitsschritten, die sich selbst erarbeitete. Eine Verbesserung der Analysefähigkeit unterstützte dieses Vorgehen.	- Verbesserung planerischer Fähigkeiten - Übung/ Erfahrung	<u>Hauptwirkungen:</u> - räuml.-konstruktiv - räuml.-mnestisch - räuml.-zeitlich <u>Nebenwirkungen:</u> - Aufmerksamkeit - Rechenfähigkeit
Norbert (23 Therapiestunden, Module 3-7, Therapeut: Ergotherapeutin)		
<u>Leistungshemmend:</u>	- Feinmotorische Störung - Unflexibilität	- Verbesserung der Analysefähigkeit
<u>Leistungsfördernd:</u>	- gutes Selbstvertrauen - gute selektive Aufmerksamkeit	- Verbesserung der Vorstellungsfähigkeit
<u>Verlauf:</u> Eine genaue und logische Analyse erleichterte Norbert den Zugang zu räumlich-konstruktiven Aufgaben. Durch häufigen Wechsel an Materialien gewann er an Sicherheit.	- Übung/ Erfahrung	<u>Hauptwirkungen:</u> - räuml.-konstruktiv - räuml.-pezeptiv - räuml. kognitiv <u>Nebenwirkungen:</u> -
Nils (15 Therapiestunden, Modul 3-7, Therapeut: Autorin)		
<u>Leistungshemmend:</u>	- Aufmerksamkeitsstörung - geringes Selbstvertrauen - feinmotorische Störung	- Verbesserung der Analysefähigkeit
<u>Leistungsfördernd:</u>	- gute Mitarbeit der Eltern	- Verbesserung planerischer Fähigkeiten
<u>Verlauf:</u> Durch die Verbesserung der Analysefähigkeit und der emotionalen Stabilisierung zeigt Nils ab der 9. Therapiestunde sprunghafte Fortschritte. Er schien plötzlich begriffen zu haben, wie er logisch an Aufgaben herangehen kann.	- Abbau von Leistungsängsten und Förderung der Motivation	<u>Hauptwirkungen:</u> - räuml.-konstruktiv - räuml.-pezeptiv - räuml.-kognitiv - räuml.-mnestisch - Exekutivfunktionen (vis.-räuml.) <u>Nebenwirkungen:</u> - Aufmerksamkeit - Zahlraumvorstellung ^b - Selbstwirksamkeitserwartung ^a - emotionale Stabilisierung ^a - fängt an zu zeichnen ^c - Schriftbild ^c - Grafomotorik - Rechtschreibung

Bemerkungen zum Verlauf	Wirkkomponenten	Klinische Signifikanz
Mascha (13 Therapiestunden, Modul 3-7, Therapeut: Autorin)		
<u>Leistungshemmend:</u> - gering häusliche Unterstützung - Familiäre Konflikte, Wechsel der Bezugsperson - Aufmerksamkeitsstörung	- Verbesserung der Analysefähigkeit - Verbesserung planerischer Fähigkeiten	<u>Hauptwirkungen:</u> - räuml.-konstruktiv - räuml.-pezeptiv - Exekutivfunktionen (nonverbal)
<u>Leistungsfördernd:</u> - hohe Motivation	- Abbau von Leistungsängsten und Förderung der Motivation	<u>Nebenwirkungen:</u> - Aufmerksamkeit - Selbstwirksamkeitserwartung ^a - emotionale Stabilisierung ^a - Zahlraumvorstellung ^b
<u>Verlauf:</u> Analysestrategien stärkten Maschas Selbstwirksamkeitserwartung und zunehmend auch die Aufmerksamkeit. Mit zunehmender emotionaler Sicherheit konnte sie Analysestrategien besser nutzen und einen Handlungsplan verfolgen.		
Josefina (22 Therapiestunden, Modul 3-7, Therapeut: Autorin)		
<u>Leistungshemmend:</u> - geringes Selbstvertrauen - Störung im Kurzzeitgedächtnis	- Verbesserung der Analysefähigkeit	<u>Hauptwirkungen:</u> - räuml.-konstruktiv - räuml.-mnestisch - räuml.-zeitlich
<u>Leistungsfördernd:</u> - hohe häusliche Unterstützung	- Verbesserung der Vorstellungsfähigkeit - Verbesserung planerischer Fähigkeiten - Abbau von Leistungsängsten und Förderung der Motivation	<u>Nebenwirkungen:</u> - Aufmerksamkeit - Selbstwirksamkeitserwartung ^a - Zahlraumvorstellung ^b
<u>Verlauf:</u> Erst durch eine emotionale Stabilisierung war es Josefina überhaupt möglich, sich auf räumlich-konstruktives Material einzulassen. Das Erarbeiten von Lernstrategien gab ihr eine Struktur und senkten damit weiter die emotionale Unsicherheit. Daraufhin wurden die planerischen Fähigkeiten sowie eine Verstärkung der Flexibilität in den Vordergrund gestellt.		
Robert (16 Therapiestunden, Modul 3-7, Therapeut: Autorin)		
<u>Leistungshemmend:</u> - Hör- und Sprachbehinderung - geringe häusliche Unterstützung	- Verbesserung der Analysefähigkeit	<u>Hauptwirkungen:</u> - räuml.-konstruktiv - räuml.-pezeptiv
<u>Leistungsfördernd:</u> - gute logische Fähigkeiten	- Verbesserung der Vorstellungsfähigkeit - Verbesserung planerischer Fähigkeiten - Übung/ Erfahrung	<u>Nebenwirkungen:</u> - Aufmerksamkeit - Exekutivfunktionen (ohne vis.-räuml. Anforderungen)
<u>Verlauf:</u> Nachdem mit Robert verschiedene Analyse- und Lernstrategien ausprobiert wurden, zeigte er abrupt Fortschritte und im weiteren Verlauf eine Vorliebe zum Tüfteln mit räumlich-konstruktivem Material. Durch das Ausprobieren verschiedener Materialien entwickelte er schnell ein Überblickswissen und hatte für ihn prägnante Strategien automatisiert.		
Gerrit (13 Therapiestunden, Modul 3-7, Therapeut: Autorin)		
<u>Leistungshemmend:</u> - geringe häusliche Unterstützung - Aufmerksamkeitsstörung - geringes Selbstvertrauen - geringe Motivation - feinmotorische Störung	- Übung/ Erfahrung - Abbau von Leistungsängsten und Förderung der Motivation	<u>Hauptwirkungen:</u> - räuml.-konstruktiv - räuml.-mnestisch - Exekutivfunktionen (vis.-räuml.)
<u>Leistungsfördernd:</u> -		<u>Nebenwirkungen:</u> - Aufmerksamkeit
<u>Verlauf:</u> Gerrit profitierte hauptsächlich durch einen impliziten Aufbau von Lernstrategien beim Ausprobieren unterschiedlicher Materialien über Versuch und Irrtum. Das bewusste Erarbeiten von Lernstrategien wurde von ihm verweigert.		

Bemerkungen zum Verlauf	Wirkkomponenten	Klinische Signifikanz
Anna (17 Therapiestunden, Modul 3-7, Therapeut: Autorin)		
<u>Leistungshemmend:</u> - geringe häusliche Unterstützung - geringes Selbstvertrauen - Aufmerksamkeitsstörung	- Übung/ Erfahrung	<u>Hauptwirkungen:</u> - räuml.-mnestisch
<u>Leistungsfördernd:</u> - Spaß an der Therapie	- Abbau von Leistungsängsten und Förderung der Motivation	<u>Nebenwirkungen:</u> -
<u>Verlauf:</u> Aufgrund einer ausgeprägten Verweigerungshaltung war es kaum möglich, mit Anna Lernstrategien zu erarbeiten. Sie profitierte hauptsächlich von wechselnden Materialien, die sie über Versuch und Irrtum löste und dabei implizit Lernstrategien aufbaute.		
Valerie (20 Therapiestunden, Modul 3-7, Therapeut: Autorin)		
<u>Leistungshemmend:</u> - übergeordnete Störung im episodischen Gedächtnis - Störung im semantischen Gedächtnis - Störung der Exekutivfunktionen - Unflexibilität - geringes Selbstvertrauen	- Verbesserung der Analysefähigkeit - Verbesserung der Vorstellungsfähigkeit - Verbesserung planerischer Fähigkeiten	<u>Hauptwirkungen:</u> - räuml.-konstruktiv - räuml.-pezeptiv - räuml.-kognitiv - räuml.-mnestisch - räuml.-zeitlich - räuml.-topografisch
<u>Leistungsfördernd:</u> - hohe häusliche Unterstützung - hohe Therapiemotivation	- Verankerung im Gedächtnis - Übung/ Erfahrung - Abbau von Leistungsängsten und Förderung der Motivation	<u>Nebenwirkungen:</u> - Aufmerksamkeit - Selbstwirksamkeitserwartung ^a - Zahlraumvorstellung ^b
<u>Verlauf:</u> Bei allen Modulen stand der Aufbau von Orientierungsbzw. Ankerpunkten im Vordergrund. Dazu wurde zuerst die visuelle Achtsamkeit und imaginative Fähigkeiten verstärkt, um so ein inneres Bezugssystem zu entwickeln. Der Aufbau eines Überblickswissens war trotz intensiver häuslicher Unterstützung nur in Ansätzen möglich.		

4.1.3 Wirkmodell

Wirkkomponenten: Um herauszufinden, welche einzelnen Faktoren der Therapie bei den Kindern individuell zu ihrem Therapieerfolg beigetragen haben, wurden die Gedächtnisprotokolle der einzelnen Therapie- und Supervisionsstunden qualitativ analysiert. Dabei ließen sich die Aussagen der Therapeuten auf sechs Komponenten verdichten, die als besonders wirksam beschrieben wurden (s. Tabelle 25). Bei den meisten Kindern wurde eine Verbesserung der Analysefähigkeit genannt. Für die Analyse von Längen, Größen, Winkel oder Richtungen wurden Hilfsmaterialien wie z.B. Lineal, Zollstock, Abbildung von unterschiedlichen Winkeln oder der Einsatz von Gesten als hilfreich empfunden. Für die Verstärkung der visuellen Achtsamkeit gegenüber Details, dem Beachten von räumlichen Ausrichtungen und räumlichen Bezügen sowie eines visuellen Abgleichens wurde das sprachliche Kodieren als hilfreiche Strategie er-

lebt. Als Segmentierungstechniken wurden z.B. das Abdecken von Teilen einer Figur, das Auflegen eines Rasters oder Bausteinen auf die Vorlage genannt.

Tabelle 25

Individuelle Wirkkomponenten nach Einschätzung der Therapeutinnen

Wirkkomponente (Nennungen)	Beispiele (Nennungen)
Verbesserung der Analysefähigkeit (14)	<ul style="list-style-type: none"> - Analyse von: Längen und Größen (14), Winkel (9), Richtungen (9), räumlicher Ausrichtung (1), räumlicher Bezüge (1) - visuelle Achtsamkeit für Details (2) - Abgleich mit der Vorlage (4) - Segmentierungstechniken (5)
Verbesserung der Vorstellungsfähigkeit (8)	<ul style="list-style-type: none"> - Einsatz von Assoziationen (7) - Imaginative Zergliederung (1) - Schätzen von Längen, Größen, Mengen (5) - Aufbau eines Überblickswissens (7)
Verbesserung durch Erfahrung und Übung (9)	<ul style="list-style-type: none"> - Häufiger Wechsel von Materialien (8) - Ausprobieren über Versuch und Irrtum (3) - Häufige Wiederholungen (2) - Häusliches Üben (2)
Verbesserung der planerischen Fähigkeiten (6)	<ul style="list-style-type: none"> - Orientierungspunkte schaffen (4) - Strukturierungshilfen (6) - Logisches Vorgehen (4) - Mnemotechniken (1)
Abbau von Leistungsängsten/ Förderung der Motivation (10)	<ul style="list-style-type: none"> - Anwendung der Lernstrategien (4) - Individuelle Anpassung des Schweregrades (6) - Individuelle Anpassung der Durchführung (9) - Ermöglichen von Erfolgen (4) - Ermutigung zum freien Umgang mit dem Material (4) - Verstärkung der Eigeninitiative (2) - Token-System (2)

Viele Kinder profitierte von einer verbesserten Vorstellungsfähigkeit, indem sie sich Teile einer Figur mental vorstellten und in der Vorstellung manipulierten, oftmals unter Einsatz von verbalen Assoziationen (z.B. „Die Form sieht aus wie ein ...“) oder indem sie sich ein inneres Bezugssystem und Überblickswissens aufbauten, was das Schätzen erleichterte. Obwohl mit allen Kindern eine Verbesserung ihrer planerischen Strategien angestrebt wurde, schienen nur einige tatsächlich davon zu profitieren. Hierzu zählte z.B. das Schaffen von Orientierungspunkten, Hilfen in der Strukturierung der Arbeitsschritte (z.B. kleinschrittiges Vorgehen ein-

üben oder einzelne Schritte schriftlich festhalten auf Memokarten) oder mit dem Kind eine natürliche Logik erarbeiten (z.B. beim Puzzeln immer mit markanten Elementen, immer mit den vier Ecken anzufangen oder eine Übertragung von Lösungen auf ähnliche Aufgaben). Bei drei Kindern stand hauptsächlich das Sammeln von Erfahrungen und Übung im Umgang mit dem räumlich-konstruktiven Material im Vordergrund.

Bei den meisten Kindern wurde der Abbau von spezifischen Leistungsängsten bezogen auf räumlich-konstruktives Material sowie eine Förderung der Motivation als besonders wirksam genannt. Um den Kindern Erfolge zu ermöglichen wurde der Schweregrad der Therapieaufgaben an ihre Bedürfnisse angepasst: Während besonders unsichere Kinder Aufgaben weit unter ihrer Leistungsgrenze mit vielen Wiederholungen bearbeiteten, bevorzugten andere besonders schwere Aufgaben, die sie zum Tüfteln und Knobeln anspornten. Manche Kinder arbeiteten lieber im Wettbewerb mit dem Therapeuten, andere partnerschaftlich oder nahmen bevorzugt eine „Lehrerrolle“ gegenüber Stofftieren oder dem Therapeuten ein. Einige Kinder ließen sich durch einen freien und kreativen Umgang mit dem Therapiematerial motivieren

Moderierende Variablen (Wirkmechanismen): Es wurde versucht, im Einzelfall moderierende Variablen aufzufinden, die den Therapieprozess wesentlich beeinflusst hatten. Aus den Gedächtnisprotokollen der Therapeuten wurden jeweils für den Therapieprozess erschwerende und erleichternde Faktoren zusammengestellt. Leistungshemmende Faktoren waren auf der einen Seite komorbide Störungen der Kinder. Aufmerksamkeitsstörungen führten z.B. zu einer ungenauen und flüchtigen visuell-räumlichen Analyse oder einem Verhaften an wenigen und meist ineffektiven Lernstrategien. Motorische Störungen hatten einigen Kindern das Puzzeln und Zeichnen bereits früh verleidet und zu einer negativen Selbstwirksamkeitserwartung („Das kann ich sowieso nicht“) geführt. Übergeordnete Schwierigkeit in den Exekutivfunktionen erschwerten den Kindern ein strukturiertes und planvolles Vorgehen. Eine geringe Selbstwirksamkeitserwartung hatte zu leichten emotionalen Unsicherheiten bis hin zu einer depressiven Störung geführt und verhinderten anfangs das Interesse am Erarbeiten von räumlich-konstruktiven Lernstrategien. Mnestiche sowie Sprachstörungen erschwerten wiederum ein Einspeichern und Automatisieren der Lernstrategien. Bei einem Kind stand eine übergeordnete Störung im episodischen und semantischen Gedächtnis im Vordergrund, die vor allem das Konsolidieren von erlernten Inhalten sowie Bezugssystemen erheblich erschwerte.

Auf der anderen Seite wurden externe Faktoren als leistungshemmend für den Therapieprozess genannt. Mehrere Kinder schienen bisher wenig Erfahrung im Umgang mit räumlich-konstruktivem Material gemacht zu haben, da die Eltern kaum Förderung und Unterstützungsmöglichkeiten anbieten konnten. Dies hing meist mit einem niedrigen sozioökonomischen Status oder psychischer Störungen eines Elternteils zusammen. Bei diesen Kindern war es besonders hilfreich, wenn sie ihre individuellen Lernstrategien an möglichst vielen, unterschiedlichen Materialien ausprobieren konnten.

Als leistungsfördernde Faktoren wurden ebenfalls personenbezogene und externe Faktoren angeführt. Personenbezogene Faktoren waren ein gutes Selbstvertrauen, eine schnelle Lernfähigkeit, eine gute selektive Aufmerksamkeit, gute logische Fähigkeiten sowie eine hohe Therapiemotivation. Als externe Faktoren wurden die elterliche Unterstützung und Kooperation mit der Therapeutin genannt.

Wirkmodell: Aus den Wirkkomponenten und Wirkmechanismen ließ sich ein zirkuläres Wirkmodell herleiten. Bei allen Kindern wurden in der Therapie implizit oder explizit Lernstrategien bezüglich der Analyse, Planung und der Verankerung im Gedächtnis aufgebaut bzw. verstärkt. Durch die verbesserten Lernstrategien verbesserte sich bei vielen Kindern auch deren Aufmerksamkeit hinsichtlich der räumlichen Ausrichtung, Fokussierung von Details sowie der Flexibilität. Infolge der verbesserten Lernstrategien und Aufmerksamkeit konnten Kinder räumlich-konstruktive Aufgaben lösen und steigerten durch die Erfolge sowohl ihre Selbstwirksamkeitserwartung als auch Motivation. Ermuntert durch die Erfolge ließen sich die Kinder auf unterschiedliche räumlich-konstruktive Aufgaben ein, was ihre Erfahrung und Übung vergrößerte und sich damit die Lernstrategien weiter festigen konnten.

Der Einstieg in diesen Wirkkreislauf war bei den Kindern unterschiedlich. Bei den meisten Kindern erfolgte der Einstieg über den Aufbau von Lernstrategien. Besonders emotional verunsicherte Kinder benötigten zuerst Erfolge, um sich überhaupt auf die Therapieaufgaben einlassen zu können. Die älteren Kinder sowie Kinder mit hyperkinetischen Störungen profitierten anfangs von wiederholten Übungen, bevor mit ihnen Lernstrategien besprochen werden konnten (s. Abbildung 26).

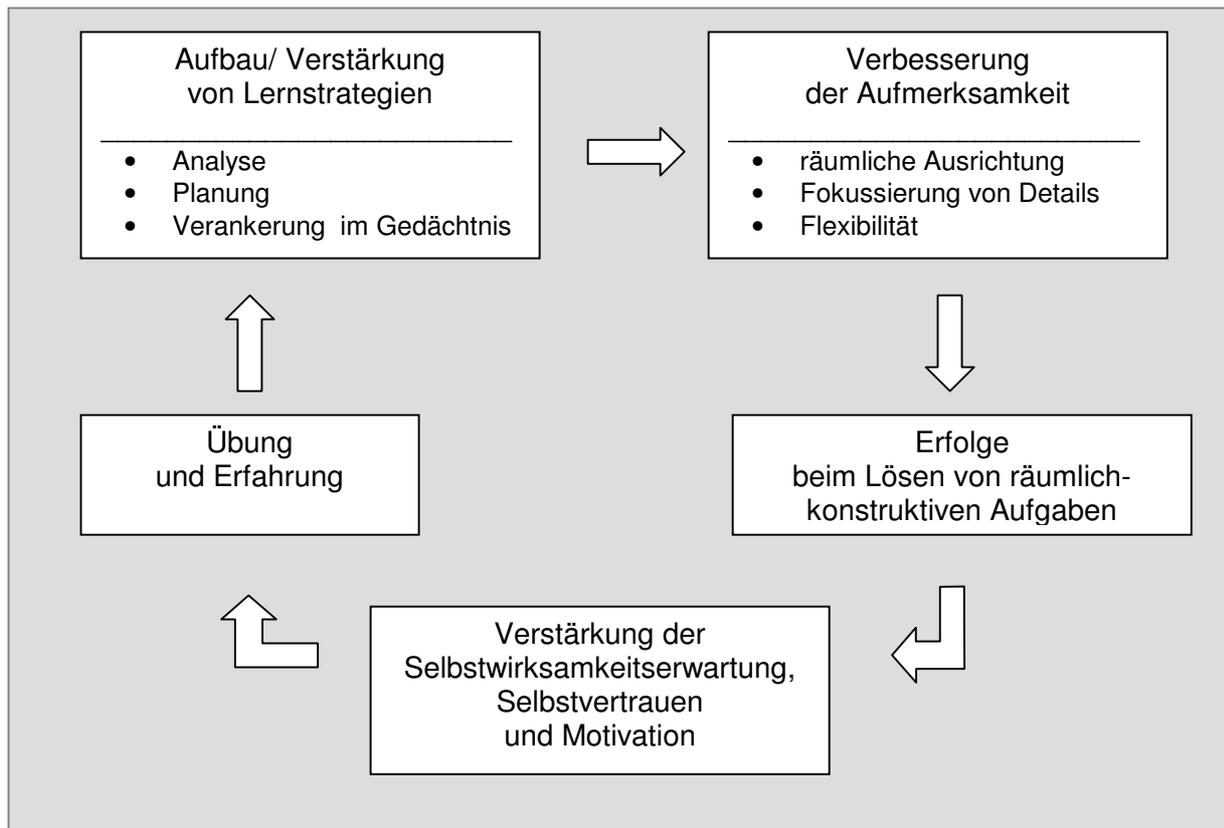


Abbildung 26. Wirkmodell der räumlich-konstruktiven Therapie

4.1.4 Programmreichweite

Aufgrund der kleinen Stichprobe kann nur eine vorsichtige Analyse vorgenommen werden, für welche Kinder sich das vorliegende Therapieprogramm bewährt hat. Dazu wurden zwei Extremgruppen miteinander verglichen. Kinder, die in allen drei Kerntests zum räumlich-konstruktiven Bereich einen durchschnittlichen $RCI > 3.00$ zwischen Prä 2 und Follow-up 2 erzielt hatten, wurden mit den Kindern verglichen, die mittelfristig eine vergleichsweise geringe Verbesserung (durchschnittlicher $RCI < 1.70$) zeigten. Dabei wurden neben Variablen, die die Stichprobe beschreiben, vor allem solche Variablen ausgewählt, in denen sich augenscheinliche Unterschiede zeigten (s. Tabelle 26).

Die Kinder dieser beiden Extremgruppen unterschieden sich nicht hinsichtlich des Ausprägungsgrades ihrer räumlich-konstruktiven Störung in den Mosaiktests und der Anzahl der Therapiestunden. In beiden Gruppen kamen organische Faktoren mit einer Schädigung des ZNS vor. Die Intelligenz war etwa vergleichbar.

Tabelle 26

Kontrastierung der Kinder mit mittelfristig großem und kleinen Therapieeffekt

	Großer Therapieeffekt: <i>RCI</i> > 3.00 <i>Joel, Frieda, Robert</i> <i>M (SD)</i>	Kleiner Therapieeffekt: <i>RCI</i> < 1.70 <i>Merit, Leonie, Anna</i> <i>M (SD)</i>
<i>Soziodemografische Daten</i>		
Alter	82.0 Monate (29.9)	126.7 Monate (17.0)
Intelligenz ^a	0.0 (0.3)	-0.5 (0.6)
Organische Faktoren	Spina bifida/ hochgradige Schwerhörigkeit/ keine	fokale Epilepsie/ primär generalisierte Epilepsie/ keine
Häusliche Förderung	hoch/ hoch/ gering	gering/ gering/ gering
Anzahl belastender Umfeldfaktoren	1.0 (1.7)	2.3 (0.6)
<i>Ausprägung der räumlich-konstruktiven Störung</i>		
Mosaiktests ^b	-1.8 (0.8)	-1.9 (0.0)
VMI-copy	-1.6 (1.7)	-2.6 (1.2)
<i>Ausprägung anderer visuell-räumlicher Störungen</i>		
MVPT-3	-1.8 (1.2)	-0.6 (0.8)
VOT	-0.7 (0.8)	0.1 (1.4)
Gestaltschließen	1.3 (0.0)	0.0 (0.7)
Räuml. Gedächtnis	0.0 (1.0)	-1.0 (0.3)
<i>Ausprägung komorbider Störungen</i>		
Rätsel (K-ABC)	1.0 (0.5)	-1.2 (1.9)
Rechnen (K-ABC)	0.2 (0.5)	-2.0 (0.2)
CBCL-intern.	-0.5 (0.9)	0.6 (1.3)
Therapiestunden	22.3 Stunden (6.0)	20.3 Stunden (11.1)

Anmerkungen. Die Variablen wurden vom Zeitpunkt Prä 1 entnommen (z-Werte). Alle Testwerte wurden in z-Werten angegeben. ^a K-ABC (SIF ohne Untertest Dreiecke). ^b Mittelwert der beiden Mosaiktests.

Die Kinder mit dem mittelfristig größten Therapieeffekt waren deutlich jünger als die Kinder mit dem mittelfristig geringsten Therapieeffekt. Sie wiesen bessere Umfeldbedingungen auf und zeigten geringere Auffälligkeiten im Abzeichentest sowie den räumlich-kognitiven und –mnestischen Fähigkeiten. Im räumlich-perzeptiven Bereich zeigten sie dagegen deutlich schwächere Leistungen. Im räumlich-kognitiven Bereich zeigten sie eine Leistungsdissoziation von 2 Standardabweichungen zwischen dem VOT und dem Untertest Gestaltschließen der K-ABC, im letzteren sogar ein leicht überdurchschnittliches Ergebnis. Sie verfügten über bessere sprachlogische Fähigkeiten und zeigten weniger internalisierende Verhaltensauffälligkeiten. Während die Kinder mit einem niedrigen Therapieeffekt eine ausgeprägte Störung im

Rechnen aufwiesen, zeigten die Kinder mit hohem Therapieeffekt hier unauffällige Leistungen. Allerdings basieren diese Beobachtungen nur auf einer Gruppenstärke von jeweils drei Kindern, so dass die Unterschiede bisher nur Vermutungen darstellen und gesondert überprüft werden müssten.

4.2 Ergebnisevaluation

4.2.1 Ergebnisse zu Hypothese 1: Verringerung der räumlich-konstruktiven Störung

Es wurde angenommen, dass sich eine Verringerung der räumlich-konstruktiven Störung quantitativ in den Leistungen der als Kerntests definierten Verfahren (Untertest Dreiecke aus der K-ABC und Mosaik aus dem SON-R 5½-17, Abzeichentest VMI-Copy) zeigt. Eine qualitative Verringerung sollte sich in den Leistungen des Abzeichentests Rey-Osterrieth Complex Figure ROCF und einer Reduktion typischer Fehler beim Bearbeiten der Mosaiktestverfahren im Beobachtungsbogen Mosaiktests zeigen.

Kerntests (Dreiecke, Mosaik, VMI-Copy): Eine einfaktorielle Varianzanalyse mit Messwiederholungen ergab in dem Untertest Dreiecke der K-ABC eine signifikante Veränderung über alle Messzeitpunkte innerhalb der Gruppe ($F(4, 56) = 60.98, p < .001$), genauso in dem Mosaiktest des SON-R 5 ½-17 ($F(4, 56) = 53.10, p < .001$) und dem Abzeichentest VMI-Copy ($F(4, 56) = 16.82, p < .001$).

Kompositum räumlich-konstruktiv: Eine einfaktorielle Varianzanalyse mit Messwiederholungen über das arithmetische Mittel der drei Kerntests ergab innerhalb der Gruppe eine signifikante Veränderung ($F(4, 56) = 115.83, p < .001$).

Rey-Osterrieth Complex Figure ROCF: Eine Rangvarianzanalyse nach Friedman ergab beim Abzeichentest ROCF eine signifikante Veränderung über alle Messzeitpunkte innerhalb der Gruppe in Bezug auf die Wiedergabe der einzelnen Hauptstrukturen ($\chi^2_{(.05; 4; N = 15)} = 17.22, p = .002$), der inneren Details ($\chi^2_{(.05; 4; N = 15)} = 25.71, p < .001$) und die Anzahl der Fehler ($\chi^2_{(.05; 4; N = 15)} = 11.56, p = .021$). Der Arbeitsstil ($\chi^2_{(.05; 4; N = 15)} = 1.42, p = .852$) hatte sich dagegen nicht wesentlich verändert.

Beobachtungsbogen Mosaiktests: Mit der Rangvarianzanalyse nach Friedman konnte eine signifikante Veränderung in der Anzahl der typisch räumlich-konstruktiven Fehler beim Zusammensetzen der Mosaik nachgewiesen werden ($\chi^2_{(.05; 4; N = 15)} = 54.18, p < .001$).

(a) Klinisch bedeutsamer Effekt zwischen Prä und Post

Es wurde angenommen, dass die Paarvergleiche zwischen den Messzeitpunkten Prä 1 und Prä 2 keine signifikante Veränderung ergeben. Zwischen den Messzeitpunkten Prä 2 und Post wurde dagegen eine signifikante Verbesserung erwartet.

Kerntests (Dreiecke, Mosaik, VMI-Copy): Anhand von Paarvergleichen mit t-Tests konnte eine signifikante Verbesserung der Kinder in allen drei Kerntests im Verlauf der räumlich-konstruktiven Therapie von Prä 2 zu Post nachgewiesen werden (s. Tabelle 27). Die Kinder zeigten nach Beendigung der Therapie zum Zeitpunkt Post eine Leistung, die nur noch gering (maximal 0.3 Standardabweichungen) von der Leistung ihrer Altersnorm abwich. Für alle drei Merkmale ergaben sich Effektstärken im oberen Bereich.

Tabelle 27

Veränderung der räumlich-konstruktiven Fähigkeiten in den Kerntests über alle Messzeitpunkte

		Mosaik (SON-R 5½ -17)	Dreiecke (K-ABC)	VMI-Copy	Kompositum ^a
Prä 1	<i>M_z (SD)</i>	-1.68 (0.66)	-1.60 (0.54)	-1.56 (1.08)	-1.61 (0.46)
Prä 2	<i>M_z (SD)</i>	-1.75 (0.47)	-1.33 (0.55)	-1.62 (0.64)	-1.57 (0.32)
Post	<i>M_z (SD)</i>	-0.40 (0.54)	0.22 (0.45)	-0.44 (0.43)	-0.21 (0.33)
Fw 1	<i>M_z (SD)</i>	-0.21 (0.83)	0.27 (0.47)	-0.29 (0.43)	-0.08 (0.45)
Fw 2	<i>M_z (SD)</i>	-0.17 (0.74)	0.27 (0.61)	-0.30 (0.74)	-0.07 (0.56)
Vergleich Prä 1/ Prä 2:	<i>t (df)</i>	0.61 (14)	-3.06 (14)	0.24 (14)	-0.39 (14)
	<i>p</i>	.554	.009	.815	.705
	<i>d</i>	0.15	0.75	-0.06	.032
Vergleich Prä 2/ Post:	<i>t (df)</i>	-9.81 (14)	-7.69 (14)	-5.96 (14)	-14.30 (14)
	<i>p</i>	< .001**	< .001**	< .001**	< .001**
	<i>d</i>	2.39	1.88	1.45	1.91
Vergleich Prä 2/ Fw 1:	<i>t (df)</i>	-8.85 (14)	-7.66 (14)	-9.94 (14)	-15.77 (14)
	<i>p</i>	< .001**	< .001**	< .001**	< .001**
	<i>d</i>	2.16	1.87	2.43	2.15
Vergleich Prä 2/ Fw 2:	<i>t (df)</i>	-9.37 (14)	-6.87 (14)	-6.08 (14)	-12.64 (14)
	<i>p</i>	< .001**	< .001**	< .001**	< .001**
	<i>d</i>	2.29	1.68	1.48	1.82

Anmerkungen. Es wurden Paarvergleiche mit t-Tests für abhängige Stichproben durchgeführt. Alle Standardwerte wurden in z-Werte transformiert. *M_z* = Mittelwert (z-Werte). *SD* = Standardabweichung. *d* = Effektstärke. Die Effektstärken wurden nach McGaw und Glass (1980) berechnet und nach Hedges (1981) adjustiert. Das Signifikanzniveau wurde zweiseitig mit der sequentiellen Korrektur nach Holm (1979) berechnet. *Entscheidung für ein signifikantes Ergebnis. **Entscheidung für ein hoch signifikantes Ergebnis. ^aDie Werte der drei Kerntests wurden zu einem Kompositum gemittelt. Die Kompositum-Effektstärke wurde aus den Effektstärken der drei Verfahren gemittelt.

Vor Beginn der räumlich-konstruktiven Therapie konnte von Prä 1 zu Prä 2 im Mosaiktest des SON-R 5½-17 und im Abzeichentest VMI-Copy keine signifikante Veränderung, sondern nur eine tendenzielle Verschlechterung beobachtet werden. In den Dreiecken der K-ABC zeigten die Kinder von Prä 1 zu Prä 2 eine tendenzielle Verbesserung mit einer mittleren Effektstärke.

Kompositum räumlich-konstruktiv: Anhand von Paarvergleichen mit t-Tests konnte eine signifikante Verbesserung von Prä 2 zu Post beobachtet werden. Die über die drei Einzelmerkmale gemittelte Effektstärke lag mit $d = 1.91$ im oberen Bereich, während sich von Prä 1 zu Prä 2 keine signifikante Veränderung ergab (s. Tabelle 27).

ROCF: Der Wilcoxon-Vorzeichenrangtest ergab beim Paarvergleichen von Prä 2 mit Post bezüglich der inneren Details eine signifikante Verbesserung. Bezüglich der Hauptstrukturen und der Anzahl der Fehler konnte dagegen keine signifikante Veränderung von Prä 2 zu Post nachgewiesen werden. Vor Beginn der räumlich-konstruktiven Therapie konnte von Prä 1 zu Prä 2 in keinem der drei Bereiche eine signifikante Veränderung beobachtet werden (s. Tabelle 28).

Tabelle 28

Qualitative Veränderung der räumlich-konstruktiven Fähigkeiten über alle Messzeitpunkte

		ROCF:				Beobachtungsbogen Mosaiktests:
		Hauptstrukturen	Innere Details	Arbeitsstil	Fehler	Fehler
Prä 1	<i>M (SD)</i>	17.00 (7.99)	28.27 (10.47)	2.31 (1.18)	4.67 (4.34)	2.20 (1.27)
Prä 2	<i>M (SD)</i>	17.87 (8.18)	29.67 (10.27)	2.07 (1.03)	6.80 (4.18)	2.20 (0.78)
Post	<i>M (SD)</i>	20.07 (7.92)	33.53 (10.08)	2.13 (1.06)	4.80 (3.41)	0.07 (0.26)
Fw 1	<i>M (SD)</i>	21.27 (6.35)	35.80 (5.51)	2.07 (0.88)	4.87 (2.97)	0.07 (0.26)
Fw 2	<i>M (SD)</i>	22.40 (5.64)	35.87 (6.62)	2.30 (1.01)	3.80 (3.03)	0.07 (0.26)
Vergleich Prä 1/ Prä 2:	<i>Z</i>	-0.71	-0.67		-2.30	0.00
	<i>p</i>	.504	.527		.020	> .999
Vergleich Prä 2/ Post:	<i>Z</i>	-2.41	-2.71		-2.29	-3.47
	<i>p</i>	.015	.004*		.022	< .001**
Vergleich Prä 2/ Fw 1:	<i>Z</i>	-2.19	-2.48		-1.96	-3.47
	<i>p</i>	.024	.011		.050	< .001**
Vergleich Prä 2/ Fw 2:	<i>Z</i>	-2.77	-3.01		-2.43	-3.47
	<i>p</i>	.003*	.001**		.013	< .001**

Anmerkungen. $N = 13$. Es wurden Paarvergleiche mit dem Wilcoxon-Vorzeichenrangtest durchgeführt. Alle Testwerte wurden in Rohwerten angegeben ausgenommen des Arbeitsstils der ROCF, der in eine Rangreihe gebracht wurden (1 = Lokale Strategie, 2 = Mischstrategie, 3 = Globale Strategie). *M* = Mittelwert. *SD* = Standardabweichung. Es wurde die exakte Signifikanz mit der sequentiellen Korrektur nach Holm (1979) bestimmt. *Entscheidung für ein signifikantes Ergebnis. **Entscheidung für ein hoch signifikantes Ergebnis. .

Beobachtungsbogen Mosaiktests: Mit dem Wilcoxon-Vorzeichenrangtest ließ sich eine signifikante Verbesserung von Prä 2 zu Post in der Qualität der Lösungen durch den Rückgang typischer Fehler nachweisen. Vor Beginn der räumlich-konstruktiven Therapie konnte von Prä 1 zu Prä 2 dagegen keine signifikante Veränderung beobachtet werden.

(b) Mittelfristige Stabilität des Effektes

Es wurde angenommen, dass die Paarvergleiche zwischen den Messzeitpunkten Prä 2 und Follow-up 1 sowie Prä 2 und Follow-up 2 eine signifikante Verbesserung mit stabilen Effektstärken ergeben.

Kerntests (Dreiecke, Mosaik, VMI-Copy): Paarvergleiche mittels t-Tests konnten in allen drei Kerntests von Prä 2 zu Follow-up 1 und von Prä 2 zu Follow-up 2 signifikante Verbesserungen mit Effektstärken im gleichbleibend oberen Bereich aufzeigen. Im VMI-Copy wurde von Follow-up 1 zu Follow-up 2 eine Verringerung der Effektstärke beobachtet werden, die allerdings weiterhin im oberen Bereich lag (s. Tabelle 27).

Kompositum räumlich-konstruktiv: Sowohl von Prä 2 zu Follow-up 1 als auch von Prä 2 zu Follow-up 2 konnten signifikante Verbesserungen im Paarvergleich mittels t-Tests beobachtet werden. Die Effektstärken hatten sich von Follow-up 1 zu Follow-up 2 verringert, lagen aber weiterhin im sehr hohen Bereich (s. Abbildung 27).

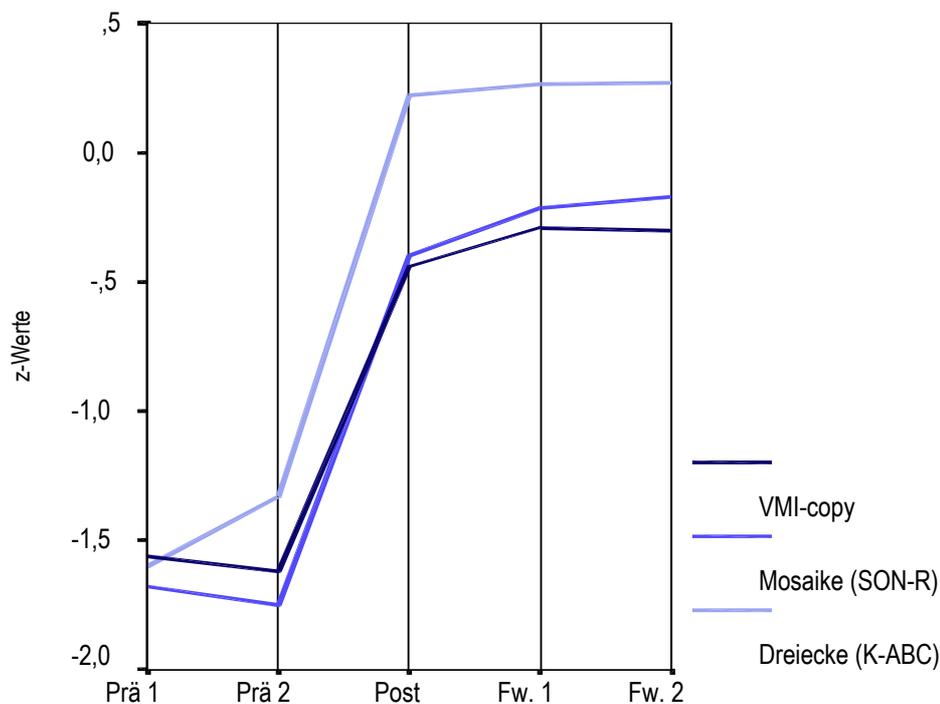


Abbildung 27. Veränderung der räumlich-konstruktiven Störung über alle Messzeitpunkte in den Kerntests. Es wurden die Mittelwerte der Kerntests (z-Werte) abgebildet. Fw. 1 = Follow-up 1. Fw. 2 = Follow-up 2.

ROCF: Mit dem Wilcoxon-Vorzeichenrangtest konnte beim Beachten innerer Details keine signifikante Veränderung von Prä 2 zu Follow-up 1 aufgezeigt werden, aber von Prä 2 zu Follow-up 2. Beim Beachten der Hauptstrukturen zeigte sich lediglich von Prä 2 zu Follow-up 2 eine signifikante Verbesserung. Im Fehlerscore hatte sich die Leistung der Kinder nicht wesentlich verändert (s. Tabelle 28).

Beobachtungsbogen Mosaiktests: Mit dem Wilcoxon-Vorzeichenrangtest ließ sich in der Qualität der Lösungen eine signifikante Verbesserung von Prä 2 zu Follow-up 1 und von Prä 2 zu Follow-up 2 nachweisen (s. Tabelle 28).

4.2.2 Ergebnisse zu Hypothese 2: Transfer

Es wurde erwartet, dass sich infolge der verbesserten räumlich-konstruktiven Fähigkeiten ein Transfer zeigt in Bezug auf (a) verbesserte Alltagsfertigkeiten der Kinder im Ergebnismerkmal Elternfragebogen, (b) verbesserte akademische Fertigkeiten in den Ergebnismerkmalen Elternfragebogen, Rechnen (K-ABC) sowie vier Untertests der ZAREKI-R zur Zahlraumvorstellung und (c) verbesserte Arbeitsstrategien in dem Ergebnismerkmal Beobachtungsbogen Mosaiktests. Der Transfer sollte sich sowohl im Verlauf der therapeutischen Intervention von Prä 2 zu Post als auch mittelfristig von Prä 2 zu Follow-up 1 und von Prä 2 zu Follow-up 2 zeigen. Vor Beginn der therapeutischen Intervention wurde dagegen von Prä 1 zu Prä 2 keine wesentliche Veränderung erwartet.

(a) Transfer auf Alltagsfertigkeiten

Elternfragebogen: Mit der Rangvarianzanalyse nach Friedman ergab sich in der Subskala „Räumlich-konstruktive Fähigkeiten“ des Elternfragebogens über alle Messzeitpunkte keine signifikante Veränderung, während sich in der Subskala „Alltagsfertigkeiten“ eine signifikante Veränderung über alle Messzeitpunkte zeigte. Bei einer Analyse der einzelnen Items der beiden Subskalen zeigten sich nur in zwei Items eine signifikante Veränderung: in den Items „Sprechen über den Raum“ und „Wiederfinden von Gegenständen“. In dem Item „Bauen mit Konstruktionsspielen“ zeigte sich eine tendenzielle, aber keine signifikante Veränderung (s. Tabelle 29).

Tabelle 29

Veränderung der Angaben der Eltern im Elternfragebogen über alle Messzeitpunkte

Items	$\chi^2(.05; 4; N=15)$	p
<u>Skala räumlich-konstruktive Fähigkeiten</u>		
Puzzeln	4.800	.314
Konstruktionsspiele	9.738	.040
Papier beim Schreiben, Zeichnen einteilen	3.448	.561
Gegenstände erkennbar zeichnen	1.860	.763
Gesamt:	8.14	.086
<u>Skala Alltagsfertigkeiten</u>		
Räumliche Orientierung	4.500	.415
Ordnung im Zimmer halten	5.593	.238
Gegenstände wiederfinden	13.132	.009*
Selbständiges Ankleiden	0.471	>.999
Visuelle Achtsamkeit	3.733	.457
Gefahren im Straßenverkehr einschätzen	1.342	.866
Beim Sport räumliche Aufstellungen beachten	0.667	>.999
Sprechen über den Raum	19.706	<.001**
Erlebnisse in zeitlicher Abfolge wiedergeben	2.906	.595
Anweisungen mit räumlichen Beschreibungen folgen	2.473	.672
Soziale Interaktion mit Gleichaltrigen	3.290	.517
Gesamt:	13.23	.007**

Anmerkungen. Es wurden Rangvarianzanalysen nach Friedman berechnet. Es wurde die exakte Signifikanz bestimmt und sequentiell nach Holm (1979) korrigiert. *Entscheidung für ein signifikantes Ergebnis. **Entscheidung für ein hoch signifikantes Ergebnis.

Paarvergleiche mit dem Wilcoxon-Vorzeichenrangtest ergaben in der Subskala „Alltagsfertigkeiten“ keine signifikante Veränderung weder vor Beginn der Therapie von Prä 1 zu Prä 2 noch unmittelbar nach Beendigung der Therapie von Prä 2 zu Post. Mittelfristig zeigte sich eine signifikante Verbesserung von Prä 2 zu Follow-up 1, die zu Follow-up 2 aber nicht stabil blieb. Bezüglich der einzelnen Items konnte im Paarvergleich keine signifikante Veränderung nachgewiesen werden (s. Tabelle 30).

Tabelle 30

Veränderung in einzelnen Items und Subskalen des Elternfragebogens über alle Messzeitpunkte

		Item 2: Sprechen über den Raum	Item 5: Gegenstände wiederfinden	Skala räumlich-konstruktive Fähigkeiten	Skala Alltags- fertigkeiten
Prä 1	M (SD)	3.20 (0.68)	2.67 (0.98)	2.65 (0.65)	3.22 (0.48)
Prä 2	M (SD)	3.20 (0.78)	2.67 (0.98)	2.77 (0.62)	3.24 (0.52)
Post	M (SD)	3.67 (0.49)	2.93 (0.96)	2.95 (0.58)	3.34 (0.40)
Fw 1	M (SD)	3.67 (0.49)	3.13 (0.92)	2.87 (0.61)	3.38 (0.52)
Fw 2	M (SD)	3.73 (0.46)	3.20 (0.86)	2.87 (0.72)	3.44 (0.51)
Vergleich Prä 1/ Prä 2:	Z	0.00	0.00		-0.42
	p	> .999	> .999		.711
Vergleich Prä 2/ Post:	Z	-1.13	-1.27		-1.18
	p	.500	.359		.254
Vergleich Prä 2/ Fw 1:	Z	-2.33	-2.33		-2.67
	p	.031	.039		.006**
Vergleich Prä 2/ Fw 2:	Z	-2.13	-1.76		-1.93
	p	.055	.116		.054

Anmerkungen. $N = 15$. Es wurden Paarvergleiche mit dem Wilcoxon-Vorzeichenrangtest durchgeführt. Alle Testwerte wurden in Rohwerten angegeben (1 = starke Auffälligkeit, 2 = mäßige Auffälligkeit, 3 = leichte Auffälligkeit, 4 = keine Auffälligkeit). M = Mittelwert. SD = Standardabweichung. Es wurde die exakte Signifikanz mit der sequentiellen Korrektur nach Holm (1979) bestimmt. *Entscheidung für ein signifikantes Ergebnis. **Entscheidung für ein hoch signifikantes Ergebnis.

(b) Transfer auf akademische Fertigkeiten

Rechnen (K-ABC): Eine Varianzanalyse mit Messwiederholungen ergab keine signifikante Veränderung innerhalb der Gruppe über alle Messzeitpunkte ($F(4, 56) = 1.411, p = .260$).

Zahlraumvorstellung (ZAREKI-R): Die Rangvarianzanalyse nach Friedman ergab eine signifikante Veränderung innerhalb der Gruppe über alle Messzeitpunkte in den Untertests Zählen rückwärts ($\chi^2_{(.05; 4; N = 12)} = 31.32, p < .001$), Zahlenstrahl mit Vorgabe ($\chi^2_{(.05; 4; N = 12)} = 28.23, p < .001$) und Zahlenstrahl ohne Vorgabe ($\chi^2_{(.05; 4; N = 12)} = 27.10, p < .001$). Im Untertest Perzeptive Mengenbeurteilung konnte keine signifikante Veränderung ($\chi^2_{(.05; 4; N = 12)} = 2.10, p = .727$) nachgewiesen werden (s. Tabelle 31).

Anhand von Paarvergleichen mit dem Wilcoxon-Vorzeichenrangtest konnte unmittelbar nach Beendigung der Therapie von Prä 2 zu Post eine signifikante Verbesserung in den Untertests Zählen rückwärts und Zahlenstrahl ohne Vorgabe nachgewiesen werden, die sich vor Beginn der Therapie von Prä 1 zu Prä 2 nicht zeigte. Mittelfristig blieben die Leistungen der Kinder in diesen beiden Untertests stabil. Im Untertest Zahlenstrahl mit Vorgabe konnte weder vor noch unmittelbar nach Beendigung der Therapie von Prä 2 zu Post eine signifikante Veränderung nachgewiesen werden. Auch von Prä 2 zu Follow-up 1 blieben die Leistungen

der Kinder in diesem Untertest unverändert, mittelfristig zeigte sich dann von Prä 2 zu Follow-up 2 eine signifikante Verbesserung (s. Tabelle 31).

Tabelle 31

Veränderung der Zahlraumvorstellung (ZAREKI-R) über alle Zeitpunkte bei den Schulkindern ($n = 12$)

		Zählen rückwärts	Zahlenstrahl mit Vorgabe	Zahlenstrahl ohne Vorgabe	Perzeptive Mengenbeurteilung
Prä 1	<i>M (SD)</i>	2.17 (1.59)	3.50 (1.88)	4.50 (2.97)	2.92 (1.68)
Prä 2	<i>M (SD)</i>	2.33 (1.23)	3.67 (1.82)	4.92 (3.00)	3.08 (1.51)
Post	<i>M (SD)</i>	3.50 (1.00)	4.92 (0.90)	7.92 (2.80)	3.00 (1.65)
Fw 1	<i>M (SD)</i>	3.02 (0.29)	5.17 (1.03)	7.75 (1.91)	3.67 (1.56)
Fw 2	<i>M (SD)</i>	3.62 (0.96)	5.67 (0.65)	8.00 (2.05)	3.08 (1.56)
Vergleich Prä 1/ Prä 2:	<i>Z</i>	-0.54	-0.56	-0.85	
	<i>p</i>	.750	.750	.531	
Vergleich Prä 2/ Post:	<i>Z</i>	-2.74	-2.27	-2.81	
	<i>p</i>	.004*	.031	.002**	
Vergleich Prä 2/ Fw 1:	<i>Z</i>	-2.75	-2.54	-2.81	
	<i>p</i>	.004*	.008	.002**	
Vergleich Prä 2/ Fw 2:	<i>Z</i>	-2.81	-2.68	-2.86	
	<i>p</i>	.004*	.004*	.002**	

Anmerkungen. Es wurden die Rohwerte der ZAREKI-R dargestellt und Paarvergleiche mit dem Wilcoxon-Vorzeichenrangtest durchgeführt. *M* = Mittelwert. *SD* = Standardabweichung. Es wurde die exakte Signifikanz berechnet und sequenziell nach Holm (1979) korrigiert: *Entscheidung für ein signifikantes Ergebnis. **Entscheidung für ein hoch signifikantes Ergebnis.

Akademische Fertigkeiten (Elternfragebogen): In der Skala „akademische Fertigkeiten“ des Elternfragebogens konnte mit der Rangvarianzanalyse eine signifikante Veränderung ($\chi^2_{(.05; 4; N = 12)} = 14.54, p = .004$) über alle Messzeitpunkte nachgewiesen werden. In den einzelnen Items Rechnen ($\chi^2_{(.05; 4; N = 12)} = 5.26, p = .280$), Schreiben der Buchstaben in der richtigen Ausrichtung ($\chi^2_{(.05; 4; N = 12)} = 6.68, p = .152$), Schreiben der Buchstaben in der richtigen Abfolge ($\chi^2_{(.05; 4; N = 12)} = 6.15, p = .191$) und Lesen der Analoguhr ($\chi^2_{(.05; 4; N = 12)} = 4.69, p = .333$) konnte keine signifikante Veränderung nachgewiesen werden. Lediglich in dem Item zeitliche Orientierung ($\chi^2_{(.05; 4; N = 12)} = 14.09, p = .005$) wurde eine signifikante Veränderung über alle Messzeitpunkte festgestellt.

Anhand von Paarvergleichen mit dem Wilcoxon-Vorzeichenrangtest zeigte sich in der Skala akademische Fertigkeiten eine signifikante Verbesserung von Prä 2 zu Post und von Prä 2 zu Follow-up 2. Von Prä 1 zu Prä 2 sowie von Prä 2 zu Follow-up 1 konnte dagegen keine signifikante Veränderung nachgewiesen werden. In dem Item zeitliche Orientierung konnte mit Paarvergleichen zu keinem Zeitpunkt eine signifikante Veränderung nachgewiesen werden (s. Tabelle 32).

Tabelle 32

Veränderung der akademischen Fertigkeiten im Elternfragebogen über alle Messzeitpunkte

		Item 19: Zeitliche Orientierung	Skala Akademische Fertigkeiten
Prä 1	<i>M (SD)</i>	2.00 (0.91)	2.55 (0.60)
Prä 2	<i>M (SD)</i>	2.60 (1.30)	2.51 (0.63)
Post	<i>M (SD)</i>	3.07 (0.88)	2.88 (0.53)
Fw 1	<i>M (SD)</i>	2.67 (1.18)	2.74 (0.57)
Fw 2	<i>M (SD)</i>	2.60 (1.18)	3.06 (0.65)
Vergleich Prä 1/ Prä 2:	<i>Z</i>	-0.41	-0.42
	<i>p</i>	.625	.730
Vergleich Prä 2/ Post:	<i>Z</i>	-2.33	-2.75
	<i>p</i>	.027	.005**
Vergleich Prä 2/ Fw 1:	<i>Z</i>	-2.12	-1.20
	<i>p</i>	.060	.235
Vergleich Prä 2/ Fw 2:	<i>Z</i>	-2.37	-2.76
	<i>p</i>	.023	.004**

Anmerkungen. $N = 13$. Es wurden Paarvergleiche mit dem Wilcoxon-Vorzeichenrangtest durchgeführt. M = Mittelwert. SD = Standardabweichung. Es wurde die exakte Signifikanz berechnet und sequenziell nach Holm (1979) korrigiert: *Entscheidung für ein signifikantes Ergebnis nach Holm-Korrektur. **Entscheidung für ein hoch signifikantes Ergebnis.

In Abbildung 28 sind die Veränderungen der Einschätzung der Eltern anhand des Elternfragebogens bezüglich der räumlich-konstruktiver Fähigkeiten, Alltagsfertigkeiten und akademischen Fertigkeiten ihrer Kinder grafisch dargestellt.

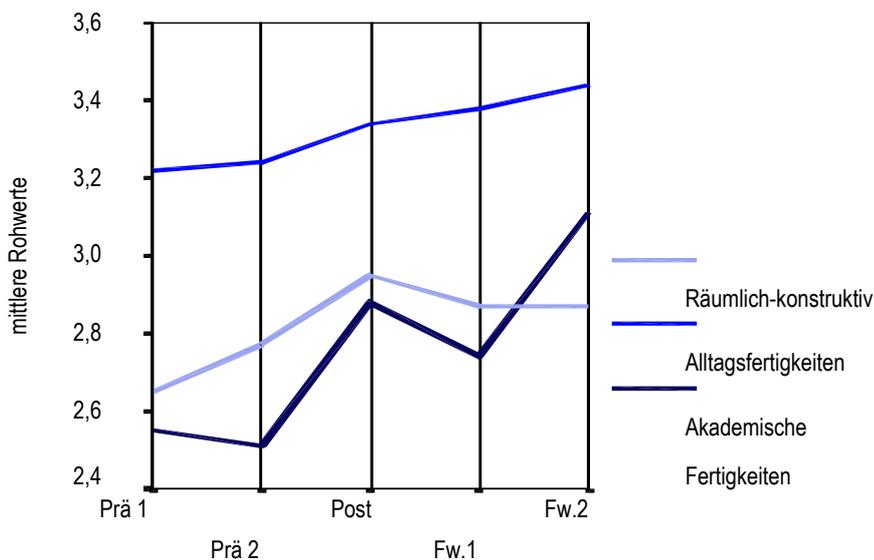


Abbildung 28. Veränderung der Kinder in den Subskalen des Elternfragebogens über alle Messzeitpunkte. Fw.1 = Follow-up 1, Fw.2 = Follow-up 2. Es wurden die Mittelwerte abgebildet. In dem vierstufigen Fragebogen konnten die Eltern wählen zwischen 1 = starke Auffälligkeit, 2 = mäßige Auffälligkeit, 3 = leichte Auffälligkeit, 4 = keine Auffälligkeit.

(c) Transfer auf Arbeitsstrategien*Beobachtungsbogen Mosaiktests:*

Mit der Rangvarianzanalyse nach Friedman konnte eine qualitative Verbesserung der Arbeitsstrategien anhand des Beobachtungsbogens aufgezeigt werden ($\chi^2_{(.05; 4; N = 15)} = 37.71, p < .001$).

Bei Paarvergleichen mit dem Wilcoxon-Vorzeichenrangtest konnte von Prä 2 zu Post ein signifikanter Rückgang ungünstiger Arbeitsstrategien nachgewiesen werden, der im Verlauf von Prä 2 zu Follow-up 1 und zu Follow-up 2 stabil blieb (vgl. Tabelle 33).

Tabelle 33

Veränderung der Arbeitsstrategien im Beobachtungsbogen Mosaiktests über alle Messzeitpunkte

		Arbeitsstrategien
Prä 1	<i>M (SD)</i>	4.27 (2.89)
Prä 2	<i>M (SD)</i>	4.20 (2.18)
Post	<i>M (SD)</i>	0.73 (1.00)
Fw 1	<i>M (SD)</i>	1.40 (1.30)
Fw 2	<i>M (SD)</i>	0.15 (0.23)
Vergleich Prä 1/ Prä 2:	<i>Z</i>	-0.435
	<i>p</i>	.663
Vergleich Prä 2/ Post:	<i>Z</i>	-3.20
	<i>p</i>	.001**
Vergleich Prä 2/ Fw 1:	<i>Z</i>	-3.43
	<i>p</i>	.001**
Vergleich Prä 2/ Fw 2:	<i>Z</i>	-3.41
	<i>p</i>	.001**

Anmerkungen. *N* = 15. Paarvergleiche anhand des Wilcoxon-Vorzeichenrangtests. Es wurde die Anzahl ungünstiger Arbeitsstrategien ausgezählt. *M* = Mittelwert. *SD* = Standardabweichung. Es wurde die exakte Signifikanz bestimmt und sequentiell nach Holm (1979) korrigiert. *Entscheidung für ein signifikantes Ergebnis. **Entscheidung für ein hoch signifikantes Ergebnis.

4.2.3 Ergebnisse zu Hypothese 3: Verbesserung der räumlich-perzeptiven Fähigkeiten

Es wurde angenommen, dass sich eine Verbesserung der visuell-räumlichen Wahrnehmung in den Leistungen der Verfahren Motor-Free Visual Perception Tests MVPT-3 und VMI-Perception sowohl (a) unmittelbar nach Beendigung der Therapie von Prä 2 und Post als auch (b) mittelfristig von Prä 2 zu Follow-up 1 und zu Follow-up 2 zeigt. Vor Beginn der Therapie von Prä 1 zu Prä 2 wurde dagegen keine wesentliche Veränderung in den Leistungen der Kinder erwartet.

MVPT-3: Eine einfaktorielle Varianzanalyse mit Messwiederholungen ergab eine signifikante Veränderung innerhalb der Gruppe über alle Messzeitpunkte ($F(4, 56) = 33.89, p < .001$). In allen Subbereichen des *MVPT-3* konnte mit der Rangvarianzanalyse nach Friedman eine signifikante Veränderung nachgewiesen werden (Formdifferenzierung: $\chi^2_{(.05; 4; N = 15)} = 22.10, p < .001$, Figur-Grund-Wahrnehmung: $\chi^2_{(.05; 4; N = 15)} = 29.90, p < .001$, Gedächtnis: $\chi^2_{(.05; 4; N = 15)} = 44.92, p < .001$, Gestaltbindung: $\chi^2_{(.05; 4; N = 15)} = 45.68, p < .001$, Raum-Lage-Wahrnehmung: $\chi^2_{(.05; 4; N = 15)} = 35.32, p < .001$).

VMI-perception: Eine einfaktorielle Varianzanalyse mit Messwiederholungen ergab eine signifikante Veränderung innerhalb der Gruppe über alle Messzeitpunkte ($F(4, 56) = 5.33$, $p = .004$).

Kompositum räumlich-perzeptiv: Eine einfaktorielle mit Messwiederholungen Varianzanalyse über das arithmetische Mittel beider Verfahren ergab innerhalb der Gruppe ebenfalls ein signifikantes Ergebnis ($F(4, 56) = 28.16$, $p < .001$).

(a) Bedeutsamer Effekt zwischen Prä 2 und Post

MVPT-3: Paarvergleichen anhand von t-Tests ergaben im Gesamtwert des MVPT-3 unmittelbar nach Beendigung der Therapie von Prä 2 zu Post eine signifikante Verbesserung mit einer Effektstärke im oberen Bereich. Vor Beginn der räumlich-konstruktiven Therapie ließ sich im Gesamtwert von Prä 1 zu Prä 2 dagegen keine signifikante Veränderung, aber ebenfalls eine Effektstärke im oberen Bereich nachweisen (s. Tabelle 35). Mit dem Wilcoxon-Vorzeichenrangtest konnte in den Subbereichen räumliches Gedächtnis und Gestaltbindung eine signifikante Verbesserung von Prä 2 zu Post nachgewiesen werden, nicht aber in den Subbereichen Formdifferenzierung, Figur-Grund-Unterscheidung und Raum-Lage-Wahrnehmung. In keinem der Subbereiche ließ sich eine signifikante Veränderungen vor Beginn der Therapie von Prä 1 zu Prä 2 nachweisen (s. Tabelle 34).

Tabelle 34

Veränderung der Subbereiche des MVPT-3 über alle Messzeitpunkte

		Form- differenzierung	Figur-Grund- Unterscheidung	Räumliches Gedächtnis	Gestalt- bindung	Lage im Raum
Prä 1	<i>M (SD)</i>	7.33 (0.90)	4.13 (0.74)	5.53 (1.30)	7.40 (2.10)	3.47 (1.36)
Prä 2	<i>M (SD)</i>	7.80 (0.56)	4.73 (0.46)	5.93 (1.83)	8.47 (2.03)	3.80 (1.32)
Post	<i>M (SD)</i>	7.87 (0.35)	5.00 ^a (0.00)	7.20 (1.26)	10.20 (1.66)	5.13 (0.74)
Fw 1	<i>M (SD)</i>	8.00 ^a (0.00)	5.00 ^a (0.00)	7.53 (0.74)	11.00 (1.51)	5.27 (0.70)
Fw 2	<i>M (SD)</i>	8.00 ^a (0.00)	4.93 (0.29)	7.93 (0.26)	10.33 (2.02)	5.00 (0.85)
Vergleich Prä 1/ Prä 2:	<i>Z</i>	-2.33	-2.24	-1.14	-2.13	-1.27
	<i>p</i>	.031	.063	.281	.031	.359
Vergleich Prä 2/ Post:	<i>Z</i>	-1.00	-2.00	-2.84	-3.38	-1.72
	<i>p</i>	> .999	.125	.002*	< .001**	.006
Vergleich Prä 2/ Fw 1:	<i>Z</i>	-1.34	-1.27	-2.96	-3.32	-2.99
	<i>p</i>	.500	.031	.001**	< .001**	.001*
Vergleich Prä 2/ Fw 2:	<i>Z</i>	-1.34	-2.33	-3.08	-3.02	-2.58
	<i>p</i>	.500	.031	< .001**	.001**	.010

Anmerkungen. $N = 15$. Es wurden Paarvergleichen dem Wilcoxon-Vorzeichenrangtest anhand der Rohwerte durchgeführt. M = Mittelwert. SD = Standardabweichung. Es wurde die exakte Signifikanz bestimmt und sequentiell nach Holm (1979) korrigiert. *Entscheidung für ein signifikantes Ergebnis. **Entscheidung für ein hoch signifikantes Ergebnis. ^a Deckeneffekt (der Wert entspricht dem maximal erreichbaren Wert).

VMI-perception: Paarvergleiche mittels t-Tests konnten von Prä 2 zu Post keine wesentlich Veränderung nachweisen. Vor Beginn der räumlich-konstruktiven Therapie konnte von Prä 1 zu Prä 2 ebenfalls keine signifikante Veränderung beobachtet werden (s. Tabelle 35).

Kompositum räumlich-perzeptiv: Paarvergleiche mittels t-Tests konnten von Prä 2 zu Post eine signifikante Verbesserung mit einer großen Effektstärke nachweisen. Vor Beginn der räumlich-konstruktiven Therapie ließ sich dagegen keine signifikante Veränderung nachweisen (s. Tabelle 35).

Tabelle 35

Veränderung der räumlich-perzeptiven Fähigkeiten über alle Messzeitpunkte

		MVPT-3	VMI-Perception	Kompositum ^a
Prä 1	M_z (SD)	-0.99 (1.09)	-0.09 (0.84)	-0.54 (0.82)
Prä 2	M_z (SD)	-0.37 (1.10)	-0.11 (1.00)	-0.24 (0.70)
Post	M_z (SD)	0.76 (0.58)	0.25 (1.05)	0.51 (0.64)
Fw 1	M_z (SD)	1.07 (0.64)	0.67 (1.03)	0.87 (0.75)
Fw 2	M_z (SD)	0.75 (0.57)	0.72 (0.86)	0.73 (0.63)
Vergleich Prä 1/ Prä 2:	t (df)	-3.36 (14)	0.61 (14)	-1.76 (14)
	p	.010	.950	.101
	d	0.82	-0.01	0.41
Vergleich Prä 2/ Post:	t (df)	-5.45 (14)	-1.32 (14)	-4.97 (14)
	p	< .001**	.209	< .001**
	d	1.33	0.32	0.83
Vergleich Prä 2/ Fw 1:	t (df)	-5.63 (14)	-4.05 (14)	-5.71 (14)
	p	< .001**	.001**	< .001**
	d	1.37	0.99	1.18
Vergleich Prä 2/ Fw 2:	t (df)	-4.01 (14)	-3.26 (14)	-6.14 (14)
	p	< .001**	.006	< .001**
	d	0.98	0.80	0.89

Anmerkungen. $N = 15$. Es wurden Paarvergleiche mit t-Tests für abhängige Stichproben durchgeführt. Die Standardwerte wurden z-transformiert. M_z = Mittelwert. SD = Standardabweichung. d = Effektstärke. Es wurden zweiseitige Irrtumswahrscheinlichkeiten mit sequentiellen Korrektur nach Holm (1979) berechnet. *Entscheidung für ein signifikantes Ergebnis. **Entscheidung für ein hoch signifikantes Ergebnis. Die Effektstärken wurden nach McGaw und Glass (1980) berechnet und nach Hedges (1981) adjustiert. ^a Die Werte der drei Kerntests wurden zu einem Kompositum gemittelt. Die Kompositum-Effektstärke wurde aus den Effektstärken der drei Verfahren gemittelt.

(b) Mittelfristige Stabilität des Effektes

MVPT-3: Paarvergleiche mittels t-Tests konnten von Prä 2 zu Follow-up 1 eine signifikante Verbesserung mit einer großen Effektstärke nachweisen, genauso von Prä 2 zu Follow-up 2. Mit dem Wilcoxon-Vorzeichenrangtest konnte in den Subbereichen Formdifferenzierung und Figur-Grund-Unterscheidung auch mittelfristig keine signifikante Veränderung nachgewiesen werden (s. Tabelle 35). In den Subbereichen räumliches Gedächtnis und Gestaltbin-

dung zeigte sich von Prä 2 zu Follow-up 1 eine signifikante Verbesserung, die auch zu Follow-up 2 stabil blieb. Im Bereich der Raum-Lage-Wahrnehmung zeigte sich von Prä 2 zu Follow-up 1 eine signifikante Verbesserung, die zu Follow-up 2 aber nicht stabil blieb.

VMI-perception: Anhand von Paarvergleichen mittels t-Tests ließ von Prä 2 zu Follow-up 1 eine signifikante Verbesserung mit einer mittleren Effektstärke nachweisen. Von Prä 2 zu Follow-up 2 konnte keine signifikante Verbesserung, allerdings weiterhin eine Effektstärke im oberen Bereich nachgewiesen werden.

Kompositum räumlich-perzeptiv: Anhand von Paarvergleichen mittels t-Tests konnte für das arithmetische Mittel der beiden Verfahren zur visuell-räumlichen Wahrnehmung eine signifikante Verbesserung von Prä 2 zu Follow-up 1 und von Prä 2 zu Follow-up 2 nachgewiesen werden (s. Abbildung 29).

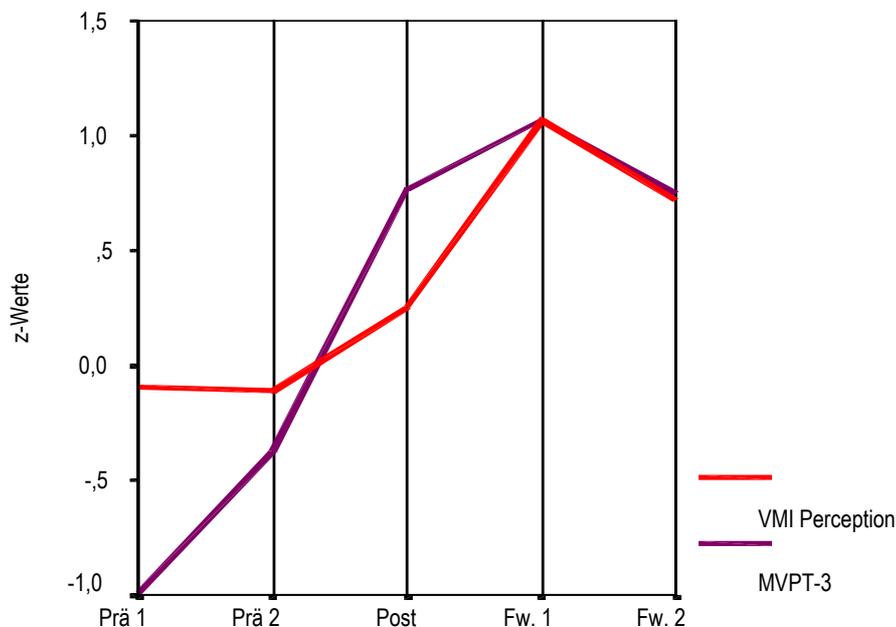


Abbildung 29. Veränderung der räumlich-perzeptiven Fähigkeiten über alle Messzeitpunkte. Es wurden die Mittelwerte abgebildet. Fw. 1 = Follow-up 1, Fw. 2 = Follow-up 2

4.2.4 Ergebnisse zu Hypothese 4: Verbesserung der räumlich-kognitiven Fähigkeiten

Es wurde angenommen, dass sich eine Verbesserung der visuell-räumlichen Kognition in den Leistungen der Verfahren Visual Organization Test VOT und dem Untertest Gestalt-schließen (K-ABC) sowohl (a) unmittelbar nach Beendigung der Therapie von Prä 2 zu Post als auch (b) mittelfristig von Prä 2 zu Follow-up 1 und zu Follow-up 2 zeigt. Vor Beginn der Therapie von Prä 1 zu Prä 2 wurde dagegen keine wesentliche Veränderung in den Leistungen der Kinder erwartet.

VOT, Gestaltschließen (K-ABC): Eine einfaktorielle Varianzanalyse mit Messwiederholungen ergab eine signifikante Veränderung innerhalb der Gruppe über alle Messzeitpunkte sowohl im VOT ($F(4, 56) = 25.72, p < .001$) als auch im Untertest Gestaltschließen $F(4, 56) = 4.35, p = .007$).

Kompositum räumlich-kognitiv: Eine einfaktorielle Varianzanalyse mit Messwiederholungen ergab eine signifikante Veränderung innerhalb der Gruppe über alle Messzeitpunkte ($F(4, 56) = 23.77, p < .001$).

(a) Bedeutsamer Effekt zwischen Prä 2 und Post

VOT, Gestaltschließen (K-ABC): Paarvergleiche mittels t-Tests konnten im VOT eine signifikante Verbesserung mit einer Effektstärke im mittleren Bereich von Prä 2 zu Post aufzeigen, während sich die Leistungen im Untertest Gestaltschließen nicht wesentlich verändert hatten. Vor Beginn der räumlich-konstruktiven Therapie ließ sich von Prä 1 zu Prä 2 im VOT ebenfalls eine signifikante Verbesserung mit großer Effektstärke nachweisen, die sich im Untertest Gestaltschließen nicht zeigte (s. Tabelle 36).

Tabelle 36

Veränderung der räumlich-kognitiven Fähigkeiten über alle Messzeitpunkte

		VOT	Gestaltschließen	Kompositum ^a
Prä 1	$M_z (SD)$	-0.89 (1.48)	0.09 (1.36)	-0.40 (1.25)
Prä 2	$M_z (SD)$	0.05 (1.32)	0.13 (1.37)	0.09 (1.15)
Post	$M_z (SD)$	0.77 (1.10)	0.42 (1.16)	0.59 (0.95)
Fw 1	$M_z (SD)$	1.11 (0.60)	0.56 (1.12)	0.83 (0.77)
Fw 2	$M_z (SD)$	1.09 (0.70)	0.49 (1.08)	0.79 (0.83)
Vergleich Prä 1/ Prä 2:	$t (df)$	-3.70 (14)	-0.30 (14)	-3.45 (14)
	p	.002*	.769	.004*
	d	0.90	0.07	0.49
Vergleich Prä 2/ Post:	$t (df)$	-3.51 (14)	-2.10 (14)	-3.58 (14)
	p	.004*	.054	.003*
	d	0.86	0.51	0.69
Vergleich Prä 2/ Fw 1:	$t (df)$	-4.56 (14)	-3.20 (14)	-5.00 (14)
	p	< .001**	.006	< .001**
	d	1.11	0.78	0.95
Vergleich Prä 2/ Fw 2:	$t (df)$	-3.92 (14)	-2.31 (14)	-4.06 (14)
	p	.002*	.037	.001**
	d	0.96	.056	0.76

Anmerkungen. $N = 15$. Es wurden Paarvergleiche mit t-Tests für abhängige Stichproben durchgeführt. Die Standardwerte wurden in z-Werte transformiert. M_z = Mittelwert. SD = Standardabweichung. d = Effektstärke. Es wurden zweiseitige Irrtumswahrscheinlichkeiten mit sequentiellen Korrektur nach Holm (1979) angegeben. *Entscheidung für ein signifikantes Ergebnis. **Entscheidung für ein hoch signifikantes Ergebnis. Die Effektstärken wurden nach McGaw und Glass (1980) berechnet und nach Hedges (1981) adjustiert. ^a Die Werte der beiden Testverfahren wurden zu einem Kompositum gemittelt. Die Kompositum-Effektstärke wurde aus den Effektstärken der drei Verfahren gemittelt.

Kompositum räumlich-kognitiv: Unmittelbar nach Beendigung der Therapie von Prä 2 zu Post ergab sich in Paarvergleichen mittels t-Tests eine signifikante Verbesserung mit einer Effektstärke im mittleren Bereich. Vor Beginn der räumlich-konstruktiven Therapie konnte von Prä 1 zu Prä 2 ebenfalls eine signifikante Verbesserung mit einer kleinen Effektstärke nachgewiesen werden.

(b) Mittelfristige Stabilität des Effektes

VOT, Gestaltschließen (K-ABC): Paarvergleichen mittels t-Tests ergaben von Prä 2 zu Follow-up 1 und von Prä 2 zu Follow-up 2 im VOT eine signifikante Verbesserung mit Effektstärken im oberen Bereich. Im Untertest Gestaltschließen ließ sich dagegen auch mittelfristig keine wesentliche Veränderung nachweisen.

Kompositum räumlich-kognitiv: Mit Paarvergleichen anhand von t-Tests ließ sich von Prä 2 zu Follow-up 1 eine signifikante Verbesserung mit einer Effektstärke im oberen Bereich nachweisen. Von Prä 2 zu Follow-up 2 ließ sich ebenfalls eine signifikante Verbesserung mit einer mittleren Effektstärke nachweisen (s Abb. 30).

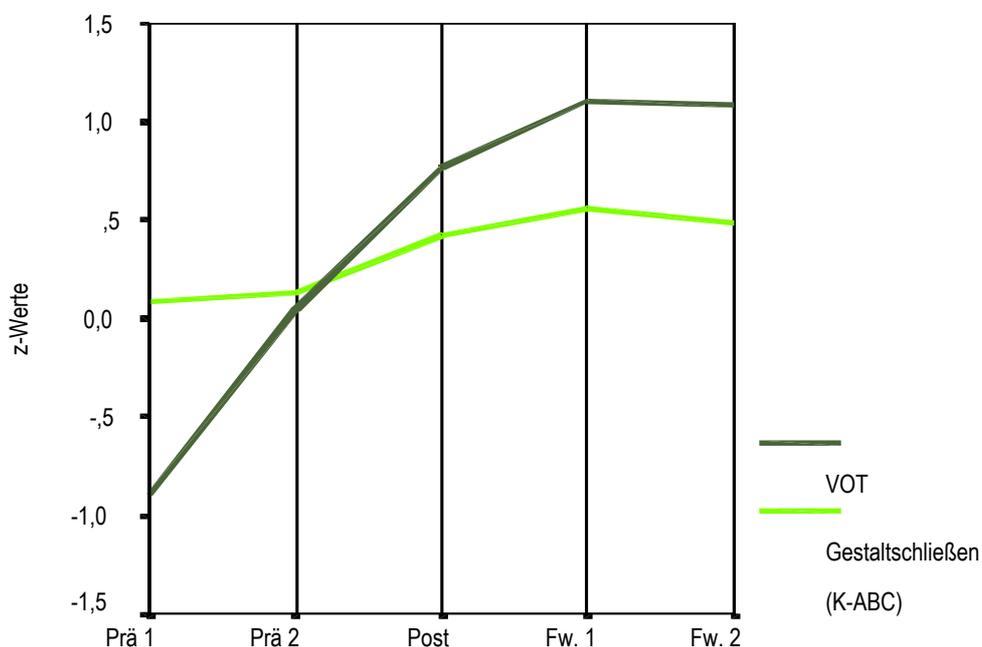


Abbildung 30. Veränderung der räumlich-kognitiven Fähigkeiten über alle Messzeitpunkte
Es wurden die Mittelwerte abgebildet. Fw. 1 = Follow-up 1, Fw. 2 = Follow-up 2

4.2.5 Ergebnisse zu Hypothese 5: Verbesserung der räumlich-mnestischen Fähigkeiten

Es wurde angenommen, dass sich eine Verbesserung des visuell-räumlichen Arbeitsgedächtnisses in den Leistungen der Verfahren Räumliches Gedächtnis (K-ABC), Symbolfolgegedächtnis (PET) und Figuren Erkennen (ITK) sowohl (a) unmittelbar nach Beendigung der Therapie von Prä 2 zu Post als auch (b) mittelfristig von Prä 2 zu Follow-up 1 und zu Follow-up 2 zeigt. Vor Beginn der Therapie von Prä 1 zu Prä 2 wurde dagegen keine wesentliche Veränderung in den Leistungen der Kinder erwartet.

Räumliches Gedächtnis (K-ABC), Symbolfolgegedächtnis (PET), Figuren Erkennen (ITK): Eine einfaktorielle Varianzanalyse mit Messwiederholungen ergab eine signifikante Veränderung innerhalb der Gruppe über alle Messzeitpunkte in den Untertests Räumliches Gedächtnis ($F(4, 56) = 7.86, p < .001$), Symbolfolgegedächtnis ($F(4, 52) = 9.74, p < .001$) und Figuren Erkennen ($F(4, 48) = 17.34, p < .001$).

Kompositum räumlich-mnestisch: Eine einfaktorielle Varianzanalyse mit Messwiederholungen konnte eine signifikante Veränderung innerhalb der Gruppe über alle Messzeitpunkte nachweisen ($F(4, 56) = 22.94, p < .001$).

(a) Bedeutsamer Effekt zwischen Prä 2 und Post

Räumliches Gedächtnis (K-ABC), Symbolfolgegedächtnis (PET), Figuren Erkennen (ITK): Paarvergleiche anhand von t-Tests ergaben eine signifikante Verbesserung unmittelbar nach Beendigung der Therapie von Prä 2 zu Post in allen drei Verfahren mit Effektstärken im oberen Bereich. Vor Beginn der räumlich-konstruktiven Therapie zeigte sich von Prä 1 zu Prä 2 dagegen in keinem der drei Verfahren eine wesentliche Veränderung (s. Tabelle 37).

Kompositum räumlich-mnestisch: Paarvergleiche anhand von t-Tests ergaben eine signifikante Verbesserung von Prä 2 zu Post mit einer Effektstärke im oberen Bereich. Vor Beginn der räumlich-konstruktiven Therapie zeigte sich von Prä 1 zu Prä 2 keine wesentliche Veränderung (s. Tabelle 37)

(b) Mittelfristige Stabilität des Effektes

Räumliches Gedächtnis (K-ABC), Symbolfolgegedächtnis (PET), Figuren Erkennen (ITK): Paarvergleiche anhand von t-Tests ergaben eine signifikante Verbesserung von Prä 2 zu Follow-up 1 in den Untertests Symbolfolgegedächtnis und Figuren Erkennen mit Effektstärken im oberen Bereich. Mittelfristig blieben die Leistungen von Prä 2 zu Follow-up 2 im Untertest Figuren Erkennen stabil, im Untertest Symbolfolgegedächtnis zeigte sich keine signifi-

kante Veränderung, aber weiterhin eine Effektstärke im oberen Bereich. Im Untertest Räumliches Gedächtnis ergab sich weder von Prä 2 zu Follow-up 1 noch von Prä 2 zu Follow-up 2 eine signifikante Veränderung. Die Kinder hatten sich ihrem Ausgangsniveau wieder angenähert (s. Tabelle 37).

Tabelle 37

Veränderung des visuell-räumlichen Arbeitsgedächtnisses über alle Messzeitpunkte

		Räumliches Gedächtnis (K-ABC)	Symbolfolgegedächtnis (PET)	Figuren Erkennen (ITK)	Kompositum ^a
	<i>n</i>	15	15	13	15
Prä 1	M_z (SD)	-0.64 (0.64)	-1.09 (0.61)	-0.39 (0.55)	-0.70 (0.36)
Prä 2	M_z (SD)	-0.47 (0.60)	-1.01 (0.61)	-0.35 (0.84)	-0.60 (0.48)
Post	M_z (SD)	0.13 (0.74)	-0.43 (0.57)	0.42 (0.51)	0.05 (0.52)
Fw 1	M_z (SD)	0.00 (0.82)	-0.32 (0.72)	0.74 (0.74)	0.12 (0.50)
Fw 2	M_z (SD)	-0.31 (0.83)	-0.29 (0.77)	1.00 (0.71)	0.10 (0.58)
Vergleich Prä 1/ Prä 2:	<i>t</i> (df)	-0.97 (14)	-0.41 (13)	-0.21 (12)	-0.70 (14)
	<i>p</i>	.349	.688	.838	.494
	<i>d</i>	0.24	0.10	0.05	.013
Vergleich Prä 2/ Post:	<i>t</i> (df)	-4.01 (14)	-3.75 (13)	-3.94 (12)	-6.24 (14)
	<i>p</i>	.001**	.002*	.002*	< .001**
	<i>d</i>	0.98	0.94	1.02	0.98
Vergleich Prä 2/ Fw 1:	<i>t</i> (df)	-2.77 (14)	-3.83 (13)	-3.75 (12)	-4.65 (14)
	<i>p</i>	.015	.002*	.003*	.002*
	<i>d</i>	0.68	0.96	0.98	0.87
Vergleich Prä 2/ Fw 2:	<i>t</i> (df)	-0.94 (14)	-3.28 (13)	-4.51 (12)	-6.50 (14)
	<i>p</i>	.363	.006	.001*	< .001**
	<i>d</i>	0.23	0.83	1.17	0.74

Anmerkungen. Es wurden Paarvergleiche mit t-Tests für abhängige Stichproben durchgeführt. Die Standardwerte wurden in z-Werte transformiert. M_z = Mittelwert. SD = Standardabweichung. d = Effektstärke. Es wurden zweiseitige Irrtumswahrscheinlichkeiten mit sequentiellen Korrektur nach Holm (1979) angegeben. *Entscheidung für ein signifikantes Ergebnis. **Entscheidung für ein hoch signifikantes Ergebnis. Die Effektstärken wurden nach McGaw und Glass (1980) berechnet und nach Hedges (1981) adjustiert. ^a Die Werte der beiden Testverfahren wurden zu einem Kompositum gemittelt. Die Kompositum-Effektstärke wurde aus den Effektstärken der drei Verfahren gemittelt.

Kompositum räumlich-mnestisch: Paarvergleiche anhand von t-Tests ergaben eine signifikante Verbesserung von Prä 2 zu Follow-up 1 mit einer Effektstärke im oberen Bereich. Auch von Prä 2 zu Follow-up 2 ließ sich eine signifikante Verbesserung nachweisen mit einer mittleren Effektstärke (s. Abbildung 31).

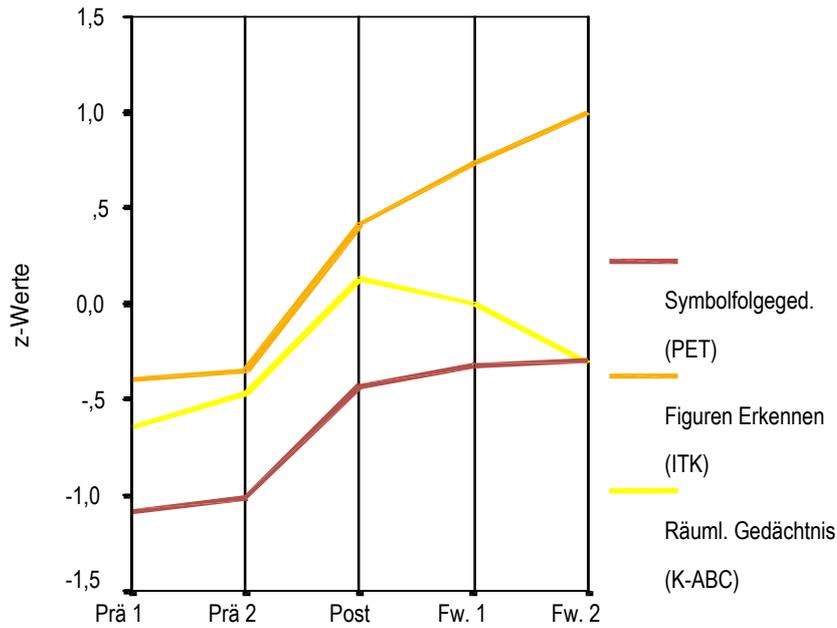


Abbildung 31. Veränderung der räumlich-mnestischen Fähigkeiten über alle Messzeitpunkte. Es wurden die Mittelwerte abgebildet. Fw. 1 = Follow-up 1, Fw. 2 = Follow-up 2

4.2.6 Ergebnisse zu Hypothese 6: Verbesserung der räumlich-topografischen Fähigkeiten

Es wurde angenommen, dass sich eine Verbesserung der räumlich-topografischen Orientierung in den Leistungen des Elternfragebogens (Item 1) sowohl (a) unmittelbar nach Beendigung der Therapie von Prä 2 zu Post als auch (b) mittelfristig von Prä 2 zu Follow-up 1 und zu Follow-up 2 zeigt. Vor Beginn der Therapie von Prä 1 zu Prä 2 wurde dagegen keine wesentliche Veränderung in den Leistungen der Kinder erwartet.

Elternfragebogen, Item 1: Eine Rangvarianzanalyse nach Friedman ergab in dem Item 1 des Elternfragebogens keine signifikante

Veränderung über alle Messzeitpunkte ($\chi^2_{(.05; 4; N = 15)} = 4.50, p = .415$).

Das eine Mädchen mit einer Störung in der räumlichen Orientierungsfähigkeit hatte sich von Prä 2 zu Post nach Einschätzung der Mutter leicht verbessert, aber nicht normalisiert. Diese Verbesserung blieb dann zu Follow-up 1 und Follow-up 2 stabil (s. Tabelle 38).

Tabelle 38
Veränderung der räumlichen Orientierung im Elternfragebogen über alle Messzeitpunkte

	Räumliche Orientierung	
Prä 1	M (SD)	3.47 (0.74)
Prä 2	M (SD)	3.47 (0.64)
Post	M (SD)	3.47 (0.64)
Follow-up 1	M (SD)	3.67 (0.62)
Follow-up 2	M (SD)	3.67 (0.49)

Anmerkungen. N = 15. M = Mittelwert. SD = Standardabweichung. In dem vierstufigen Fragebogen konnten die Eltern wählen zwischen 1 = starke Auffälligkeit, 2 = mäßige Auffälligkeit, 3 = leichte Auffälligkeit, 4 = keine Auffälligkeit.

4.2.7 Ergebnisse zu Hypothese 7: Verbesserung der räumlich-zeitlichen Orientierung

Es wurde angenommen, dass sich eine Verbesserung der räumlich-zeitlichen Orientierung in den Leistungen der Untertests Handbewegungen (K-ABC) und Fotoserie (K-ABC) sowohl (a) unmittelbar nach Beendigung der Therapie von Prä 2 zu Post als auch (b) mittelfristig von Prä 2 zu Follow-up 1 und zu Follow-up 2 zeigt. Vor Beginn der Therapie von Prä 1 zu Prä 2 wurde dagegen keine wesentliche Veränderung in den Leistungen der Kinder erwartet.

Handbewegungen, Fotoserie (K-ABC): Eine einfaktorielle Varianzanalyse mit Messwiederholungen ergab eine signifikante Veränderung innerhalb der Gruppe über alle Messzeitpunkte für den Untertest Handbewegungen ($F(4, 56) = 3.14, p = .021$) und den Untertest Fotoserie ($F(4, 48) = 7.31, p = .009$).

Kompositum räumlich-zeitlich: Eine einfaktorielle Varianzanalyse mit Messwiederholungen konnte eine signifikante Veränderung innerhalb der Gruppe über alle Messzeitpunkte nachweisen ($F(4, 56) = 7.60, p = .001$).

Tabelle 39

Veränderung der räumlich-zeitlichen Fähigkeiten über alle Zeitpunkte

		Handbewegungen (K-ABC)	Fotoserie (K-ABC)	Kompositum ^a
	<i>n</i>	15	13	15
Prä 1	$M_z (SD)$	-0.42 (1.19)	-0.21 (0.89)	-0.26 (0.78)
Prä 2	$M_z (SD)$	-0.53 (0.93)	-0.08 (0.88)	-0.30 (0.58)
Post	$M_z (SD)$	-0.16 (1.13)	0.33 (0.84)	0.07 (0.76)
Fw 1	$M_z (SD)$	-0.02 (1.07)	0.59 (0.91)	0.24 (0.85)
Fw 2	$M_z (SD)$	0.20 (0.92)	0.56 (0.84)	0.39 (0.67)
Vergleich Prä 1/ Prä 2:	$t (df)$	0.59 (14)	-1.33 (12)	0.35 (14)
	p	.565	.209	.728
	d	-0.14	0.35	0.11
Vergleich Prä 2/ Post:	$t (df)$	-1.88 (14)	-2.13 (12)	-2.12 (14)
	p	.080	.055	.018
	d	0.46	0.55	0.51
Vergleich Prä 2/ Fw 1:	$t (df)$	-2.12 (14)	-2.43 (12)	-2.81 (14)
	p	.052	.032	.018
	d	0.52	0.63	0.58
Vergleich Prä 2/ Fw 2:	$t (df)$	-3.60 (14)	-2.58 (12)	-4.80 (14)
	p	.003**	.024	< .001**
	d	0.88	0.67	0.78

Anmerkungen. Es wurden Paarvergleiche mit t-Tests für abhängige Stichproben durchgeführt. Die Standardwerte wurden in z-Werte transformiert. M_z = Mittelwert. SD = Standardabweichung. d = Effektstärke. Es wurden zweiseitige Irrtumswahrscheinlichkeiten mit sequentiellen Korrektur nach Holm (1979) angegeben. *Entscheidung für ein signifikantes Ergebnis. **Entscheidung für ein hoch signifikantes Ergebnis. Die Effektstärken wurden nach McGaw und Glass (1980) berechnet und nach Hedges (1981) adjustiert. ^a Die Werte der beiden Testverfahren wurden zu einem Kompositum gemittelt. Die Kompositum-Effektstärke wurde aus den Effektstärken der drei Verfahren gemittelt.

(a) Bedeutsamer Effekt zwischen Prä 2 und Post

Handbewegungen, Fotoserie (K-ABC): Paarvergleiche anhand von t-Test ergaben in beiden Untertest keine signifikante Verbesserung unmittelbar nach Beendigung der Therapie von Prä 2 zu Post. Auch vor Beginn der Therapie von Prä 1 zu Prä 2 konnte keine wesentliche Veränderung nachgewiesen werden (s. Tabelle 39).

Kompositum räumlich-zeitlich: Von Prä 2 zu Post ließ sich keine signifikante Veränderung nachweisen. Vor Beginn der räumlich-konstruktiven Therapie zeigte sich von Prä 1 zu Prä 2 ebenfalls keine wesentliche Veränderung.

(b) Mittelfristige Stabilität des Effektes

Handbewegungen, Fotoserie (K-ABC): Anhand von Paarvergleichen mit t-Tests ergab sich von Prä 2 zu Follow-up 1 in beiden Verfahren keine signifikante Veränderung. Mittelfristig konnte von Prä 2 zu Follow-up 2 im Untertest Handbewegungen eine signifikante Verbesserung mit einer Effektstärke im oberen Bereich nachgewiesen werden während sich die Leistungen im Untertest Fotoserie nicht wesentlich verändert hatten (s. Tabelle 39).

Kompositum räumlich-kognitiv: Anhand von Paarvergleichen mit t-Tests konnte von Prä 2 zu Follow-up 1 keine signifikante Veränderung nachgewiesen werden. Von Prä 2 zu Follow-up 2 zeigte sich eine signifikante Veränderung mit einer Effektstärke im mittleren Bereich (s. Abbildung 32).

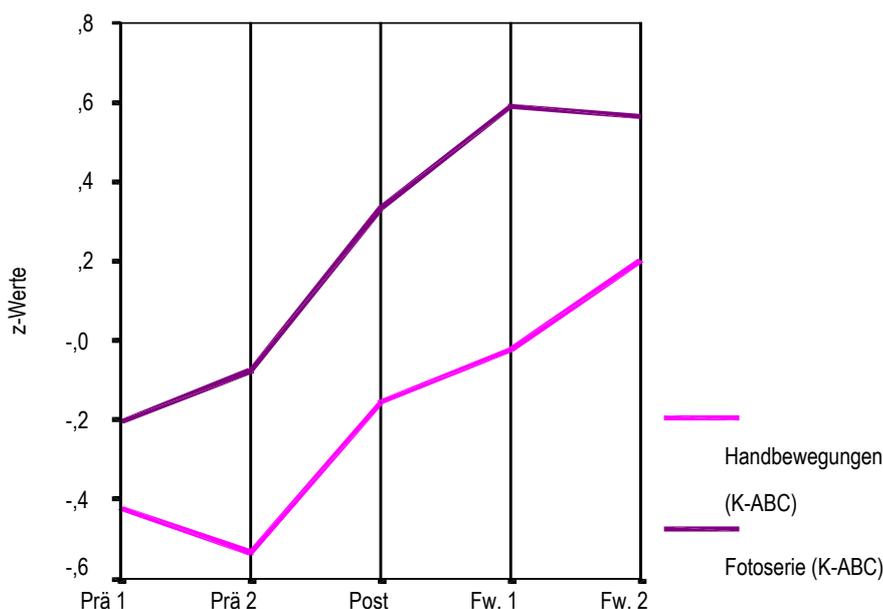


Abbildung 32. Veränderung der räumlich-zeitlichen Fähigkeiten über alle Messzeitpunkte:
Es wurden die Mittelwerte abgebildet. Fw. 1 = Follow-up 1, Fw. 2 = Follow-up 2.

4.2.8 Ergebnisse der Hypothese 8: Spezifität des Therapieeffektes

Es wurde angenommen, dass sich die für die Intervention unspezifischen Bereiche der (a) Exekutivfunktionen und (b) Aufmerksamkeit im Verlauf der therapeutischen Intervention nicht verbessern. Für den Bereich der Exekutivfunktionen wurde erwartet, dass sich die Leistungen in den Verfahren mit visuell-räumlichen Anforderungen (Untertest Bildhaftes Ergänzen der K-ABC) im Gegensatz zu den Leistungen der Verfahren ohne visuell-räumliche Anforderungen (Untertest Rätsel der K-ABC, Untertest Zahlennachsprechen rückwärts des HAWIK IV, Untertest Flexibilität der KITAP) verbessern. Stabile Leistungen im Bereich der Aufmerksamkeit sollten sich in dem Untertest Ablenkbarkeit der KITAP zeigen.

(a) Exekutivfunktionen

Rätsel (K-ABC), Zahlennachsprechen rückwärts (HAWIK IV), Flexibilität (KITAP): Eine einfaktorielle Varianzanalyse mit Messwiederholungen ergab keine signifikante Veränderung innerhalb der Gruppe über alle Messzeitpunkte weder im Untertest Rätsel ($F(4, 56) = 1.51, p = .232$), im Untertest Zahlennachsprechen rückwärts ($F(4, 48) = 1.11, p = .358$) noch im Untertest Flexibilität (Reaktionszeiten: $F(4, 44) = 2.11, p = .134$; Schwankung der Reaktionszeiten: $F(4, 44) = 2.19, p = .112$; Fehler: $F(4, 44) = 2.56, p = .068$)

Kompositum Exekutivfunktionen ohne räumlich-konstruktive Anforderungen: Eine einfaktorielle Varianzanalyse mit Messwiederholungen konnte keine signifikante Veränderung innerhalb der Gruppe über alle Messzeitpunkte ($F(4, 56) = 2.57, p = .065$) nachweisen (s. Tabelle 40).

Tabelle 40

Veränderung der Exekutivfunktionen ohne räumlich-konstruktive Anforderungen über alle Messzeitpunkte

	<i>n</i>	Prä 1 <i>M_z</i> (<i>SD</i>)	Prä 2 <i>M_z</i> (<i>SD</i>)	Post <i>M_z</i> (<i>SD</i>)	Follow-up 1 <i>M_z</i> (<i>SD</i>)	Follow-up 2 <i>M_z</i> (<i>SD</i>)
Rätsel	15	-0.49 (1.35)	-0.72 (1.38)	-0.53 (1.11)	-0.35 (1.21)	-0.40 (1.10)
ZNR ^c	13	-0.44 (0.98)	-0.95 (0.89)	-0.69 (0.57)	-0.56 (1.07)	-0.64 (0.50)
Flex. Reaktionszeit	12	-0.34 (1.27)	0.18 (1.40)	0.30 (0.97)	0.44 (1.01)	0.40 (0.98)
Flex. Schwankung	12	-0.98 (1.72)	-0.31 (1.36)	-0.09 (1.13)	-0.16 (0.94)	-0.01 (0.82)
Flex. Fehler	12	-0.58 (1.16)	-0.23 (1.47)	-0.28 (0.95)	0.65 (1.37)	-0.12 (0.14)
Kompositum ^a	15	-0.33 (0.91)	-0.32 (0.91)	-0.20 (0.75)	0.60 (0.97)	-0.25 (0.65)

Anmerkungen. Alle Standardwerte wurden z-transformiert. *M_z* = Mittelwert. *SD* = Standardabweichung. ZNR = Zahlennachsprechen Rückwärts (HAWIK-IV). Flex. = Flexibilität der Aufmerksamkeit (KITAP). ^a Die Werte der drei Verfahren wurden zu einem Kompositum gemittelt.

Bildhaftes Ergänzen (K-ABC): Eine einfaktorielle Varianzanalyse mit Messwiederholungen ergab eine signifikante Veränderung innerhalb der Gruppe über alle Messzeitpunkte ($F(4, 56) = 13.83, p < .001$).

Paarvergleiche anhand von t-Tests ergaben eine signifikante Verbesserung von unmittelbar nach Beendigung der Therapie von Prä 2 zu Post mit einer Effektstärke im oberen Bereich. Vor Beginn der räumlich-konstruktiven Therapie konnte von Prä 1 zu Prä 2 dagegen eine signifikante Verschlechterung mit mittlerer Effektstärke nachgewiesen werden.

Mittelfristig zeigte sich von Prä 2 zu Follow-up 1 und von Prä 2 zu Follow-up 2 eine signifikante Verbesserung mit einer Effektstärke im oberen Bereich (s. Tabelle 41).

Tabelle 41

Veränderung der Exekutivfunktionen mit visuell-räumlichen Anforderungen über alle Messzeitpunkte

Bildhaftes Ergänzen (K-ABC)		
Prä 1	$M_z (SD)$	-0.38 (0.79)
Prä 2	$M_z (SD)$	-0.71 (1.01)
Post	$M_z (SD)$	0.02 (0.67)
Fw 1	$M_z (SD)$	0.16 (0.68)
Fw 2	$M_z (SD)$	0.27 (0.69)
Vergleich Prä 1/ Prä 2:	$t (df)$	2.49 (14)
	p	.026*
	d	-0.61
Vergleich Prä 2/ Post:	$t (df)$	-3.32 (14)
	p	.005*
	d	0.81
Vergleich Prä 2/ Fw 1:	$t (df)$	-4.03 (14)
	p	.001**
	d	0.98
Vergleich Prä 2/ Fw 2:	$t (df)$	-5.12 (14)
	p	< .001**
	d	1.25

Anmerkungen. $N = 15$. Es wurden Paarvergleiche mit t-Tests für abhängige Stichproben durchgeführt. Die Standardwerte wurden in z-Werte transformiert. M_z = Mittelwert. SD = Standardabweichung. d = Effektstärke. Es wurden zweiseitige Irrtumswahrscheinlichkeiten mit sequentiellen Korrektur nach Holm (1979) angegeben. *Entscheidung für ein signifikantes Ergebnis. **Entscheidung für ein hoch signifikantes Ergebnis. Die Effektstärken wurden nach McGaw und Glass (1980) berechnet und nach Hedges (1981) adjustiert.

(b) Aufmerksamkeit

Ablenkbarkeit (KITAP): Eine einfaktorielle Varianzanalyse mit Messwiederholungen ergab keine signifikante Veränderung innerhalb der Gruppe über alle Messzeitpunkte in den Reaktionszeiten ($F(4, 44) = 0.85, p = .437$). Es konnte dagegen eine signifikante Verbesserung über alle Messzeitpunkte bezüglich der Fehlerzahl ($F(4, 44) = 6.39, p = .004$) und der Auslassungen ($F(4, 44) = 4.71, p = .010$) nachgewiesen werden.

Paarvergleiche anhand von t-Tests ergaben hinsichtlich der Fehlerzahl zu keinem Zeitpunkt eine signifikante Veränderung. In Bezug auf die Auslassungen ergab sich unmittelbar nach Beendigung der Therapie von Prä 2 zu Post eine signifikante Verbesserung mit einer Effektstärke im oberen Bereich, die sich vor Beginn der Therapie nicht zeigte. Die Leistungen

blieben im weiteren Verlauf von Prä 2 zu Follow-up 1 stabil. Von Prä 2 zu Follow-up 2 ließ sich nur noch eine tendenzielle Verbesserung mit einer mittleren Effektstärke nachweisen (s. Tabelle 42).

Tabelle 42

Veränderung der Aufmerksamkeit über alle Messzeitpunkte im Untertest Ablenkbarkeit (KITAP)

		Reaktionszeiten	Fehler	Auslassungen	Kompositum ^a
Prä 1	M_z (SD)	0.18 (0.95)	-0.54 (0.89)	0.47 (1.01)	0.03 (0.41)
Prä 2	M_z (SD)	0.13 (0.88)	-0.08 (0.85)	0.21 (1.12)	0.07 (0.56)
Post	M_z (SD)	0.48 (0.73)	0.50 (1.02)	1.08 (1.29)	0.54 (0.68)
Fw 1	M_z (SD)	0.53 (0.72)	0.61 (0.95)	1.23 (1.39)	0.79 (0.65)
Fw 2	M_z (SD)	0.39 (0.66)	0.54 (1.16)	1.23 (1.12)	0.72 (0.50)
Vergleich Prä 1/ Prä 2:					
	t (df)		-2.31 (11)	2.48 (11)	-0.66 (11)
	p		.042	.030	.524
	d		0.62	-0.67	-0.08
Vergleich Prä 2/ Post:					
	t (df)		-0.58 (11)	-3.57 (11)	-3.31 (11)
	p		.572	.004*	.007*
	d		0.16	0.96	0.47
Vergleich Prä 2/ Fw 1:					
	t (df)		-2.99 (11)	-3.22 (11)	-4.37 (11)
	p		.012	.008*	.001**
	d		0.80	0.86	0.66
Vergleich Prä 2/ Fw 2:					
	t (df)		-1.95 (11)	-2.61 (11)	-3.78 (11)
	p		.078	.024	.003**
	d		0.52	0.70	0.48

Anmerkungen. $N = 13$. Es wurden Paarvergleiche mit t-Tests für abhängige Stichproben durchgeführt. Die Standardwerte wurden in z-Werte transformiert. M_z = Mittelwert. SD = Standardabweichung. d = Effektstärke. Es wurden zweiseitige Irrtumswahrscheinlichkeiten mit sequentiellen Korrektur nach Holm (1979) angegeben. *Entscheidung für ein signifikantes Ergebnis. **Entscheidung für ein hoch signifikantes Ergebnis. Die Effektstärken wurden nach McGaw und Glass (1980) berechnet und nach Hedges (1981) adjustiert. ^a Die Werte der beiden Testverfahren wurden zu einem Kompositum gemittelt. Die Kompositum-Effektstärke wurde aus den Effektstärken der drei Verfahren gemittelt.

Kompositum Aufmerksamkeit: Eine einfaktorielle Varianzanalyse mit Messwiederholungen ergab eine signifikante Veränderung innerhalb der Gruppe über alle Messzeitpunkte ($F(4, 44) = 11.19, p < .001$). Paarvergleiche anhand von t-Tests ergaben eine signifikante Verbesserung nach Beendigung der Therapie von Prä 2 zu Post mit einer Effektstärke im oberen Bereich, die sich vor Beginn der Therapie von Prä 1 zu Prä 2 nicht zeigte. Die Effektstärken blieben mittelfristig relativ stabil im mittleren bis niedrigen Bereich (s. Tabelle 42).

In Abbildung 33 ist der Verlauf des Untertests Ablenkbarkeit der KITAP über alle Messzeitpunkte dargestellt.

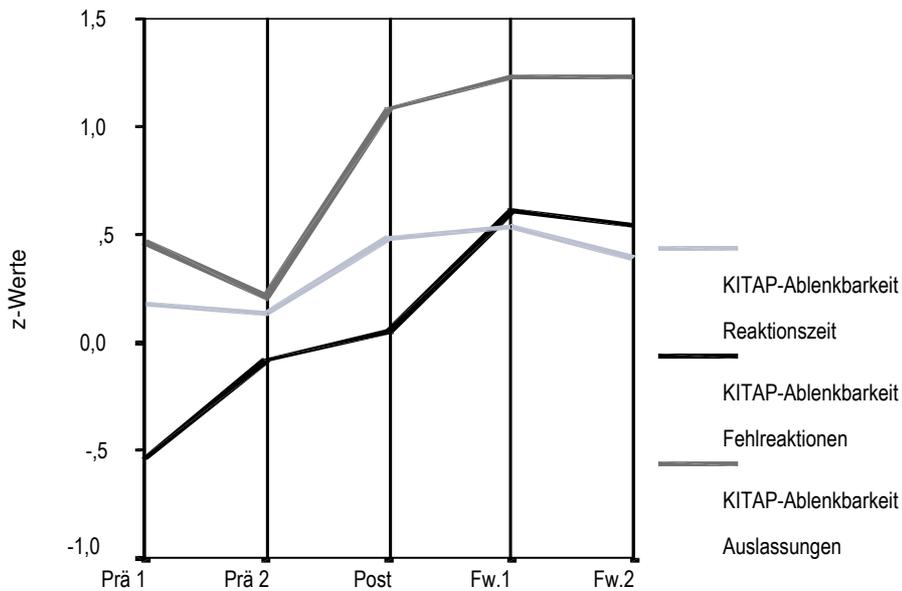


Abbildung 33. Veränderung der Aufmerksamkeit über alle Messzeitpunkte.
Es wurden die Mittelwerte abgebildet. Fw. 1 = Follow-up 1. Fw. 2 = Follow-up 2.

Um die beiden Kontrollvariablen mit den räumlich-konstruktiven und anderen visuell-räumlichen Fähigkeiten zu kontrastieren, wurden die einzelnen Kompositumwerte in Abbildung 34 grafisch dargestellt. Während sich ein großer Effekt im Verlauf der Intervention im räumlich-konstruktiven Bereich zeigt sowie etwas geringere Effekte im räumlich-perzeptiven, -mnestischen und -zeitlichen Bereich, haben sich die Exekutivfunktionen ohne räumlich-konstruktive Anforderungen nicht wesentlich verändert. Im Bereich der Aufmerksamkeit ergab sich ein kleiner bis mittlerer Effekt im Verlauf der Intervention.

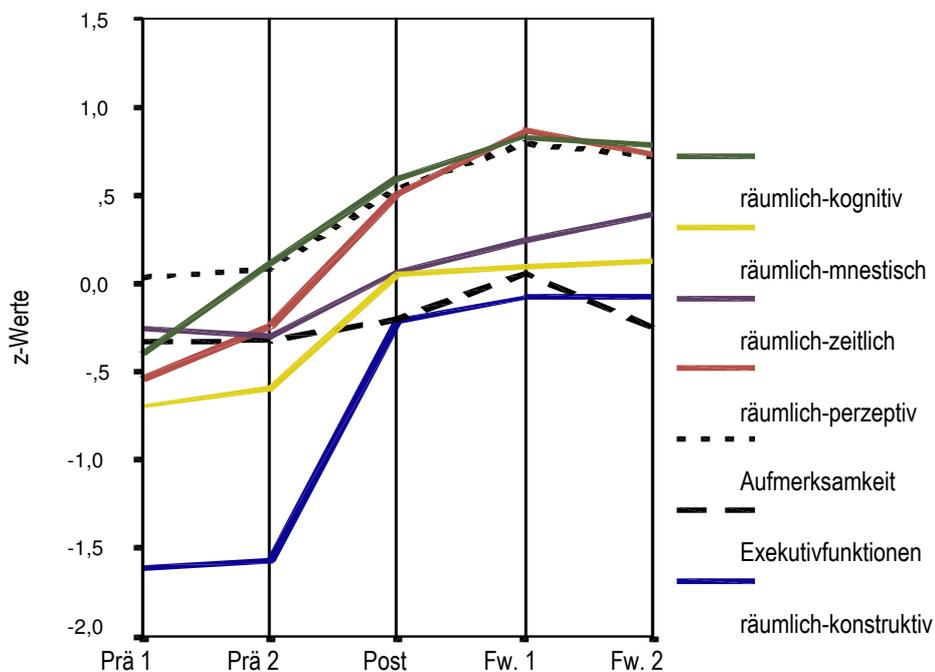


Abbildung 34. Vergleich der Kompositumwerte über alle Messzeitpunkte.
Es wurden die Mittelwerte abgebildet. Fw. 1 = Follow-up 1. Fw. 2 = Follow-up 2.

5 Diskussion

Mit der Pilotstudie konnte aufgezeigt werden, dass sich räumlich-konstruktive Störungen bei Kindern anhand des vorliegenden Therapieprogramms kurz- und mittelfristig verringern und normalisieren lassen. Auch in anderen visuell-räumlichen Bereichen, der räumlichen Perzeption, dem räumlichen Arbeitsgedächtnis und der räumlich-exekutiven Funktionen, konnten positive Effekte aufgezeigt werden. Ein Transfer auf verbesserte Alltags- und akademische Fertigkeiten konnte teilweise nachgewiesen werden. Die Therapiezufriedenheit war insgesamt hoch. Das Therapieprogramm wurde für jüngere Kinder mit klinisch bedeutsamen räumlich-konstruktiven Störungen konzipiert, was es bisher im deutsch- und englischsprachigen Raum nicht gibt. Im Folgenden werden die Ergebnisse jeweils kurz zusammengefasst und bezüglich der Hypothesen, des Störungsbildes sowie des Wirkmodells und methodischer Gesichtspunkte diskutiert.

5.1 Diskussion der Hypothesen

5.1.1 Diskussion der Hypothese 1: Verringerung der räumlich-konstruktiven Störung

Allen Kindern der Stichprobe gemeinsam war eine räumlich-konstruktive Störung, die jeweils signifikant von ihren individuell intellektuellen Fähigkeiten abwich. Die räumlich-konstruktive Störung zeigte sich sowohl in zwei Mosaiktestverfahren als auch beim Abzeichnen von einfachen und komplexen geometrischen Figuren. Beim Bearbeiten der Mosaiktests zeigten die Kinder besonders häufig Schwierigkeiten darin, eine Vorlage richtig zu analysieren, auf einzelne Details zu achten sowie im Einsatz von geeigneten Arbeitsstrategien. Zusätzlich schien der Lösungsprozess durch emotionale Schwierigkeiten überlagert zu sein, was sich durch ein vorschnelles Aufgeben der Kinder äußerte. Beim Abzeichnen komplexer geometrischer Formen fiel bei einigen Kindern eine Orientierung an einzelnen Details (lokale Strategie) auf. Von den Eltern wurden insgesamt nur wenige Alltagsauffälligkeiten im Zusammenhang mit der räumlich-konstruktiven Störung benannt, die sie auch nicht als besorgniserregend einstufen. Sorgen machten sich die meisten Eltern um die Rechenprobleme ihrer Kinder. Auffallend war eine breite Streuung der Bereiche, die den Eltern im Einzelfall Sorgen bereiteten, woraus sich kein einheitliches Muster ableiten ließ. Die fehlende Sorge der Eltern bezüglich der räumlich-konstruktiven Fähigkeiten ihrer Kinder sowie geringe Auffälligkeiten im Alltag machten die Störung anscheinend oftmals erst erkennbar,

wenn Folgestörungen wie z.B. Rechenstörungen eintraten, d.h. erst im Verlauf der Grundschule. Vermutlich konnten deswegen nur so wenige Kinder im Vorschulalter für die Studie rekrutiert werden.

Es konnte aufgezeigt werden, dass sich nach Beendigung des Therapieprogramms alle Kinder in ihren räumlich-konstruktiven Fähigkeiten klinisch relevant verbessert hatten. In den drei Kerntests zum räumlich-konstruktiven Bereich konnte eine signifikante Verbesserung mit jeweils sehr großen Effektstärken nachgewiesen werden, die auch mittelfristig stabil blieben. Die Leistungen der Kinder lagen in allen drei Verfahren nach Beendigung der Therapie im Normbereich, was eine klinische Signifikanz belegt. Ohne therapeutische Intervention zeigte sich dagegen insgesamt kein wesentlicher Effekt. Beim Bearbeiten der Mosaiktests waren die ehemals ungünstigen Arbeitsstrategien wie z.B. unkoordinierte Einzelschritte, ungenaue Analyse der Vorlage oder Nichtbeachten von Details signifikant zurückgegangen. Uneinheitliche Effekte zeigten sich in der qualitativen Analyse der ROCF. Die Kinder zeigten über die Zeit eine kontinuierliche Verbesserung in der Genauigkeit hinsichtlich der inneren Strukturen und Details, während sich die Genauigkeit hinsichtlich der äußeren Strukturen und ihr Zeichenstil kaum verändert hatten. Viele Kinder behielten ihren übersegmentierenden Zeichenstil bei. Die Anzahl der Fehler war tendenziell zurückgegangen, lag aber immer noch im unterdurchschnittlichen Bereich. Während sich beim Bauen von Mosaiken nach Beendigung der Therapie keine Störung mehr zeigte, lassen die Ergebnisse der ROCF eine persistierende gestörte Verarbeitung vermuten, die sich bei einfacheren Figuren wie dem Abzeichentest VMI-Copy nicht zeigt.

Bezüglich der verbesserten Fähigkeit in den Mosaiktests werden ähnliche Effekte durch das Therapieprogramm Dimensioner II von Muth-Seidel und Petermann (2008) berichtet. Die vergleichsweise geringen Verbesserungen in der ROCF decken sich mit den Befunden der Arbeitsgruppe um Stiles (Stiles et al. 2002; Stiles et al., 1996; Vicari et al., 1998). Sie beobachteten, dass Kinder mit räumlichen Störungen infolge einer prä- bzw. perinatal erworbenen Schädigung des Gehirns diese oftmals kompensieren können, dennoch häufig eine gestörte Verarbeitung von räumlichen Informationen beibehalten. Gleichzeitig ist bekannt, dass normalentwickelte jüngere Kinder ebenfalls zu einer lokalen, übersegmentierenden Arbeitsweise beim Abzeichnen der ROCF neigen. Erst ab dem Alter von 10 Jahren werden zuverlässig größere Einheiten und Hauptstrukturen beachtet und mit 12 Jahren wird ein globaler Zeichenstil wie bei Erwachsene praktiziert (Akshoomoff & Stiles, 1995a; Dukette & Stiles,

1996). Als Erklärung werden Aufmerksamkeitsprozesse und planerische Fähigkeiten genannt (Vinter & Marot, 2007), die durch komorbide grafomotorische Störungen noch zusätzlich eingeschränkt werden (Vlachos & Bonoti, 2004; Braswell et al., 2007). Demnach wäre in dem Alter der Kinder dieser Studie ein Wechsel zu einem globalen Zeichenstil noch gar nicht zu erwarten.

Für eine persistierende gestörte Verarbeitung spricht auch der Rückgriff auf Zeichenroutinen und grafische Schemata, der in drei Einzelfällen beobachtet wurde. Diese drei Kinder hatten im Verlauf der therapeutischen Intervention zu zeichnen angefangen und setzten dabei vermehrt solche grafischen Schemata ein. Stiles, Trauner, Engel & Nass (1997) berichten ähnliche Entwicklungen von Kinder mit räumlich-konstruktiven Störungen. Das an implizit gespeicherten Zeichenprozeduren orientierte Zeichnen nimmt keine sequentielle Analyse vor und ist typisch für Kinder bis zum Alter von 9 Jahren (Karmiloff-Smith, 1990, Picard & Vinter, 2007). Bei dem Kind Leonie (s. Abbildung 23), die zum Zeitpunkt Follow-up 2 bereits 11 Jahre alt war, würde eine Kompensation durch den Einsatz grafischer Schemata die Annahme einer persistierenden gestörten räumlichen Verarbeitung stützen. Die anderen beiden Kinder waren noch jünger als 10 Jahre. Es ist zu vermuten dass Leonie anfangs ein gering ausgeprägtes Lexikon für Zeichenroutinen infolge der räumlich-konstruktiven sowie komorbiden motorischen Störungen entwickelt hatte, welches durch das Therapieprogramm aufgebaut wurde.

Insgesamt bleibt die Annahme einer persistierenden gestörten räumlichen Verarbeitung beim Abzeichnen von komplexen geometrischen Figuren fraglich, da die gezeigten Zeichenstile entwicklungspsychologisch noch mit der Altersstufe der Kinder im Sinne einer normalen Entwicklung vereinbar sind. Für eine solche Beurteilung wären Längsschnittstudien erforderlich.

In Einzelfällen wurden bei Kindern mit einer motorischen Störung eine Verbesserung in ihrer Grafomotorik beim Zeichnen bzw. beim Schreiben festgestellt, obwohl das Therapieprogramm keinerlei motorische Förderung beinhaltet. Parush, Yochman, Cohen und Gershon (1998) fanden bei Kindern mit motorischen Koordinationsstörungen einen engen Zusammenhang zu visuell-räumlichen Fähigkeiten und schlossen daraus, dass sich die räumliche Wahrnehmung und die motorischen Fähigkeiten gegenseitig beeinflussen. Bei Kindern ohne motorische Koordinationsstörungen konnte dieser Zusammenhang von den Autoren nicht

gefunden werden. Folgt man dieser Annahme, könnte eine Verbesserung der räumlichen Fähigkeiten bei den Kinder der vorliegenden Stichprobe mit motorischen Störungen auch deren Grafomotorik im Verlauf der therapeutischen Intervention verbessert haben. Durch eine verbesserte visuell-räumliche Analyse und Planung war es für die Kinder mit motorischen Störungen im Verlauf der therapeutischen Intervention möglicherweise leichter, grafomotorische Bewegungen zu planen und zielgerichtet auszuführen.

Hypothese 1:

Die Hypothese 1 wurde angenommen. Die räumlich-konstruktive Störung der Kinder verringerte sich quantitativ und qualitativ im Verlauf der therapeutischen Intervention klinisch bedeutsam bei mittelfristig stabilen Effekten.

5.1.2 Diskussion der Hypothese 2: Positiver Transfer

5.1.2.1 Diskussion der Hypothese 2a: Positiver Transfer auf Alltagsfertigkeiten

Bezüglich der Alltagsfertigkeiten, die mit räumlich-konstruktiven Anforderungen assoziiert werden, gaben die Eltern nur gering ausgeprägte Auffälligkeiten an. Zwei Monate nach Beendigung der therapeutischen Intervention konnte eine Verbesserung in den Alltagsfertigkeiten nachgewiesen werden, die allerdings mittelfristig nicht stabil blieb. Bezogen auf die einzelnen Items des Elternfragebogens konnte bei keinem der 11 Items eine Veränderung festgestellt werden.

Diese Befunde stehen im Widerspruch zu den von der Arbeitsgruppe um Petermann (Muth et al., 2001; Heubrock et al., 2001a) berichteten Auffälligkeiten im Alltag der Kinder mit räumlich-konstruktiven Störungen sowie deren Verbesserung durch die räumlich-konstruktive Therapie. Die Autoren berichten von einem augenscheinlichen Rückgang störungsrelevanten Verhaltens nach Einschätzung der Eltern, verzichteten allerdings auf die differenzierte Darstellung der einzelnen Items, so dass sich räumlich-konstruktive, akademische und alltagspraktische Bereiche nicht trennen lassen.

Tendenziell zeigte sich bei den Kindern der vorliegenden Stichprobe eine verbesserte Fähigkeit, über den Raum zu sprechen. Da ein Schwerpunkt der therapeutischen Intervention auf dem Beschreiben visuell-räumlicher Gegebenheiten lag, hat sich möglicherweise die Fähigkeit verbessert, solche Beschreibungen in ein Gesamtmodell zu integrieren. Folgt man den Annahmen von Mammarella et al. (2009), haben Kindern mit Nonverbal Learning Disabili-

ties gerade dann Schwierigkeiten, räumliche Beschreibungen zu verstehen, wenn sie sich auf ein Überblickswissen und damit auf ein mentales, räumliches Modell beziehen, über das sie nicht ausreichend verfügen. Allerdings müsste diese Annahme mit einem differenzierteren Instrument als dem eingesetzten Fragebogen überprüft werden.

Hypothese 2a:

Die Nullhypothese wurde beibehalten. Es konnte kein positiver Transfer auf die Alltagsfertigkeiten der Kinder nachgewiesen werden.

5.1.2.2 Diskussion der Hypothese 2b: Positiver Transfer auf akademische Fertigkeiten

Rechnen: Alle Schulkinder der Stichprobe zeigten Schwierigkeiten im Rechnen, die bei mehr als der Hälfte der Kinder so stark ausgeprägt war, dass eine Rechenstörung nach den Leitlinien der Kinder- und Jugendpsychiatrie diagnostiziert wurde. Neben Schwierigkeiten im Bereich der Grundrechenarten und Textaufgaben fielen besonders Probleme in der Zahlensprache auf, d.h. beim Transkodieren von gesprochener in geschriebene Zahl und umgekehrt.

Im Verlauf der therapeutischen Intervention veränderten sich die allgemeinen Rechenfertigkeiten der Kinder nicht wesentlich. Nur in zwei Einzelfällen wurden von den Eltern deutliche Fortschritte in Mathematik berichtet, die sich in der Schule gezeigt hätten. Bezüglich einer Orientierung im Zahlenraum zeigte sich im Verlauf insgesamt eine Verbesserung, die auch mittelfristig stabil blieb. Dabei wurden vor allem signifikante Verbesserungen im Rückwärtszählen und in der Orientierung auf einem nicht untergliederten Zahlenstrahl festgestellt. Aufgrund von Deckeneffekten ließ sich eine mögliche weitere Steigerung der Fertigkeiten vor allem beim Rückwärtszählen nicht abbilden. Auch die Aussagen bezüglich der perceptiven Mengenbeurteilung sind angesichts der niedrigen Reliabilität dieses Untertests unsicher.

In der Literatur wird häufig ein enger Zusammenhang zwischen Rechenstörungen und räumlich-konstruktiven Störungen angenommen (z.B. Jacobs & Petermann, 2007). Entsprechend der Annahme des Triple-Code-Modells (Dehaene, 1997) weisen Kinder mit räumlich-konstruktiven Störungen vornehmlich Schwierigkeiten in der Mengen- und Zahlraumvorstellung auf. Dies konnte bei den Kindern der Stichprobe so nicht gefunden werden. Die meisten Kinder mit einer Rechenstörung zeigten sowohl eine gestörte Mengen- und Zahlraumvorstellung als auch Schwierigkeiten in der Zahlensprache. Allerdings handelt es sich bei der vor-

liegenden Stichprobe auch um Kinder mit multiplen Störungen, so dass keine „reinen Subtypen“ zu erwarten wären. Es könnte argumentiert werden, dass sich die räumlich-konstruktive Störung gerade auf die Zahlensprache auswirkt, wie Nuerk et al. (2006) aufzeigen. Die Autoren gehen davon aus, dass Kinder mit Störungen in der räumlichen Verarbeitung besonders Schwierigkeiten mit dem Platz x Wert-System von mehrstelligen Zahlen haben, da sie die räumlichen Positionen der einzelnen Ziffern nicht für die Bestimmung der Größe der Gesamtzahl nutzen können und so z.B. Einer, Zehner und Hunderter vertauschen.

Möglicherweise stellt das visuell-räumliche Arbeitsgedächtnis, das bei vielen Kindern dieser Studie eingeschränkt war, einen wesentlichen Faktor beim Ausbilden einer Rechenstörung dar. Viele Autoren erachten das visuell-räumliche Arbeitsgedächtnis als notwendig für die Entwicklung der rechnerischen Fertigkeiten, z.B. eines vorschulischen Zahlwissens (Dornheim, 2008), für das Schätzen von Mengen und Größen (Booth & Siegler, 2006), eine mentale Vorstellung von Distanzen zwischen Zahlen entsprechend eines Zahlenstrahls (Bachot et al. 2005), einer parallelen Verarbeitung von Zahlen (Nuerk et al., 2004) oder der Verfügbarkeit von Zwischenergebnissen beim schriftlichen Rechnen (Venneri et al., 2003). Im Gegensatz zu den Annahmen von Booth und Siegler (2006) zeigten die Kinder der vorliegenden Stichprobe keine unterdurchschnittlichen Leistungen in der Orientierung auf einem Zahlenstrahl. Gleichzeitig verbesserte sich diese Fertigkeit im Verlauf der therapeutischen Intervention, was wiederum für einen Zusammenhang zwischen räumlichen und rechnerischen Fertigkeiten sprechen würde. Im Schätzen von Mengen zeigten die Kinder insgesamt unauffällige Leistungen. Angesichts der vielen und unterschiedlichen komorbiden Störungen der Kinder lassen sich aus den vorliegenden Daten aber weder einheitliche noch kausale Störungsmuster ableiten.

Bei der Analyse der Einzelfälle wurde ein Kind identifiziert, das sich in seiner Gesamtrechenleistungen klinisch signifikant verbessert hatte. Dabei handelte es sich um eine Erstklässlerin. Möglicherweise profitieren jüngere Kinder in Bezug auf Mathematik mehr als ältere, da sie die erworbenen räumlichen Fähigkeiten für den Erwerb von basisnumerischen Fähigkeiten aktuell nutzen können, denn diese sind in dem Alter noch Bestandteil des regulären schulischen Kurrikulums, bei älteren Kindern dagegen nicht mehr. Wie Dornheim (2008) aufzeigt, tragen räumlich-konstruktive und -mnestische Fähigkeiten neben dem numerischen Vorwissen wesentlich zu der Entwicklung rechnerischer Fertigkeiten bzw. einer Rechenstörung bei. Ältere Kinder haben dagegen bereits Lücken in Mathematik ausgebildet

und können diese nicht mehr allein durch eine Verbesserung der räumlich-konstruktiven Fähigkeiten kompensieren. Allerdings ist der Rückschluss von einem Kind an dieser Stelle etwas gewagt.

Schreiben: Mehrere Schulkinder wiesen Schwierigkeiten im Lesen und Schreiben auf, die bei 23% der Kinder so stark ausgeprägt waren, dass eine Lese- und/ oder Rechtschreibstörung nach den Leitlinien der Kinder- und Jugendpsychiatrie diagnostiziert wurde. Die Kinder zeigten vor allem Schwierigkeiten im orthografischen Schreiben sowie im mechanischen Lesen und der Lesegeschwindigkeit. Eine vornehmliche Störung des Leseverständnisses, wie Worling (1998) für Kinder mit Nonverbal Learning Disabilities festgestellt hat, konnte nicht beobachtet werden. Die von Klicpera (1998) angenommenen Schwierigkeiten in der Ausrichtung gestaltgleicher Buchstaben bei Kindern mit räumlich-konstruktiven Störungen konnte in der vorliegenden Stichprobe nur bei zwei Kindern beobachtet werden, von denen eines noch die 1. Klasse besuchte. Beide Kinder beherrschten nach Beendigung der therapeutischen Intervention die richtige räumliche Schreibweise von Buchstaben. Der Nachweis, dass dies auf die therapeutische Intervention zurückzuführen war, lässt sich allerdings nicht erbringen, da dies z.T. auch Inhalt der schulischen Förderung war. In der Einzelfallanalyse konnten zwei weitere Kinder identifiziert werden, bei denen eine Verbesserung des Schriftbildes beobachtet wurde, die bei einem Kind auch mit einer Verbesserung in der Rechtschreibleistung einherging.

Zeitliche Orientierung: Viele Eltern berichteten im Elternfragebogen von Schwierigkeiten in der zeitlichen Orientierung ihrer Kinder und dem Lesen der Analoguhr. Bei näherer Exploration stellte sich heraus, dass die Schwierigkeit mehr die Verknüpfung von abgelesener Uhrzeit und deren semantischen Gehalt bzw. dem Verständnis für zeitliche Abstände war, als das Ablesen der Uhrzeit selbst. Dies steht im Widerspruch zu den Annahmen von Muth et al. (2001), die bei Kindern mit räumlich-konstruktiven Störungen von Schwierigkeiten im Ablesen der Uhrzeit aufgrund mangelhafter Differenzierungsfähigkeit der Winkel ausgeht.

Im Verlauf der therapeutischen Intervention hatte sich die zeitliche Orientierung der Kinder zwar über alle Messzeitpunkte signifikant verbessert, was vermutlich aber nicht unmittelbar im Zusammenhang mit der therapeutischen Intervention steht. Eine kausale Zuschreibung dieser Verbesserung zu der therapeutischen Intervention ist zudem nicht möglich, da sich diese nicht von Faktoren wie der schulischen und häuslichen Förderung sowie natürlichen

Entwicklungsprozessen abgrenzen lässt. Die Fähigkeit, die Analoguhr zu lesen war bei den Kindern anfangs deutlich besser ausgeprägt als ihre zeitliche Orientierung. Hier zeigte sich keine wesentliche Veränderung im Verlauf der Therapie.

Hypothese 2b:

Die Hypothese 2b wurde angenommen. Es konnte ein positiver und mittelfristig stabiler Transfer auf akademische Fertigkeiten hinsichtlich einer Orientierung im Zahlenraum nachgewiesen werden, nicht aber hinsichtlich der allgemeinen rechnerischen Fertigkeiten. Hinsichtlich der Schrift und der zeitlichen Orientierung konnte dagegen kein positiver Transfer nachgewiesen werden.

5.1.2.3 Diskussion der Hypothese 2c: Positiver Transfer durch verbesserte Arbeitsstrategien

Vor Beginn der therapeutischen Intervention zeigten alle Kinder Schwierigkeiten in ihren Arbeitsstrategien beim Bearbeiten von räumlich-konstruktiven Aufgaben, insbesondere analytische Schwierigkeiten. Häufig wurde die Vorlage nur ungenau fixiert, die Kinder verfügten über ein geringes Repertoire an Arbeitsstrategien, arbeiteten wenig systematisch und neigten zu einem vorschnellen Aufgeben. Im Verlauf der therapeutischen Intervention zeigte sich ein signifikanter Rückgang ungünstiger Arbeitsstrategien, der auch mittelfristig stabil blieb.

Durch den Fokus des Therapieprogramms auf metakognitive Strategien beim Bearbeiten von räumlich-konstruktiven Anforderungen war es den Kindern anscheinend möglich, sich individuelle Arbeitsstrategien anzueignen, die sie auch ohne Hilfestellung auf das Bearbeiten der Testaufgaben übertragen konnten. Anhand einer qualitativen Analyse des Therapieverlaufs konnte aufgezeigt werden, dass bei fast allen Kindern eine Verbesserung der Analysefähigkeit eine wesentliche Wirkkomponente des Therapieprozesses darstellte. Fraglich bleibt dabei, ob der Transfer der Arbeitstrategien auf andere Inhalte möglich ist. Ein Transfer auf unterrichtsnahe Inhalte, wie es Souvignier (2000) vorschlägt, wurde nicht überprüft.

Hypothese 2c:

Die Hypothese 2c wurde angenommen. Es konnte ein positiver Transfer durch verbesserte Arbeitsstrategien nachgewiesen werden, der mittelfristig stabil blieb.

5.1.3 Diskussion der Hypothese 3: Verbesserung der räumlich-perzeptiven Fähigkeiten

Neben der räumlich-konstruktiven Störung wurden auch in anderen visuell-räumlichen Bereichen Schwächen bei den Kindern deutlich. Die unterdurchschnittlichen Ergebnisse im MVPT-3 weisen auf eine gestörte visuell-räumliche Wahrnehmung hin. Bei einer genaueren Analyse der Subbereiche des MVPT-3 konnte allerdings aufgezeigt werden, dass Störungen im Bereich des visuell-räumlichen Arbeitsgedächtnisses und der räumlich-kognitiven Fähigkeiten dominierten und nicht in den Bereichen einfacher Wahrnehmungsfunktionen wie der Formdifferenzierung, Figur-Grund-Wahrnehmung oder Wahrnehmung der Lage im Raum. Ähnliches zeigte sich im Untertest VMI-Perception, der überwiegend die Fähigkeit zur Formdifferenzierung erfasst. Trotz auffälliger Befunde im MVPT-3 kann folglich bei den meisten der Kinder von einer intakten visuell-räumlichen Wahrnehmung ausgegangen werden.

Bereits durch die Testwiederholung vor Beginn der Therapie zeigte sich eine deutliche Verbesserung im MVPT-3 mit großer Effektstärke. Nach Beendigung der Therapie zeigte sich ein noch größerer Effekt, der auch deutlich über dem zu erwartenden Zugewinn durch Testwiederholung lag. Colarusso und Hammill (2003) beobachteten einen durchschnittlichen Übungsgewinn bei einer Testwiederholung des MVPT-3 nach 34 Tagen von $z = 0.53$, was dem Übungseffekt der vorliegenden Stichprobe mit $z = 0.62$ entspricht. Der beobachtete Zugewinn nach Beendigung der Therapie lag mit $z = 1.13$ deutlich darüber, was ebenfalls gegen einen reinen Testwiederholungseffekt spricht. Die Effekte im MVPT-3 blieben mittelfristig stabil. Eine genauere Analyse der Subbereiche des MVPT-3 ergab signifikante Verbesserungen im Bereich der Gestaltbindung und der Wahrnehmung der Lage im Raum. Da die Kinder in den Bereichen Formdifferenzierung und Figur-Grund-Wahrnehmung bereits unmittelbar vor Beginn der Therapie einen Deckeneffekt erzielten, ist nicht auszuschließen, dass die Effekte möglicherweise unterschätzt wurden. Im VMI-Perception zeigten sich erst mittelfristig signifikante Verbesserungen mit ebenfalls großer Effektstärke.

Nachfolgend wurden die Kinder analysiert, die im MVPT-3 unterdurchschnittliche Leistungen erzielt hatten. Von diesen insgesamt 9 Kindern hatten sich 5 im Einzelfall signifikant verbessert und 8 dieser 9 Kinder wiesen zum Zeitpunkt Post einen Normwert auf. Es ist davon auszugehen, dass sich die visuell-räumliche Wahrnehmung bei Kindern mit einer Störung in diesem Bereich durch das Therapieprogramm normalisieren lässt. Allerdings müsste für die Überprüfung dieser Annahme ein Verfahren eingesetzt werden, das einen geringeren

Testwiederholungseffekt sowie spezifischere Aufgaben bezüglich der visuell-räumlichen Wahrnehmung aufweist.

Bei einer genaueren Analyse der Ergebnisse im VMI-Perception fielen von Prä 1 zu Prä 2 unterschiedliche Richtungen in der Veränderung auf. Während sich 8 Kinder verbesserten, hatten sich 7 Kinder erwartungswidrig verschlechtert. Diese Tendenz konnte in den nachfolgenden Untersuchungen zu Post und Follow-up 1 und 2 nicht mehr festgestellt werden. Das Ausmaß der Verschlechterung war dabei so groß, dass es sich nicht allein durch eine Normverschiebung erklären ließ. Die 7 Kinder hatten absolut zum Zeitpunkt Prä 2 weniger Items als zum Zeitpunkt Prä 1 gelöst, wobei dies ausschließlich Items mit höherer Schwierigkeit betraf. Ein Demotivationseffekt durch die Testwiederholung bzw. generelles Nachlassen der Aufmerksamkeit konnte in den Untersuchungen nicht beobachtet werden. Die Kinder erweckten vielmehr den Anschein, nicht genau hinzusehen und Details wenig zu beachten, obwohl sie eine gute selektive Aufmerksamkeit zeigten, wie die nachfolgenden Untertests zur KITAP zeigten. Diese Beobachtung wurde nach Beendigung des Therapieprogramms dagegen nicht mehr gemacht. Es ist zu vermuten, dass die Kinder in der Therapie gelernt hatten, geometrische Muster genauer und systematischer zu analysieren bzw. ihre räumliche Aufmerksamkeit genauer auszurichten. Es ist nicht auszuschließen, dass es sich bei den gezeigten Effekten weniger um eine verbesserte räumliche Wahrnehmung als vielmehr um verbesserte Aufmerksamkeits- und Analysefähigkeiten handelt. Bei Kindern mit Spina bifida, die wiederum häufig räumlich-konstruktive Störungen aufweisen, wird auch von anderen Autoren eine solche gestörte räumlichen Ausrichtung der Aufmerksamkeit berichtet (z.B. Dennis, Sinopoli, Fletcher & Schachar, 2008). Ebenso wurde bei Kindern mit motorischen Koordinations- und visuomotorischen Störungen eine gestörte Aufmerksamkeitsorientierung beobachtet (Wilson, Maruff & McKenzie, 1997). Diese Annahmen müssten für Kinder mit räumlich-konstruktiven Störungen weiter untersucht werden.

Hypothese 3:

Die Nullhypothese wurde beibehalten. Eine Verbesserung in den Verfahren zur visuell-räumlichen Wahrnehmung konnte nachgewiesen werden, aber nicht sicher von räumlich-mnestischen, -kognitiven und räumlichen Aufmerksamkeitsprozessen abgegrenzt werden. Für Kinder mit einer gestörten visuell-räumlichen Wahrnehmung scheint die Hypothese 3 dagegen zuzutreffen.

5.1.4 Diskussion der Hypothese 4: Verbesserung der räumlich-kognitiven Fähigkeiten

Viele Kinder wiesen zum ersten Untersuchungszeitpunkt Schwierigkeiten im räumlich-kognitiven Bereich auf. Besonders schwache Leistungen zeigten sie im VOT, dagegen normale Leistungen im Untertest Gestaltschließen der K-ABC. Auffallend war eine große Streuung der Werte vor Therapiebeginn. In den Aufgaben zur Gestaltbindung des MVPT-3 zeigten die Kinder ebenfalls normale Leistungen (sie lösten alle Items mit einem Schwierigkeitsindex von $p_i \leq 85$). Während sich im Untertest Gestaltschließen (K-ABC) über alle Messzeitpunkte relativ stabile Leistungen zeigte, hatten sich die Kinder im VOT schon ohne therapeutische Intervention signifikant verbessert. Die Verbesserung nach Beendigung der Therapie wies zwar eine große Effektstärke auf, unterschied sich in ihrem Ausmaß aber nur unwesentlich von der Verbesserung vor Beginn der Therapie. Es ist zu vermuten, dass die beobachteten Effekte in diesem Verfahren vornehmlich auf Übungeffekte durch eine Testwiederholung zurückzuführen waren und weniger auf die therapeutische Intervention selbst.

Aus diesen Beobachtungen lässt sich folgern, dass die drei eingesetzten Verfahren zur Gestaltbindung bei den Kindern der Stichprobe unterschiedliche Fähigkeiten gemessen haben. Grundsätzlich zeigten die Kinder größere Schwierigkeiten, wenn eine Figur nicht nur mental ergänzt, sondern auch transformiert bzw. rotiert werden sollte. Kinder mit einer Störung im räumlich-kognitiven Bereich, hatten sich im Untertest Gestaltschließen nur teilweise, im VOT dagegen ganz normalisiert. Bei diesen Kindern konnte ein wesentlich geringerer Übungseffekt durch die Testwiederholung beobachtet werden. Um einen Therapieeffekt nachweisen zu können, wäre ein Instrument mit geringerem Testwiederholungseffekt notwendig, was angesichts der schnellen Wiedererkennungslleistung bei Aufgaben zur Gestaltbindung schwer zu realisieren ist (Lezak, Howieson & Loring, 2004). Auch Kirby & Boulter (1998) beobachteten solche Übungeffekte durch Testwiederholung.

Bei der Analyse der Kinder mit dem mittelfristig größten Therapieeffekt im räumlich-konstruktiven Bereich im Vergleich zu den Kindern mit dem mittelfristig kleinsten Therapieeffekt fallen Unterschiede im räumlich-kognitiven Bereich auf. Die Kinder mit dem größten Therapieeffekt zeigten eine Leistungsdissoziation von 2 SD zwischen VOT und Gestaltbindung der K-ABC, wobei sie in dem letztgenannten Test ein leicht überdurchschnittliches Ergebnis schon zum Zeitpunkt Prä 1 aufwiesen. Im MVPT-3 zeigten diese Kinder weit unterdurchschnittliche Leistungen mit besonderen Schwächen bei den Aufgaben zur Gestaltbindung. Diese Leistungsdissoziation konnte bei den Kindern mit kleinem Therapieeffekt

nicht beobachtet werden. Möglicherweise lag bei den Kindern mit dem größten Therapieeffekt bereits vor Beginn der Therapie eine gute Fähigkeit zur Imagery vor, die ihnen Aufgaben zur Gestaltbindung ohne Zielfigur erleichterte, während sie bei abstrakten Aufgaben nur schwer bildliche Assoziationen vornehmen konnten. Im Verlauf der therapeutischen Intervention lernten sie dann entsprechende Arbeitsstrategien. Bei den Kindern mit kleinem Therapieeffekt könnte die Fähigkeit zur Imagery zu Beginn geringer ausgeprägt und damit Kompensationsstrategien für sie auch schwerer zu erlernen sein, wie es Cornoldi und Vecchi (2003) für Kinder mit Nonverbal Learning Disabilities vermuten.

Differenzierte Untersuchungen zu räumlich-kognitiven Fähigkeiten bei Kindern mit einer räumlich-konstruktiven Störung lassen sich in der Literatur kaum finden. Meist wird nur ein Teilbereich der räumlichen Kognition, z.B. die mentale Rotation untersucht. Eine Leistungsdissoziation wurde bisher nicht berichtet. In Studien zur Therapie räumlich-konstruktiver Störungen bei Kindern wird auf mögliche Veränderungen der räumlichen Kognition nicht näher eingegangen. Lasogga & Michel (1994) beobachten bei Kindern mit später erworbenen Schädigungen des Gehirns besondere Schwierigkeiten im VOT. Muth et al. (2001) berichten unauffällige Leistungen in der visuellen Objektwahrnehmung anhand des VOSP (Warrington & James, 1991) sowie geringe Auffälligkeiten im Untertest Bilderergänzen des HAWIK-R (Tewes, 1983), die sich im Verlauf ihrer räumlich-konstruktiven Therapie verringerten. Auch bei dieser Studie scheint eine Abgrenzung zwischen Therapie- und Übungseffekt durch Testwiederholung angesichts der speed-Komponente nur schwer möglich (Lezak et al., 2004). Mit dem Einzeltraining Dimensioner II (Muth-Seidel & Petermann, 2008) konnte dieser Effekt nicht nachgewiesen werden. Wiedenbauer und Jansen-Osmann (2006a) fanden bei Kindern mit Spina bifida und räumlich-konstruktiven Störungen deutlich herabgesenkte Leistungen in der mentalen Rotation, die sich durch ein halbstündiges manuelles Training signifikant verbessern ließ (Wiedenbauer, 2006). Auch in dieser Studie wurde der Therapieeffekt nicht von einem Übungseffekt durch Testwiederholung abgegrenzt.

Um die räumlich-kognitiven Fähigkeiten der Kinder sowie mögliche Leistungsdissoziationen sinnvoll beurteilen zu können, wären spezifischere Instrumente notwendig, die zwischen einfachen und komplexen, wahrnehmungsbezogenen und logischen Lösungsstrategien sowie Imagery differenzieren und gleichzeitig geringe Testwiederholungseffekte aufweisen.

Hypothese 4:

Die Nullhypothese wurde beibehalten. Eine Verbesserung der räumlich-kognitiven Fähigkeiten konnte nachgewiesen werden, ließ sich aber nicht sicher von einem Übungseffekt durch die Testwiederholung abgrenzen. Für Kinder mit einer gestörten visuell-räumlichen Kognition scheint die Hypothese 4 dagegen zuzutreffen.

5.1.5 Diskussion der Hypothese 5: Verbesserung der räumlich-mnestischen Fähigkeiten

Viele Kinder zeigten neben der räumlich-konstruktiven Störung auch eine Störung im visuell-räumlichen Arbeitsgedächtnis, insbesondere in der Reproduktion einer Sequenz von geometrischen Figuren. Nach Beendigung der Therapie hatten sich die Kinder in allen drei eingesetzten Verfahren zum visuell-räumlichen Gedächtnis signifikant verbessert und normalisiert mit jeweils großen Effektstärken, was sich ohne therapeutische Intervention nicht zeigte. Während die Kinder in den beiden Verfahren zum visuellen Gedächtnis für geometrische Formen mittelfristig einen weiteren Zugewinn zeigten, verschlechterte sich die Leistung im räumlichen Gedächtnis wieder und sank auf das Niveau, das die Kinder unmittelbar vor Beginn der Therapie gezeigt hatten.

Ein gestörtes visuell-räumliches Arbeitsgedächtnis wird bei Kindern mit räumlich-konstruktiven Störungen von verschiedenen Autoren berichtet. Süß-Burghardt (2001) beobachtete z.B. Schwierigkeiten in der Reproduktion von Anordnungen innerhalb einer Matrix wie dem Untertest Räumliches Gedächtnis der K-ABC. Die Arbeitsgruppe um Cornoldi (Conte et al., 1995; Cornoldi et al. 1999; Mammarella & Cornoldi, 2003; Mammarella et al., 2006) geht sogar davon aus, dass räumlich-konstruktive Störungen ursächlich auf eine Störung im visuell-räumlichen Arbeitsgedächtnis zurückzuführen sind. Da sich bei 8 der 15 Kinder dieser Stichprobe keinerlei Störung im visuell-räumlichen Arbeitsgedächtnis nachweisen ließ, erscheint die Annahme für die vorliegende Stichprobe nicht zutreffend. Es wäre jedoch möglich, dass diese Kinder ihre Schwächen durch verbale Strategien kompensieren konnten, wie es z.B. Cornoldi und Vecchi (2003) beobachteten. Gegen diese Annahme spricht das gehäufte Auftreten von Störungen im verbalen Arbeitsgedächtnis bzw. semantischen Gedächtnis, insbesondere bei den Kindern, die normale Leistungen im visuell-räumlichen Arbeitsgedächtnis zeigten. Bei diesen Kindern wären angesichts der räumlich-konstruktiven Störung auch eine Störung im visuell-räumlichen Arbeitsgedächtnis zu erwarten gewesen, da verbale Kompensationsstrategien beim Lösen der Matrix-Aufgabe durch eine Störung im verbalen Arbeitsgedächtnis nur eingeschränkt möglich sein dürften.

Da die Kinder in den drei Verfahren zum visuell-räumlichen Arbeitsgedächtnis unterschiedliche Leistungen aufwiesen, wurde die Hypothese einer Leistungsdissoziation nachgegangen, wie sie Cornoldi und Vecchi (2003) für Kinder mit Nonverbal Learning Disabilities annehmen. Während sich die Leistungen der Kinder zum ersten Untersuchungszeitpunkt in den drei Verfahren nicht wesentlich unterschieden, zeigten sich nach Beendigung der Therapie mittelfristig relativ hohe Leistungen im nicht-sequentiellen visuellen Gedächtnis (ITK-FE) im Gegensatz zu den schwächeren Leistungen im sequentiellen visuellen Gedächtnis (PET-SFG) und visuell-räumlichen Gedächtnis (K-ABC-RGD). Die Kinder der vorliegenden Stichprobe konnten nach Beendigung der Therapie anscheinend Anordnungen von geometrischen Formen deutlich besser wiedererkennen als reproduzieren.

Eine Erklärung für die unterschiedlichen Leistungen innerhalb des visuellen bzw. visuell-räumlichen Gedächtnisses könnte die Komplexität der Aufgaben sein. Aufgrund der Schwierigkeiten in der Verarbeitung visuell-räumlicher Informationen waren die Leistungen der Kinder dann besonders schwach, wenn sie mehrere Aspekte gleichzeitig beachten müssen, nämlich die Einspeicherung und Reproduktion der verschiedenen geometrischen Formen, deren Ausrichtung sowie deren räumliche Position innerhalb einer Sequenz. Möglicherweise konnten die Kinder nach Beendigung der Therapie visuell-räumliche Muster aufmerksamer und systematischer analysieren und damit ebenfalls leichter einspeichern. Ähnliche Schlussfolgerungen zogen Lanfranchi, Carretti, Spano und Cornoldi (2009) bei Kindern mit Trisomie 21, die im simultanen visuell-räumlichen Gedächtnis relativ schwache Leistungen im Vergleich zum sequentiellen visuell-räumlichen Gedächtnis aufwiesen.

Eine zweite Erklärungsmöglichkeit der Leistungsdissoziation wäre eine unterschiedliche ausgeprägte Kompensation durch verbale Strategien, wie Cornoldi und Vecchi (2003) vermuten. Möglicherweise konnten die Kinder im Verlauf der therapeutischen Intervention verbale Strategien besser nutzen, zumal dies Bestandteil der Intervention war. Die mittelfristige Instabilität der Leistungen im räumlichen Gedächtnis der K-ABC lässt sich durch beide Hypothesen erklären. Sowohl die Fähigkeit zur verbalen Kodierung als auch die visuell-räumliche Analyse und Aufmerksamkeit sind einfacher an visuellen als an visuell-räumlichen Informationen innerhalb einer Matrix durchzuführen, was die Instabilität der Leistungen im visuell-räumlichen Gedächtnis (RGD) erklären könnte.

Hypothese 5:

Die Hypothese 5 wurde angenommen. Es konnte eine Verbesserung der räumlich-mnestischen Fähigkeiten nachgewiesen werden, die in zwei der drei Subbereiche auch mittelfristig stabil blieb.

5.1.6 Diskussion der Hypothese 6: Verbesserung der räumlich-topografischen Fähigkeiten

Räumlich-topografische Störungen konnten nur bei einem Kind beobachtet werden, alle anderen Kinder konnten sich nach Angabe ihrer Eltern räumlich gut orientieren. Nach Beendigung der Therapie hatten sich die Kinder nach der Einschätzung ihrer Eltern im räumlich-topografischen Bereich nicht wesentlich verändert. Die Einschätzung der Eltern anhand eines einzelnen Items stellt sicherlich ein grobes Instrument dar und bildet leichte Veränderungen vermutlich kaum zuverlässig ab.

Auf die Orientierungsschwierigkeiten des einen Kindes (Valerie) soll an dieser Stelle näher eingegangen werden. Valerie konnte im Alter von 9 Jahren ihren Schulweg nicht alleine bewältigen, obwohl sich die Schule 300m entfernt in derselben Straße wie ihr Wohnhaus befand. Allerdings lag bei Valerie eine übergeordnete Störung im episodischen Gedächtnis vor, denn sie konnte sich kaum an zurückliegende Ereignisse und emotional bedeutsame Erlebnisse wie z.B. ihre Geburtstagsfeier am Vortag erinnern. Eine Dissoziation zwischen dem semantischen und episodischen Gedächtnis wird von Baddeley (2002) und der Arbeitsgruppe um Vargha-Khadem (Bird, Vargha-Khadem, Burgess, 2008; Isaacs et al., 2003; Vargha-Khadem et al., 2003a) auch als *developmental amnesia* beschrieben und bei einigen frühgeborenen Kindern mit perinatalen hypoxischen Schädigungen beobachtet. Bei den dort beschriebenen Fällen wurde auch eine räumliche Orientierungsstörung berichtet. Vargha-Khadem (Vargha-Khadem et al., 1997; 2003) führt solche Störungen ätiologisch auf eine Volumenminderung im Hippocampus im Zusammenhang mit der Frühgeburt und hypoxischer Hirnschädigung zurück¹. Aufgrund der Störung im episodischen Gedächtnis konnte sich Valerie keine Landmarken merken. Nach den Studien von Matthews (1992) lassen sich Kinder bei der Auswahl von Landmarken vor allem von affektiven und episodisch bedeutsamen Aspekten leiten, was Valerie gerade nicht möglich war. Nach der therapeutischen Intervention hatte sich ihre räumliche Orientierungsstörung etwas verbessert, aber nicht normalisiert. Sie konnte einige wenige vertraute Wege (zur Schule, zum Bäcker, zur Freundin) alleine bewältigen, indem sie sich an Landmarken orientierte, die sie mithilfe von Gedächtnisstrategien abgespeichert hatte.

¹ Valerie wurde aufgrund einer Listeriose-Infektion in der 34. Schwangerschaftswoche mit perinataler Hypoxie geboren. Bildgebende Verfahren waren allerdings noch nie durchgeführt worden, so dass eine Volumenminderung im Hippocampus nur spekulativ bleibt.

Hypothese 6:

Die Nullhypothese wurde beibehalten. Die Kinder zeigten keine wesentliche Veränderung in ihren räumlich-topografischen Fähigkeiten.

5.1.7 Diskussion der Hypothese 7: Verbesserung der räumlich-zeitlichen Orientierung

Einige Kinder zeigten Störungen in der räumlich-zeitlichen Orientierung, indem sie räumlich-zeitliche Abfolgen nicht bilden bzw. nicht reproduzieren konnten. Im Verlauf der therapeutischen Intervention zeigte sich bei den Kindern insgesamt keine signifikante Veränderung. Im Untertests Handbewegungen zeigte sich mittelfristig eine signifikante Verbesserung mit einer großen Effektstärke, während die Leistungen im Untertest Fotoserie relativ stabil geblieben waren.

Die Verbesserungen in dem Untertest Handbewegungen könnten möglicherweise durch das verbesserte visuell-räumliche Arbeitsgedächtnis bedingt sein. Logie (1995) ordnet z.B. raum-zeitliche Abfolgen dem visuell-räumlichen Arbeitsgedächtnis zu. Auf Einzelfallebene zeigte sich bei den vier Kindern mit einer Störung der räumlich-zeitlichen Fähigkeiten nur teilweise eine signifikante Verbesserung und Normalisierung. Eine differenzierte Betrachtung der zeitlichen Wahrnehmung im Zusammenhang mit räumlich-konstruktiven Fähigkeiten lässt sich mit den beiden eingesetzten Verfahren nicht vornehmen. Hierzu wären weitere Studien notwendig.

Hypothese 7:

Die Nullhypothese wurde beibehalten. Die Kinder zeigten keine wesentliche Veränderung in ihren räumlich-zeitlichen Fähigkeiten.

5.1.8 Diskussion der Hypothese 8: Spezifität des Therapieeffektes

Um den Nachweis eines spezifischen Therapieeffektes erbringen zu können, wurden zwei Kontrollvariablen, die Exekutivfunktionen und die Aufmerksamkeit, bei den Kindern überprüft. Während die Kinder im Bereich der Exekutivfunktionen ohne visuell-räumliche Anforderungen über alle Messzeitpunkte in allen drei durchgeführten Verfahren stabile Leistungen zeigten, konnte eine signifikante Verbesserung im Bereich der Exekutivfunktionen mit visuell-räumlichen Anforderungen mit einer großen Effektstärke nachgewiesen werden, die auch mittelfristig stabil blieb.

Diese Befunde sprechen für einen spezifischen Therapieeffekt. Es ist naheliegend, dass sich für die Kinder durch den Therapieschwerpunkt in der Analyse und metakognitiven Strategien sowie infolge eines verbesserten visuell-räumlichen Arbeitsgedächtnisses die Komplexität räumlich-konstruktiver Aufgaben im Verlauf der therapeutischen Intervention reduzieren ließ. Eine Operation mit abstrakten geometrischen Formen wurde ihnen erleichtert, so dass sie z.B. Fehler durch eine stärkere Beachtung der räumlichen Ausrichtung von geometrischen Figuren bei Matrizentests vermeiden konnten. Dies würde die Diskrepanz zwischen den Veränderungen in den Exekutivfunktionen mit und ohne visuell-räumliche Anforderungen erklären. Ähnliche Annahmen machten Cornoldi et al. (1999), die bei Kindern mit Nonverbal Learning Disabilities von einer übergeordneten Störung im visuellen Denken ausgingen. Die Annahme von Petermann und Petermann (2007), dass sich räumlich-konstruktive Störungen hemmend auf das Zahlennachsprechen rückwärts infolge von Schwächen in der mentalen Rotation und Vorstellung auswirkt, konnte bei der vorliegenden Stichprobe nicht beobachtet werden. Nur eines der Kinder wies überhaupt eine Schwäche im Zahlennachsprechen rückwärts auf. Bei keinem Kind zeigte sich eine Verbesserung in diesem Untertest im Verlauf der therapeutischen Intervention, was ebenfalls gegen einen Zusammenhang sprechen würde.

Während die stabilen Exekutivfunktionen für einen spezifischen Therapieeffekt sprechen, ist diese Annahme hinsichtlich der selektiven Aufmerksamkeit fraglich. Hier zeigten sich unterschiedliche Tendenzen. Bezüglich ihrer Reaktionsgeschwindigkeit und Anzahl der Fehler zeigten die Kinder im Verlauf der therapeutischen Intervention keine wesentlichen Veränderungen. Die Anzahl der Fehler schien tendenziell immer dann zurückgegangen zu sein, wenn die Testwiederholungen in einem geringeren Abstand erfolgten (jeweils zwei Monate von Prä 1 zu Prä 2 bzw. Post zu Follow-up 1), was mehr für einen Übungseffekt durch die Testwiederholung spricht. Bezüglich der Auslassungen zeigten die Kinder eine signifikante Verbesserung mit großer Effektstärke im Verlauf der therapeutischen Intervention, die auch mittelfristig stabil blieb.

Die verringerte Anzahl an Auslassungen spricht für eine Verbesserung eines Teilbereichs der Aufmerksamkeit. Gleichzeitig konnte in der Einzelfallanalyse bei keinem der fünf Kinder mit einer Störung im Bereich der Aufmerksamkeit eine wesentliche Verbesserung im häuslichen oder schulischen Rahmen beobachtet werden, was wiederum gegen eine generelle Verbesserung der Aufmerksamkeit spricht. Möglicherweise hat sich bei den Kindern ein Aspekt

der Aufmerksamkeit verbessert, der nicht mit dem Aufmerksamkeitsdefizitsyndrom assoziiert ist, z.B. die räumliche Ausrichtung der Aufmerksamkeit. Folgt man den Befunden von Dennis et al. (2008), liegen bei Kindern mit Spina bifida spezifische Störungen in der Aufmerksamkeitsorientierung vor, d.h. Schwierigkeiten in der automatischen und willentlichen Ausrichtung ihrer Aufmerksamkeit auf einen visuellen Reiz, anders als bei Kindern mit einem Aufmerksamkeitsdefizitsyndrom mit Hyperaktivität, bei denen Schwierigkeiten in der Impulskontrolle dominieren. Durch den Schwerpunkt der Therapie in der Analyse von visuell-räumlichen Reizen könnte sich eine Störung in der willentlichen Aufmerksamkeitsorientierung verbessert haben. Gegen diese Annahme sprechen allerdings die unveränderten Reaktionszeiten über alle Messzeitpunkte in der KITAP, die bei einer verbesserten Aufmerksamkeitsorientierung zu erwarten wären. Da die KITAP kein geeignetes Instrument ist, um die Aufmerksamkeitsorientierung von Kindern zu messen, müssten hierzu spezifischere Verfahren eingesetzt werden. Zudem ist ihre Änderungssensitivität und Stabilität bisher unsicher (Renner & Irblich, 2007).

Eine alternative Erklärung für die verringerte Anzahl an Auslassungen in der KITAP wäre eine gesteigerte Verarbeitungskapazität der Kinder infolge verbesserter analytischer und räumlich-mnestischer Fähigkeiten, die sich auf die Aufmerksamkeit gegenüber visuell-räumlichen Reizen auswirkt. Durch die Fokussierung auf den Einsatz von individuell geeigneten Strategien ließen sich auch planerische Strategien bezogen auf räumlich-konstruktives Material verbessern und damit die Komplexität der Aufgaben für die Kinder reduzieren.

Hypothese 8:

Die Hypothese 8 wurde angenommen. Die Exekutivfunktionen und die Aufmerksamkeit der Kinder hatten sich im Verlauf der therapeutischen Intervention nicht wesentlich verändert, so dass von einem spezifischen Therapieeffekt in Bezug auf räumlich-konstruktive Fähigkeiten ausgegangen werden kann.

5.2 Diskussion des Störungsmodells

Bisherige Modelle räumlich-konstruktiver Störungen, wie sie in der Literatur angeführt werden, scheinen für die Kinder der vorliegenden Stichprobe nicht ganz zuzutreffen. An dieser Stelle wird noch einmal genauer auf die Zusammensetzung der Stichprobe eingegangen.

Im Vergleich zur Normpopulation wiesen die Kinder geringere intellektuelle Fähigkeiten auf, die sich nicht allein durch die räumlich-konstruktive Störung erklären ließen. Abweichend von idealtypischen Studien konnte kein Kind mit einer „reinen“, d.h. isolierten räumlich-konstruktiven Störung gefunden werden. Trotz einer doppelten Selektion wiesen alle Kinder mindestens eine komorbide Störung auf. Häufig wurden Störungen im Bereich des Gedächtnisses beobachtet, nicht nur im visuell-räumlichen, sondern auch im phonologischen Arbeitsgedächtnis sowie im semantischen Gedächtnis. Ein Drittel der Kinder wies zudem eine Aufmerksamkeitsstörung auf. Neben der räumlich-konstruktiven Störung zeigten sich auch andere visuell-räumliche Störungen im Bereich der Perzeption, Kognition, zeitlichen Orientierung und selten auch in der Topografie. Ein Drittel der Kinder wies zudem eine Entwicklungsstörung im Bereich der Fein- bzw. Grafomotorik auf, knapp ein Drittel eine Sprachentwicklungsstörung. Alle Schulkinder zeigten Schwierigkeiten im Rechnen, teilweise auch im Lesen und Schreiben. Ebenfalls häufig waren reaktive emotionale Störungen.

5.2.1 Vergleich zu dem Modell der Nonverbal Learning Disabilities

Vergleicht man die Kinder dieser Stichprobe mit dem Modell der Nonverbal Learning Disabilities (Rourke et al., 2002), fallen deutliche Diskrepanzen auf. Übereinstimmend sind Schwierigkeiten im visuell-räumlichen Bereich in Verbindung mit einem gestörten Erwerb der rechnerischen Fertigkeiten. Bei einem Drittel der Kinder der Stichprobe fallen auch fein- bzw. grafomotorische Störungen auf, wie sie für das Modell der Nonverbal Learning Disabilities gefordert werden.

Rourke et al. (2002) orientieren sich u.a. an den Ergebnissen des WISC-R, und sehen eine Dissoziation zwischen verbaler und nonverbaler Intelligenz mit einer Diskrepanz von mindestens 10 IQ-Punkten als diagnoseleitend. Bei der vorliegenden Stichprobe zeigten sich in der K-ABC keine signifikanten Unterschiede zwischen den verbalen und nonverbalen Leistungen, weder zwischen dem einzelheitlichen und ganzheitlichen Denken noch zwischen dem Untertest Rätsel und dem ganzheitlichen Denken.

Im deutlichen Widerspruch zu dem Modell der Nonverbal Learning Disabilities stehen die häufigen Sprachentwicklungsstörungen der Kinder. Sprachliche Auffälligkeiten werden nach dem Konzept der Nonverbal Learning Disabilities nur in der Semantik und Pragmatik beobachtet (Worling et al., 1999), nicht bezüglich des Sprachverständnisses, Grammatik oder

Syntax, wie es bei den Kindern der vorliegenden Stichprobe nachgewiesen wurde. Bei den Kindern mit einer Sprachentwicklungsstörung hatte vor allem eine phonologische Störung bzw. Störung im phonologischen Gedächtnis zu einem erschwerten Erwerb der Schriftsprache geführt, wie es eigentlich von Kindern mit verbalen Lernstörungen (Verbal Learning Disabilities) typisch ist. Die typische Symptomatik einer Störung im Leseverständnis bei intaktem mechanischen Lesen (Worling, 1998) konnte in der vorliegenden Stichprobe nur bei einem Kind mit einer hochgradigen Schwerhörigkeit festgestellt werden. Ein Vergleich von englisch- und deutschsprachigen Kindern ist dabei allerdings problematisch. Eine Dyslexie bei Kindern aus dem englischen Sprachraum lässt sich schwer mit einer Lesestörung bei Kindern aus dem deutschen Sprachraum vergleichen, denn die deutsche Schriftsprache verfügt über eine wesentlich konsistentere Graphem-Phonem-Korrespondenz als die englische (Lenhard & Artelt, 2009).

Im Rahmen des Konzepts der Nonverbal Learning Disabilities wird eine schwaches visuelles Gedächtnis im Vergleich zu einem intakten auditiven Gedächtnis herausgestellt (Cornoldi et al., 1999), was ebenfalls auf die Kinder der Stichprobe nicht zutraf. Die Kinder zeigten zwar ein schwaches visuell-räumliches Gedächtnis, allerdings häufig auch ein schwaches auditives Gedächtnis. Ein gestörtes verbales Assoziationsgedächtnis, wie es häufig vorkam, wäre wiederum eher mit dem Modell der verbalen Lernstörungen vereinbar.

Die Arbeitsgruppe um Cornoldi (Cornoldi et al., 1999) geht von einer gestörten visuell-räumlichen Wahrnehmung aus, insbesondere von Schwierigkeiten in der Figur-Grund-Wahrnehmung. Auch diese Annahme traf auf die vorliegende Stichprobe nicht zu, denn im Bereich der Figur-Grund-Wahrnehmung zeigten die Kinder unauffällige Leistungen.

Entgegen der Annahme des Modells der Nonverbal Learning Disabilities, zeigten nur die Hälfte der Kinder in der CBCL Auffälligkeiten im sozial-emotionalen Bereich, meist im Bereich der internalisierenden Störungen, teilweise aber auch im Bereich der externalisierenden Störungen. Bei Kindern mit Nonverbal Learning Disabilities wird dagegen von markanten Einschränkungen im sozialen Bereich berichtet, die sich in Form von internalisierenden Störungen zeigen (Dir, 1999; Pelletier et al., 2001; Perlis, 2006). Sie werden als Folge der Schwierigkeit, soziale Situationen und nonverbale Kommunikation richtig zu erfassen interpretiert und zeigen viele Überschneidungen mit der Symptomatik des Aspergersyndroms (Forrest, 2004). Die beobachteten sozial-emotionalen Störungen der Kinder der vorliegenden

Stichprobe wurden dagegen als reaktive Störungen interpretiert, die ursächlich sowohl auf familiäre Belastungen als auch ein schulisches Leistungsversagen zurückzuführen waren und nicht auf die mangelnde Fähigkeit in der Einschätzung des sozialen Raumes oder dem Erkennen und der Interpretation von Gesichtern und nonverbaler Kommunikation. Alle Kinder der vorliegenden Stichprobe verfügten über einen stabilen Freundeskreis, was gegen eine grundlegende Störung im Bereich sozialer Kompetenzen spricht.

Gravierende Auffälligkeiten im Alltag, z.B. in Form von einem mangelnden Verständnis von raumbezogenen Beschreibungen, Schwierigkeiten im selbständigen Ankleiden, der räumliche Orientierung oder einer eingeschränkte Wahrnehmung bzw. Achtsamkeit von Details ihrer Umgebung, wie sie von Cornoldi et al. (2003) bei Kindern mit Nonverbal Learning Disabilities gefunden wurden, konnten in der vorliegenden Stichprobe nicht beobachtet werden.

Insgesamt gibt es bei den Kindern der vorliegenden Stichprobe nur eine geringe Überschneidung mit dem Modell der Nonverbal Learning Disabilities von Rourke, so dass hier von unterschiedlichen Kindern und Störungsbildern ausgegangen werden muss. Der Grund hierfür könnte an der hohen Anzahl komorbider Störungen liegen. Gleichzeitig fehlen bei einer Reihe der Kinder der vorliegenden Stichprobe auch Symptome, die für das Modell der Nonverbal Learning Disabilities gefordert werden wie z.B. sozial-emotionale Störungen, feinmotorische Störungen sowie Sprachentwicklungsstörungen im Bereich der Prosodie und Pragmatik.

5.2.2 Vergleich zu neuropsychologischen Modellen

Einige Autoren wie z.B. die Arbeitsgruppe um Petermann stützen sich bei Kindern mit räumlich-konstruktiven Störungen auf neuropsychologische Modelle, wie sie für den Bereich Erwachsener mit später erworbenen Schädigungen des Gehirns formuliert wurden (z.B. Benton, 1967; Kerkhoff, 2000). Wie bei dem Modell der Nonverbal Learning Disabilities gibt es Übereinstimmungen hinsichtlich der Kernsymptomatik der räumlich-konstruktiven Störung, nämlich durch Probleme beim Zusammenfügen von Einzelteilen zu einer Gesamtfigur, beim Zeichnen von geometrischen Formen oder beim Konstruieren von zwei- bzw. dreidimensionalen Figuren. Unsicher erscheint eine Analogie von Erwachsenen mit einer erworbenen Schädigung des Gehirns auf Kinder, besonders auf Kinder, bei denen noch nicht einmal eine Schädigung oder Funktionsstörung des Gehirns nachgewiesen wurde, wie bei den meisten

Kindern der vorliegenden Stichprobe. Eine Untergliederung der räumlich-konstruktiven Störung in rechts- und linkshemisphärische Störungen, wie z.B. De Renzi (1982) vermutet und von der Arbeitsgruppe um Petermann entsprechend übernommen wurde, ließ sich bei den wenigen Kindern mit nachgewiesener Störung des Gehirns aufgrund ihrer heterogenen Störungsbilder gar nicht vornehmen.

Nicht in Übereinstimmung mit den neuropsychologischen Modellen räumlich-konstruktiver Störungen sind die sekundären Störungen. Bei Erwachsenen mit erworbenen Schädigungen des Gehirns sind sekundäre Störungen in der Regel gravierend und zeichnen sich durch Schwierigkeiten z.B. beim Ankleiden, bei der selbständigen Körperpflege, dem eigenständigen Essen oder der Teilnahme am Straßenverkehr aus (Niedeggen & Jörgens, 2005). Bei den Kindern dieser Studie wurden solche Einschränkungen nicht berichtet. Auch die von der Arbeitsgruppe um Petermann berichteten Störungen z.B. im Aufräumen des eigenen Zimmers, im Beachten von räumlichen Aufstellungen und zeitlichen Abläufen beim Mannschaftsport oder in der Wahrnehmung des sozialen Raumes und einem daraus resultierendem egozentrischen Verhalten konnten nicht beobachtet werden. Die Eltern gaben im Elternfragebogen insgesamt nur wenige Einschränkungen an, sie äußerten auch kaum Besorgnis bezüglich der Auffälligkeiten ihrer Kinder. Auffälligkeiten wurden in der zeitlichen Orientierung beschrieben – ebenfalls nicht besorgniserregend – die aber seltener mit der Differenzierung der Winkel der Zeiger sowie dem Transkodieren von dargestellter in gesprochener Uhrzeit zusammenhing, wie dies für Erwachsene mit erworbenen Hirnschädigungen bei diesem Störungsbild oft beobachtet wird (Kerkhoff, 2000). Die Kinder zeigten eher Schwierigkeiten in der Zuordnung von Uhrzeit und deren semantischen Gehalt, d.h., sie konnten die Uhrzeit korrekt ablesen, wussten damit aber wenig anzufangen.

Störungen in der räumlichen Wahrnehmung, wie sie bei Erwachsenen teilweise im Zusammenhang mit räumlich-konstruktiven Störungen berichtet werden (Kerkhoff, 2002), wurden auch bei einzelnen Kindern der Stichprobe beobachtet. Dabei verursachten die Störungen der Wahrnehmung nicht die Fehlleistungen, wie sie bei Erwachsenen beobachtet werden, z.B. Schwierigkeiten beim Greifen oder beim Treppensteigen durch mangelnde Einschätzung von Entfernungen, Winkel und Größen. Bei den Kindern dieser Studie äußerten sich die Wahrnehmungsstörung lediglich durch Schwierigkeiten in der Differenzierung von komplexen, geometrischen Formen, was aber zu keinen Einschränkungen im Alltag geführt hatte. Die Arbeitsgruppe um Petermann (Muth et al., 2001) berichtet von unauffälligen Leistungen in

der räumlichen Wahrnehmung und orientieren sich dabei eng an der Diagnostik räumlich-perzeptiver Störungen von Erwachsenen. Ähnliche Befunde werden von Farran, Jarrold und Gathercole (2003) berichtet, die bei Kindern mit dem William-Beuren-Syndrom relativ intakte räumlich-perzeptive Leistungen im Vergleich zu schwachen räumlich-konstruktiven Leistungen nachwiesen. Dagegen werden bei Kindern mit Spina bifida schwache räumlich-perzeptive Leistungen, insbesondere in der Figur-Grund-Wahrnehmung und schwache räumlich-konstruktive Fähigkeiten berichtet (Wiedenbauer & Jansen-Osmann, 2006a). Diese unterschiedlichen Befunde lassen sich vermutlich auch durch den Einsatz unterschiedlicher Testverfahren erklären, die hinsichtlich ihrer Voraussetzung von räumlich-kognitiven und intellektuelle Fähigkeiten nicht vergleichbar sind.

Die Arbeitsgruppe um Petermann (Muth et al., 2001) geht bei Kindern mit räumlich-konstruktiven Störungen u.a. von Einschränkungen in der räumlichen Orientierung aus, die auch bei Erwachsenen mit erworbenen Hirnschädigungen oftmals im Zusammenhang mit räumlich-konstruktiven Störungen berichtet werden. Die Autoren vermuten vornehmlich Schwierigkeiten im Lesen von Landkarten. Auch Wiedenbauer & Jansen-Osmann (2006b) beobachten Störungen in der (virtuell) räumlichen Orientierung bei Kindern mit Spina bifida und Hydrocephalus, untersuchten allerdings bei diesen Kindern nicht deren räumlich-konstruktiven Fähigkeiten. In der vorliegenden Stichprobe gab es nur ein Kind mit einer Spina bifida, was nach den Angaben der Eltern keine Schwierigkeiten in der räumlichen Orientierung aufwies und sich auch auf den Fluren des Sozialpädiatrischen Zentrums problemlos orientieren konnte. Die Fähigkeit, Landkarten zu lesen, wurde bei den Kindern nicht überprüft, da diese entwicklungspsychologisch in dem Alter noch gar nicht zu erwarten wäre (Newcombe & Learmonth, 2005; Newcombe & Huttenlocher, 2006).

Während die Kinder dieser Studie eine Vielzahl komorbider Störungen aufwiesen, werden von der Arbeitsgruppe um Petermann Störungen im Bereich der Aufmerksamkeit, Gedächtnis und Motorik ausgeschlossen. Sie beobachten häufig eine leicht reduzierte Intelligenz, was sie entsprechend des Modells der Nonverbal Learning Disabilities auf eine gestörte visuelle Problemlösefähigkeit zurückführen (Heubrock et al., 2001a; Muth et al., 2001).

Insgesamt gibt es vergleichbare Auffälligkeiten in der Kernsymptomatik erworbener räumlich-konstruktiver Störungen bei Erwachsenen und entwicklungsbedingter räumlich-konstruktiver Störungen bei Kindern. Unterschiede ließen sich insbesondere bei sekundären

Störungen in Bezug auf Alltagsfertigkeiten finden, die bei Erwachsenen als gravierend und einschränkend beschrieben werden, bei den Kindern dagegen kaum beobachtet und von ihren Eltern auch nicht als besorgniserregend eingestuft wurden. Hinsichtlich der hohen Anzahl komorbider Störungen aus unterschiedlichen Bereichen differierten die Kinder dieser Stichprobe ebenfalls von den z.B. durch die Arbeitsgruppe um Petermann beschriebenen Kindern. Untypisch für die räumlich-konstruktiven Störungen bei Erwachsenen waren die Einschränkungen im semantischen Gedächtnis der Kinder, die auch von der Arbeitsgruppe um Petermann nicht beschrieben wurden.

5.2.3 Spezifisches Modell entwicklungsbedingter räumlich-konstruktiver Störungen?

Typisch für die Kinder dieser Studie war die Kernsymptomatik einer räumlich-konstruktiven Störung, wie sie z.B. von Kerkhoff (2002) beschrieben wird, mit Einschränkungen im visuell-räumlichen Arbeitsgedächtnis bei komplexen Anforderungen. Störungen in der räumlichen Perzeption stellten keinen Ausschluss dar, waren aber eher selten und zudem schwer von Aufmerksamkeitsstörungen abzugrenzen. Typisch waren räumlich-kognitive Störungen bei komplexen Anforderungen. Räumlich-topografische Störungen traten kaum auf. Sekundäre Störungen betrafen überwiegend den Bereich der schulischen Fertigkeiten, besonders das Rechnen. Emotionale Störungen waren sekundär auf das schulische Leistungsversagen bezogen und nicht Ausdruck einer räumlich-konstruktiven Symptomatik. Im Alltagsleben fielen keine wesentlichen Einschränkungen auf.

Verschiedene komorbide Störungen, die nicht unmittelbar im Zusammenhang mit der räumlich-konstruktiven Störung standen, verstärkten ihre Symptomatik. Sprach- und Sprachgedächtnisstörungen führten zu Schwierigkeiten einer verbalen Kodierung, Aufmerksamkeitsstörungen verstärkten die ungenaue Analyse von visuell-räumlichem Material, motorische Störungen verstärkten ein Vermeidungsverhalten gegenüber zeichnerischen und konstruktiven Aktivitäten und exekutive Störungen schließlich verstärkten eine Fixierung auf wenige und meist ineffektive Arbeitsstrategien. Das von den Kindern erlebte Leistungsversagen führte wiederum zu einer Verstärkung des Vermeidungsverhaltens und damit zu geringer Übung und Erfahrung im Umgang mit räumlich-konstruktivem Material.

Die Geschlechterverteilung von 9 Mädchen zu 6 Jungen war im Hinblick auf sonstige Störungen im Kindesalter ungewöhnlich, entspricht aber der in der Literatur angeführten Geschlechterverteilung von Kindern mit einer Rechenstörung (Jacobs & Petermann, 2007). Be-

züglich der normalen Entwicklung der räumlichen Fähigkeiten geben einige Studien deutlich schwächere Leistungen bei Mädchen als bei Jungen an (Levine et al., 1999), wobei die Aussagen hier auch widersprüchlich sind (Quaiser-Pohl, Geiser & Lehman 2006). Angaben zur Geschlechterverteilung gestörter räumlich-konstruktiver Fähigkeiten werden in der Literatur nicht berichtet. Rourke (1989) geht bei Kindern mit Nonverbal Learning Disabilities von einer Gleichverteilung der Geschlechter aus.

Angesichts der vielen komorbiden Störungen ist kein einheitliches Störungsmodell zu erwarten. Trotz einer doppelten Vorselektion war es nicht möglich, unter 60 Kindern ein Kind mit einer isolierten räumlich-konstruktiven Störung zu finden, so dass sich die Frage stellt, ob es überhaupt isolierte, entwicklungsbedingte räumlich-konstruktive Störungen gibt. Es wäre auch denkbar, dass sich isolierte räumlich-konstruktive Störungen so gut kompensieren lassen, dass sie zu keinen sekundären Störungen führen, die Kinder nicht sonderlich auffallen und damit auch kein Leidensdruck besteht. Möglich wäre auch, dass eine räumlich-konstruktive Störung Ausdruck einer übergeordneten Störung ist, wie z.B. des visuell-räumlichen Arbeitsgedächtnisses, wie Cornoldi und Vecchi (2003) annehmen, der räumlichen Aufmerksamkeitsorientierung (Dennis et al., 2008) oder des visuellen Denkens allgemein (Cornoldi, 1999). Auch Störungen in der Motorik verbunden mit einer räumlich-konstruktiven „Deprivation“ infolge eines Vermeidungsverhaltens oder eine eingeschränkte Verarbeitungskapazität wären denkbare Grundstörungen. Möglicherweise ist eine räumlich-konstruktive Störung auch die Folge einer semantischen Störung. Für diese Hypothese sprechen z.B. die auffallend schwachen Leistungen der Kinder im Assoziationsgedächtnis sowie die mangelnde Zuordnung von Uhrzeiten und deren inhaltlicher Bedeutung. Unklar bleibt die Kausalität zwischen räumlich-konstruktiven und komorbiden Störungen. Es wäre auch denkbar, dass die komorbiden Störungen der räumlich-konstruktiven Störung untergeordnet sind, wie es z.B. Roncato et al. (1987) vermuten. Die Autoren gehen von drei Hauptprozessen der räumlich-konstruktiven Fähigkeiten aus: einer explorativen Aktivität zur Einspeicherung, einer exekutiven Komponente und einer Wahrnehmungskomponente. All diese Hypothesen müssten genauer überprüft werden.

5.3 Diskussion der Prozessevaluation

5.3.1 Diskussion des Wirkmodells

Eine qualitative Analyse der Wirkkomponenten und –mechanismen konnte aufzeigen, dass die räumlich-konstruktive Störung bei den Kindern im Verlauf der Therapie unterschiedliche Facetten aufwies und damit zu unterschiedlichen Therapiegewichtungen führte. Alle Kinder profitierten von einem Aufbau bzw. einer Verbesserung ihrer analytischen Strategien. Bei den meisten Kindern wurde damit begonnen, Arbeitsstrategien bezüglich der Analyse, planerischen Fähigkeiten sowie der Verankerung im Gedächtnis aufzubauen. Dies führte oftmals zu einer verbesserten Aufmerksamkeit in Bezug auf die Orientierung, Selektivität und Flexibilität. Durch die Erfolge, die die Kinder durch diese verbesserten Fähigkeiten erfuhren, konnte ihre Selbstwirksamkeitserwartung in Bezug auf räumlich-konstruktives Material verstärkt werden, was wiederum die Motivation erhöhte. Die Kinder trauten sich mehr zu und konnten durch Übung an unterschiedlichen Materialien ihre Lernstrategien weiter ausbauen bzw. festigen. Bei einigen Kindern wurde zuerst der Erfolg beim Lösen räumlich-konstruktiver Aufgaben in den Vordergrund der Therapie gestellt, indem sie Aufgaben weit unter ihrer Leistungsgrenze bearbeiteten, um sie für metakognitive Strategien überhaupt zugänglich zu machen. Bei einigen Kindern wurde primär mit der Übung an verschiedenen Materialien begonnen, die es ihnen ermöglichte, implizite Strategien und Regeln aufzubauen. Als wesentliche Moderatorvariablen wurden emotionale bzw. motivationale Störungen, Gedächtnisstörungen, eine geringe häusliche Förderung sowie Sprach- und motorische Störungen identifiziert, die sich entsprechend auf die Gewichtung der Therapieinhalte auswirkten.

Dieses Wirkmodell beinhaltet Aspekte der Komplexitätsreduktion, wie sie Brack und Lauth (2004) für die Förderung bei Kindern mit Lernstörungen vorschlagen. Die Autoren gehen davon aus, dass Kinder mit Lernstörungen vor allem durch die Komplexität von Aufgaben überfordert sind. Die Autoren senken in ihrem Förderansatz die Lernanforderungen individuell soweit, dass das Kind nur noch wenige Fehler macht. Anhand verhaltenstherapeutischer Methoden lernen Kinder durch Versuch und Irrtum und können sich implizit Lernstrategien aufbauen. Bei dem vorliegenden Therapieprogramm konnte durch die Verbesserung der analytischen Fähigkeiten die visuelle Aufmerksamkeit sowie die visuell-räumliche Wahrnehmung verbessert werden. Dadurch reduzierte sich die Komplexität visuell-räumlicher Informationen für die Kinder und ihre Verarbeitungskapazität konnte gesteigert werden. Durch eine Verbesserung der visuell-räumlichen Kognition konnte die räumliche Vor-

stellung verbessert werden, was wiederum zu verbesserten Leistungen im visuell-räumlichen Gedächtnis führte und damit die Komplexität der Aufgaben für die Kinder weiter reduzierte. Eine Verbesserung des Sprechens über den Raum verhalf den Kindern zu einer Struktur, erleichterte die Analyse und führte damit auch zu einer verbesserten räumlichen Vorstellung, Kognition, Einspeicherung sowie Abruf. Dies führte wiederum zu einer weiteren Reduktion an Komplexität räumlich-konstruktiver Aufgaben.

Bei den meisten Kindern lagen emotionale bzw. motivationale Störungen vor, die im Zusammenhang mit ihren Misserfolgen in Bezug auf ihre räumlich-konstruktive Fähigkeiten standen und anscheinend schon im Kindergartenalter dazu geführt hatten, solche Anforderungen zu vermeiden. Schulische Leistungsstörungen schienen diese Haltung noch verstärkt zu haben. In der Therapie, die sich an die Versagensängste der Kinder individuell anpasste, konnten viele Kinder anscheinend erstmalig Erfolgserlebnisse verzeichnen, was ihre Motivation steigerte und sie für räumlich-konstruktive Aufgaben zugänglich machte. In Einzelfällen konnte auch ein Transfer auf andere Lernsituationen beobachtet werden. Eine ähnliche Beobachtung machten Gasteiger-Klicpera et al. (2006) bei Kindern mit Lernstörungen, die oftmals einen typischen Teufelskreis aus Misserfolgen, Misserfolgserwartungen und herabgesetzter Motivation zeigen, der wiederum zu einer ungenauen und vorschnellen Arbeitsweise führt (Butler, 1998).

Die Fokussierung auf Arbeitsstrategien entspricht dem von Souvignier (2000) vorgeschlagenen Vorgehen aus Kombination von metakognitiven Strategien und räumlicher Förderung, das in seinen Studien die größten Effekte aufwies. Aus den Einzelfallanalysen wurde deutlich, dass sich die Kinder ein kleines Repertoire an Arbeitsstrategien angeeignet hatten, die sie dann selbständig einsetzten. Die Strategien der Kinder waren interindividuell verschieden und führten zu einem Aufbau sowohl an deklarativem als auch prozeduralem Wissen, was Lohmann (1988) als größten Trainingseffekt hinsichtlich räumlicher Fähigkeiten identifizierte.

5.3.2 Diskussion der Reichweite der Therapien

Ein Vergleich der Kinder mit mittelfristig besonders großem Therapieeffekt und vergleichsweise geringerem Therapieeffekt wies auf Unterschiede im Alter der Kinder, häuslicher Unterstützung, räumlich-kognitiver und -mnestischer sowie komorbider Störungen hin.

Es wäre zu überlegen, ob das Therapieprogramm für Kinder ab einem Alter von 10 Jahre zu leicht ist, wobei der klinisch signifikante Effekt unmittelbar nach Beendigung der Therapie der Kinder eher gegen diese Annahme spricht. Die älteren Kinder konnten die erworbenen Fähigkeiten mittelfristig nicht aufrecht halten. Dieser Effekt ließ sich nicht durch eine Normverschiebung erklären, denn die Kinder mit geringem Therapieeffekt zeigten auch in ihren Rohwerten absolut zum Zeitpunkt Follow-up 2 geringere Leistungen als zum Zeitpunkt Post. Eine Erklärungsmöglichkeit wäre eine reduziertere Kompensationsfähigkeit von älteren Kindern gegenüber jüngeren, wogegen aber auch hier die Verbesserung unmittelbar nach Beendigung der Therapie spricht.

Die Kinder mit dem mittelfristig größten Therapiegewinn wiesen sogar leicht überdurchschnittliche Fähigkeiten bei Aufgaben zur Gestaltbindung auf und keine gravierenden Einschränkungen im visuell-räumlichen Arbeitsgedächtnis, was durch eine höheres Maß an Imagery-Fähigkeiten erklärbar wäre (vgl. Kapitel 5.1.5). Auch die visuomotorischen Fähigkeiten beim Abzeichnen waren deutlich stärker ausgeprägt. Möglicherweise ist das Ausmaß der räumlich-konstruktiven und damit verbundenen anderen visuell-räumlichen Störungen bei den Kindern mit dem größten Therapieeffekt trotz ähnlich schwacher Leistungen im Mosaiktest geringer ausgeprägt als bei den Kindern mit dem niedrigen Therapieeffekt. Die fehlenden Differenzen im Mosaiktest könnten auch mit einer Messungenauigkeit im unteren Normbereich zusammenhängen, die eine Differenzierung nicht mehr möglich macht.

Die unterschiedliche Stabilität der Therapieeffekte könnte auch mit dem unterschiedlichen Ausmaß an häuslicher Unterstützung zusammenhängen. Möglicherweise haben sich die Kinder mit geringem Therapieeffekt nach Beendigung der Therapie nicht mehr mit räumlich-konstruktivem Material beschäftigt, im häuslichen Rahmen aufgrund der mangelnden elterlichen Förderung und im schulischen Rahmen aufgrund ihres Alters. So haben sie die in der Therapie erarbeiteten Strategien langfristig wieder vergessen. Ähnliche Beobachtungen machten Krajewski und Schneider (2006) sowie Dornheim (2008) in ihren Längsschnittstudien. Sie wiesen nach, dass bei Kindern mit Rechenstörungen - wie sie die Kinder mit mittelfristig geringem Therapieeffekt ja aufwiesen - das Bildungsniveau der Eltern und das familiäre Anregungsniveau prognostisch einen zunehmenden Einfluss auf die Rechenleistung der Kinder darstellt. Möglicherweise gilt ähnliches für den räumlich-konstruktiven Bereich. Diese Annahme lässt sich allerdings nicht auf alle Kinder der Stichprobe generalisieren. Angesichts der kleinen Stichprobe bleiben diese Überlegungen spekulativ und müssten gesondert überprüft werden.

5.4 Reflexion der Methode und Grenzen der Studie

5.4.1 Diskussion des Studiendesigns

Um eine interne Validität der Studie zu gewährleisten, wurden ein Ein-Gruppen-Design mit mehreren Messwiederholungen gewählt. Ein Kontrollgruppen-Design wäre aussagekräftiger, angesichts der niedrigen Prävalenz räumlich-konstruktiver Störungen und breit gefächerter Komorbiditäten aber schwer zu realisieren. Die Studie stützt sich auf den effectiveness-Ansatz (Lambert & Ogles, 2003) mit dem Schwerpunkt einer klinischen Repräsentativität. Die Kinder wurden aus einer (vorselegierten) Inanspruchnahmepopulation ausgewählt, was hinsichtlich der unterschiedlichen komorbiden Störungen und familiären Bedingungen die externe Validität erhöht. Allerdings wird diese durch die mangelnde Randomisierung infolge einer doppelten Selektion sowie die kleine Stichprobengröße wiederum geschmälert.

Es wurden zwei Prä-Messungen vorgenommen. Die Baseline wurde nicht durch eine Mittelung der Werte aus Prä 1 und Prä 2 bestimmt, sondern die Werte der Messung Prä 2 als Vergleichsgrundlage zu den nachfolgenden Messungen nach Beendigung der therapeutischen Intervention gewählt. Durch dieses strenge Vorgehen ließen sich Maturations- und Testwiederholungseffekte kontrollieren. Bei den Verfahren zum räumlich-konstruktiven Bereich konnten solche Effekte ausgeschlossen werden, bei den Verfahren zum räumlich-perzeptiven und -kognitiven Bereich (MVPT-3 und VOT) sowie bei Verfahren zur Aufmerksamkeit (KI-TAP) dagegen nicht.

Gerade Mosaiktests werden oftmals relativ große Übungseffekte durch Testwiederholung zugeschrieben aufgrund z.B. ihrer speed-Komponente und vertrautem Umgang mit dem Material (Lezak et al., 2004). Studien zum WISC-III zeigen auf, dass Kinder aus Familien mit höherem sozioökonomischen Status bei einer Testwiederholung insbesondere in sprachgebundenen Aufgaben aber auch im Mosaiktest einen stärkeren Übungseffekt aufweisen als Kinder aus Familien mit niedrigem sozioökonomischen Status (Slade et al., 2008). Bei Erwachsenen ließ sich in mehreren Studien nachweisen, dass der Übungseffekt durch eine Testwiederholung bei normalen bzw. überdurchschnittlich begabten Personen deutlich größer war als bei Personen mit einer niedrigen Intelligenz bzw. mit neuropsychologischen Störungen (Rapport, Brines, Axelrod & Theisen, 1997; Wilson et al., 2000). Ähnliches ist auch für Kinder zu vermuten. Wenn die Abstände zwischen den Testwiederholungen groß waren, z.B. ein Jahr, ließ sich im Mosaiktest (WISC-III) bei Kindern mit Lernstörungen kein be-

deutsamer Übungseffekt mehr verzeichnen (Canvies & Watkins, 2001). Auch eine mehrfache Testwiederholung zeigte keinen gesteigerten Übungseffekt: Während der größte Zugewinn von der ersten zur zweiten Testung zu verzeichnen war, war bei der dritten und vierten Testung nur noch ein geringer Übungseffekt zu beobachten (Rapport et al., 1997). Aus der Zusammenstellung von McCaffrey, Duff und Westervelt (2000) wird deutlich, dass die Leistung von Kindern mit Lernstörungen im Mosaiktest im WISC-R bei einer Testwiederholung relativ stabil bleibt, d.h. nur ein geringer Übungseffekt nachweisbar ist. In allen Studien ließ sich ein durchschnittlicher Zugewinn bei Kindern mit Lernstörungen zwischen -0.6 und $+1.4$ Wertpunkten beobachten, der umso größer war, je geringer der Abstand zwischen den Testungen war.

Bezogen auf die Kinder der vorliegenden Studie lag der durchschnittliche Zugewinn vor Beginn der Therapie in den Mosaiktests (K-ABC, SON-R 5 ½-7) bei -0.2 bzw. $+0.8$ Wertpunkten, nach Beendigung der Therapie dagegen bei $+4.0$ bzw. $+4.7$ Wertpunkten, was augenscheinlich für einen Therapieeffekt und nicht allein einen Übungseffekt durch Testwiederholung spricht. Der Zugewinn der Kinder von Post zu Follow-up 1 und von Follow-up 1 zu Follow-up 2 lag mit durchschnittlich 0.0 und $+0.6$ Wertpunkten wieder im sehr niedrigen Bereich, ohne dass sich dies durch Deckeneffekte erklären ließ.

Ein möglicher, gegenläufiger Testwiederholungseffekt könnte auch ein Leistungsabfall aufgrund von mangelnder Motivation infolge häufiger Testwiederholungen sein, der die Therapieeffekte unterschätzt. Ein solcher Effekt konnte bei den Kindern dieser Studie nicht beobachtet werden. Im Gegenteil wirkten viele Kinder eher durch die für sie sichtbaren Erfolge angespornt.

Nicht sicher kontrollieren ließ sich eine Behandlungsdiffusion (Kazdin, 2003b) vor allem bezüglich der Transfervariablen. So ließ sich nicht verhindern, dass mehrere Kinder zum Zeitpunkt der ersten Untersuchung bereits in einer anderen therapeutischen Behandlung waren (Lerntherapie, Ergotherapie, Physiotherapie, Logopädie, Medikation mit Antikonvulsiva), deren Beendigung aufgrund des multiplen Störungsbildes ethisch nicht zu vertreten gewesen wäre oder deren Beendigung von den Eltern nicht gewünscht wurde. Es wurde darauf geachtet, dass die bereits laufenden Therapien keine räumlich-konstruktiven Inhalte verfolgten und es fand dahingehend jeweils eine telefonische Absprache mit den Therapeuten/ Lehrern statt. Bezüglich der Schulleistungen ließen sich Therapieeffekte und Einflüsse durch den regulären schulischen Unterricht sowie schulische und außerschulische Förderung nicht aus-

einanderhalten. Der beobachtete Transfer z.B. auf die Orientierung im Zahlenraum kann deshalb nur mit Vorsicht interpretiert werden.

Ein weiteres Problem stellten Testleitereffekte dar. In der Psychotherapieforschung ist bekannt, dass die Therapeutenvariable maßgeblich zum Therapieerfolg beiträgt. Metaanalysen schätzen die Therapeutenvariable auf 9-49% der Outcom-Varianz (Lambert & Ogles, 2003). Ein Therapeuteneffekt im Sinne besonders motivierter Therapeuten ließ sich insofern kontrollieren, als dass die Therapien von drei unterschiedlichen Personen durchgeführt wurden. Zwar ließen sich deutliche Therapeuteneffekte verzeichnen bezüglich der Anzahl der Therapiestunden, nicht aber bezüglich der Größe der Therapieeffekte. Ein Erwartungseffekt durch den Testleiter (Rosenthal, 1966) ließ sich nicht sicher ausschließen, da z.T. die Diagnostik und Therapien von derselben Person, der Autorin, durchgeführt wurde.

5.4.2 Diskussion der Messinstrumente

Es wurde eine hohe Anzahl an Variablen überprüft, um dadurch die externe Validität zu erhöhen. Gerade bei Therapiestudien mit Kindern wird ein solches Vorgehen als sinnvoll erachtet, um Moderatorvariablen sowie Subtypen einer Störung identifizieren zu können (Kazdin, 2003b; De los Reyes & Kazdin, 2006). Die Variablen dienten ebenfalls als Grundlage für die Zusammenstellung der Therapiebausteine und zum Abschätzen von Transfereffekten. Andererseits schmälert die hohe Anzahl an Variablen bei der geringen Anzahl an Versuchspersonen auch die statistische Aussagekraft der Studie. Um eine statistische Überinterpretation durch eine Kumulation der α -Fehler zu reduzieren, wurde dieser nach der sequentiell verwerfenden Prozedur von Holm (1979) korrigiert. Es ist nicht auszuschließen, dass hierdurch einzelne Effekte unterschätzt wurden.

Instrumenteneffekte (Kazdin, 2003b) ließen sich nicht immer sicher ausschließen. Um Bodeneffekte zu vermeiden, wurden zwei Mosaiktests ausgewählt, die jeweils auch einfache Aufgaben beinhalten. So konnte gewährleistet werden, dass auch besonders schwache Kinder noch mehrere Items lösen können. Die meisten Verfahren sind allerdings nicht an Kindern mit Teilfunktionsstörungen normiert worden und differenzieren im unteren Bereich vermutlich nur ungenau, so dass möglicherweise die Therapieeffekte überschätzt wurden. Angesichts der sehr großen Therapieeffekte im räumlich-konstruktiven Bereich von Effektstärken bis zu $d = 2.39$ müssten aber extreme Überschätzungen vorliegen, um die Aussagekraft des Therapieeffektes in Frage zu stellen, was unwahrscheinlich erscheint. Bei den Ver-

fahren zur visuell-räumlichen Wahrnehmung wurden dagegen Deckeneffekte beobachtet, die vermutlich sogar eher zu einer Unterschätzung der Therapieeffekte geführt haben könnten. Vor allem die Ergebnisse der Verfahren zum Bereich der räumlichen Perzeption und Kognition ließen sich nur eingeschränkt interpretieren, da verschiedene Funktionen miteinander konfundiert gemessen wurden. So ließen sich z.B. keine spezifischen Aussagen über die Differenzierung von Größen, Längen und Winkeln oder räumlicher Ausrichtung sowie über die mentale Rotation treffen. In das Ergebnis des Abzeichentests VMI flossen sowohl motorische als auch räumlich-konstruktive Fähigkeiten ein, was eine Unterschätzung des Therapieeffektes im räumlich-konstruktiven Bereich nicht ausschließt.

Die Verwendung von Testverfahren mit einer Normierung, die mehr als 15 Jahre zurückliegt, ist angesichts des Flynn-Effekts (Flynn, 1987) problematisch und könnte das Ausmaß der Störung unterschätzt haben. Der Flynn-Effekt beschreibt eine „Verweichung“ von Normen, die nicht mehr aktuell sind und damit zu einer Überschätzung der intellektuellen Fähigkeiten führen. Da zur Bestimmung der Therapieeffekte vornehmlich Differenzwerte betrachtet wurden, müsste ein solcher Effekt hinsichtlich der Hypothesen unerheblich sein. Zudem ist die Annahme eines Flynn-Effektes bei den eingesetzten Verfahren nicht gesichert, für die K-ABC sogar widerlegt worden (Melchers & Preuß, 2007).

Zwei Verfahren, die ZAREKI-R und die ROCF, wiesen eine so unsichere Normierung auf, dass hier zur Bestimmung der Therapieeffekte auf die Rohwerte zurückgegriffen und nonparametrische Verfahren eingesetzt wurden. Möglicherweise wurde bei diesen Verfahren deren Änderungssensitivität überschätzt und damit Therapieeffekte nicht sicher beurteilt.

Der Vergleich der Therapieeffekte mit zwei Kontrollvariablen machte es möglich, einen spezifischen Therapieeffekt nachzuweisen. Die Auswahl der Aufmerksamkeit als Kontrollvariable erwies sich dabei als problematisch, da sich die verbesserten Effekte von räumlicher Wahrnehmung und Aufmerksamkeitsorientierung nicht sicher voneinander trennen ließen und dadurch zu einer Verzerrung geführt haben könnten. Für eine solche Verzerrung sprechen die widersprüchlichen Aussagen bei den Kindern mit einer Störung in der Aufmerksamkeit, die sich nach Angaben der Eltern bzw. des Zeugnisses nicht wesentlich verändert hatten, in der Testuntersuchung aber ein verbessertes Ergebnis erzielten. Die Interpretation dieser Testergebnisse ist unsicher, da es für die KITAP bisher weder ausreichend zuverlässige Normen noch Angaben über Testwiederholungseffekte gibt (Renner & Irblich, 2007).

5.4.3 Diskussion der Interventionsmethode

Das Therapieprogramm wurde für jüngere Kinder mit klinisch bedeutsamen räumlich-konstruktiven Störungen konzipiert und unterschied sich damit deutlich von den bisher evaluierten neuropsychologischen Therapieprogrammen von Münßinger & Kerkhoff (1993) für Erwachsene, Wais und Köster-Wais (1984a) für Jugendliche und von Muth et al. (2001) bzw. Muth-Seidel und Petermann (2008) für Kinder mit leichten Störungen sowie von Barth (2007) für Vorschulkinder. Der Schwerpunkt dieses Therapieprogramms lag vornehmlich auf der Analyse und Synthese von geometrischen Figuren und dem Aufbau von Arbeitsstrategien. Ein solches Vorgehen wurde auch von Souvignier (2000) zur Verbesserung der räumlichen Fähigkeiten als effektiv eingestuft. Im Gegensatz zu den oben aufgeführten Therapieprogrammen waren komplexe Aufgaben wie z.B. das Planen und Konstruieren von Städten, Entwerfen von Landkarten, dreidimensionales Zeichnen sowie die zeitliche Orientierung kein Bestandteil des Therapieprogramms. Die Komplexität der räumlich-konstruktiven Anforderungen wurde sogar reduziert, wie es auch Brack und Lauth (2004) für Kinder mit Lernstörungen vorschlugen. Die individuelle Zusammenstellung von Therapiemodulen und Therapieaufgaben ermöglichte ein Vorgehen, dass auf die Schwierigkeiten der Kinder differenziert eingehen konnte. Der Einwand, dass hierdurch die externe Validität gefährdet sein könnte, erscheint unwahrscheinlich, führt man sich die Metaanalyse von Weisz, Donenberg, Han und Weiß (1995) vor Augen. In ihrer Metaanalyse arbeiteten die Autoren u.a. heraus, dass leichte Varianten in der Psychotherapie bei Kindern desselben Störungsbildes nicht wesentlich zu Unterschieden in der Höhe der Therapieeffekte beitrugen.

Insgesamt äußerten sowohl die Eltern als auch die Therapeuten eine hohe Therapiezufriedenheit bei sich und bei den Kindern. Es wurden überwiegend die Module 3-7 durchgeführt, wobei Modul 7 (Analyse und Synthese geometrischer Figuren) den zeitlich größten Anteil einnahm. Modul 1 und 2 kamen nur selten durchgeführt, da die meisten Kinder über intakte räumlich-perzeptive Fähigkeiten verfügten. Das Modul 8 kam nur bei einem Kind zum Einsatz. Als besonders wirkungsvoll wurden Aufgaben beschrieben, die die Analysefähigkeit der Kinder fokussierten. Hilfreich erwies sich auch ein häufiges Üben an unterschiedlichen Materialien. Obwohl alle Kinder nach Beendigung der Therapie über mehr und effektivere Arbeitsstrategien beim Bearbeiten räumlich-konstruktiver Aufgaben verfügten, waren diese nur einem Teil der Kinder bewusst. Metakognitive Strategien im Sinne von planerischen und regulativen Strategien wurden nur bei der Hälfte der Kinder als hilfreiche Therapiebausteine erlebt. Dies hängt vermutlich mit dem jungen Alter der Kinder zusammen

(Hasselhorn, 2004), in dem ein gezielter Einsatz solcher Strategien entwicklungspsychologisch noch nicht vorausgesetzt werden kann.

Die Dauer der Therapien war mit durchschnittlich 20 Therapiestunden eher gering, wobei es eine große interindividueller Varianz gab. Es wurde deutlich, dass die beiden Ergotherapeutinnen durchschnittlich fast doppelt so viele Therapiestunden benötigten wie die Autorin, was sich durch verschiedene Aspekte erklären lässt. Basale Fähigkeiten wie z.B. das Schätzen von Längen oder das Einüben von Präpositionen wurden von den Ergotherapeutinnen stärker gewichtet und nahm damit deutlich mehr Therapiezeit in Anspruch. Es fiel auf, dass Unsicherheiten darüber bestanden, wann eine Aufgabe beherrscht wird und im Zweifelsfall diese häufig wiederholt wurde. Schwierigkeiten in der Analyse der Therapiesituation erschwerten die Adaptation der Therapieaufgaben an das Kind. Es schien den Ergotherapeutinnen teilweise schwer zu fallen, die kindliche Perspektive und Denkweise einzunehmen, was z.B. das Modul 3 (Raum und Sprache) künstlich verlängerte. Die adaptiven Möglichkeiten des Therapieprogramms wurden weniger genutzt und spezifische und unspezifische Therapieeffekte wenig differenziert. Die geforderte therapeutische Haltung, das Kind Arbeitsstrategien selbst überlegen und auszuprobieren zu lassen, schien für die Ergotherapeutinnen ungewohnt zu sein. Andererseits könnte der Unterschied in der Anzahl der Therapiestunden auch durch eine größere Vertrautheit der Autorin mit dem Therapiemanual und dessen Zielen erklärt werden. Insgesamt scheint das Therapieprogramm pädagogisches, entwicklungspsychologisches und klinisches Wissen vorauszusetzen, das eine Supervision weniger geschulter Therapeuten sinnvoll macht.

Um zu verhindern, dass mit dem vorliegenden Therapieprogramm lediglich die Testaufgaben trainiert wurden, wurde bei der Konzeption des Therapieprogramms darauf geachtet, dass keine Aufgaben bzw. Materialien in das Programm aufgenommen wurden, die den Materialien der beiden eingesetzten Mosaiktest entsprechen. So waren die Kinder gezwungen, erlernte Arbeitsstrategien an Mosaiktest-freiem Material auf die Testmaterialien zu übertragen. Hintergrund dieser Überlegung war eine Studie von Dirks (1982), der einen solchen Trainingseffekt bei Kindern im Alter von 9-11 Jahren nachwies. Er ließ Kindern den Mosaiktest des WISC-R unmittelbar vor und nach einem kurzen Computertraining bearbeiten, welches vergleichbare Aufgaben mit dem Mosaiktest des WISC-R beinhaltete. Im Vergleich zu den Kindern, die kein Computertraining erhielten, schnitten die trainierten Kinder in der Wiederholung des Mosaiktests nach dem Training signifikant besser ab und zeigten einen

Zugewinn von +3.4 Wertpunkten, während die nicht trainierten Kindern lediglich einen Zugewinn von + 0.6 Wertpunkten aufwiesen. Allerdings handelte es sich hierbei nicht um Kinder mit einer Störung im räumlich-konstruktiven Bereich.

Insgesamt ließ sich mit dem Therapieprogramm ein individuell orientiertes und adaptives Vorgehen realisieren mit hoher Akzeptanz auf Seiten der Kinder, Eltern und Therapeuten. Eine Durchführbarkeit unter Alltagsbedingungen wurde von den Ergotherapeuten als zu aufwendig bemängelt, was gegen eine Passung für den ergotherapeutischen Alltag sprechen könnte. Im Vergleich zu anderen psychotherapeutischen Programmen scheint der Aufwand allerdings nicht größer zu sein.

5.5 Diskussion der Effektivität und klinischen Signifikanz

Insgesamt zeigten sich große Effektstärken im räumlich-konstruktiven Bereich, sowohl in der Gruppe als auch auf Einzelfallebene. Es wurden bereits einige Aspekte diskutiert, die den Effekt alternativ zur therapeutischen Intervention bewirkt haben können wie z.B. Maturationseffekte, Übungseffekte durch eine Testwiederholung oder Effekte einer Behandlungsdiffusion. Die Einflüsse dieser Effekte schienen zumindest bezüglich der räumlich-konstruktiven Fähigkeiten nicht erheblich zu sein. Trotz einer fehlenden Kontrollgruppe konnten unspezifische Effekte wie z.B. der Faktor Zuwendung durch die Überprüfung von Kontrollvariablen ausgeschlossen werden.

Ein-Gruppen-Designs mit Messwiederholungen werden oftmals vorgeworfen, Effekte zu überschätzen, die lediglich auf einer statistische Regression zur Mitte infolge von Messwiederholungen zurückzuführen sind (Bortz & Döhring, 2006). Durch die zwei Messzeitpunkte vor Beginn der Therapie ließ sich eine solche Regression zur Mitte bezüglich der Haupteffekte im räumlich-konstruktiven Bereich allerdings kontrollieren. Trotz der Extremwerte, die die Kinder anfänglich zeigten, blieben ihre Leistungen ohne Einfluss der therapeutischen Intervention vergleichbar schwach. Beim Untertest Dreiecke der K-ABC zeigte sich eine Verbesserung durch die Testwiederholung, die aber im Vergleich zu der Verbesserung nach Beendigung der Therapie wesentlich geringer war. Eine kontinuierliche Annäherung an die Norm konnte nicht nachgewiesen werden, was gegen die Annahme von Effekten aufgrund einer Regression zur Mitte spricht. In anderen Bereichen, insbesondere bei Verfahren zu

räumlich-kognitiven Fähigkeiten, deren Zugewinn vor und nach der Therapie vergleichbar waren, kann eine solche statistische Regression zur Mitte nicht ausgeschlossen werden. Andererseits spricht der sehr große Zugewinn insbesondere im VOT, der zu überdurchschnittlichen Leistungen von teilweise bis zu 2 Standardabweichungen über der Altersnorm geführt hat, eher gegen einen Effekt aufgrund einer Regression zur Mitte.

Um die praktische Relevanz im Einzelfall beurteilen zu können, wurden klinische Signifikanzen anhand des Reliable Change Index *RCI* (Jacobson & Truax, 1991) bestimmt. Der *RCI* bezieht, anders als gruppenstatistische Verfahren, die Reliabilität einzelner Testverfahren in die Analyse von Differenzen zwischen zwei Messzeitpunkten mit ein. Trotz teilweise mäßiger Reliabilitäten der eingesetzten Verfahren, wie es für Untertests aus Testbatterien nicht ungewöhnlich ist, konnte im Bereich der Haupthypothese in allen Einzelfällen eine signifikante Verbesserungen nach Beendigung der Therapie sowie eine Normalisierung der individuellen Leistung nachgewiesen werden.

Einschränkend muss dabei allerdings berücksichtigt werden, dass keine Retest-Reliabilitäten verwandt wurden, sondern die interne Konsistenzen. Selbst unter der Voraussetzung, dass für alle Verfahren Retest-Reliabilitäten vorhanden gewesen wären, hätten damit dennoch keine sicheren Aussagen über einen möglichen Zugewinn infolge eines Übungseffektes durch Testwiederholung getroffen werden können. Insbesondere bei Verfahren zur Aufmerksamkeitsprüfung wie z.B. der KITAP werden geringe Zuverlässigkeiten hinsichtlich einer Testwiederholung vermutet (Renner & Irblich, 2007). Es ist nicht auszuschließen, dass bei diesem Verfahren Effekte im Einzelfall überschätzt wurden. Die Aussagekraft des *RCI* kann ebenfalls bei Extremwerten problematisch sein, da bei wenig gelösten Aufgaben eines Testverfahrens mit Einschränkungen in der Reliabilität gerechnet werden muss. Da sich alle Kinder im räumlich-konstruktiven Bereich im Verlauf der therapeutischen Intervention entsprechend ihres intellektuellen Niveaus normalisiert hatten, kann trotz dieser Kritikpunkte zur Interpretation des *RCI* von einer klinischen Signifikanz ausgegangen werden.

Die Interpretation einer praktischen Relevanz der beobachteten Effekte bleibt allerdings schwierig. Nach den Testergebnissen zeigen sich große Verbesserungen auch hinsichtlich eines Transfers auf die Orientierung im Zahlenraum, wobei diese möglicherweise gar nicht das Hauptproblem der rechnerischen Schwierigkeiten darstellte. Ein direkter Transfer auf die Schulleistungen zeigte sich nur in wenigen Einzelfällen, wäre aber längerfristig zu kontrol-

lieren. Die Eltern äußern auf der einen Seite eine hohe Zufriedenheit mit der Therapie, beobachten auf der anderen Seite im Alltagsleben ihrer Kinder aber nur wenige Veränderungen. Die milde Einschätzung der Eltern im Fragebogen zur Therapiezufriedenheit ist eine bei Psychotherapiestudien häufig beobachtete Antworttendenz und wird meist auf unterschiedliche Kriterien der Beurteilung von Eltern und Therapeuten zurückgeführt (Mattejat & Remschmidt, 1998). Auch die Äußerungen der Therapeuten im Expertengespräch weisen auf eine hohe Therapiezufriedenheit sowohl von sich selbst als auch von der Eltern hin, was sogar für eine Übereinstimmung zwischen Therapeuten- und Elternurteil spricht. In dieser Studie könnte aber auch den beiden Ergotherapeutinnen eine milde Antworttendenz zugeschrieben werden, da ihre Therapiezufriedenheit in einem engen Zusammenhang mit der Zufriedenheit und dem Spaß der Kinder an der Therapie zu stehen schien.

Möglicherweise misst sich die Therapiezufriedenheit der Eltern auch an anderen Kriterien, als denen, die als Erfolgsmaß für diese Studie im Elternfragebogen definiert wurden. Zumindest scheint der Elternfragebogen nicht geeignet zu sein, um die subjektiv wahrgenommenen Veränderungen abzubilden. In freien Bemerkungen, welche die Eltern auf dem Fragebogen zur Therapiezufriedenheit vermerkt hatten sowie in Gesprächen mit den Therapeuten äußerten die Eltern Veränderungen der Kinder, die sich in den Ratingskalen des Elternfragebogens nicht widerspiegelten. Es wurden Nebeneffekte des Therapieprogramms beschrieben, die zu spürbaren Veränderungen geführt hatten. Einige Kinder fingen z.B. erstmals an zu zeichnen, einige Kinder verbesserten sich in ihrer Grafomotorik, einige Kinder wurden der Umwelt gegenüber wacher, einige Kinder waren für schulische Aufgaben besser zu motivieren, einige Kinder zeigten eine generelle emotionale Stabilisierung, z.B. durch den Rückgang einer depressiven Symptomatik bei einem Kind, ein Kind zeigte eine verbesserte Rechtschreibung und ein Kind konnte seinen Schulweg alleine bewältigen. Diese Effekte müssten anhand einer größeren Stichprobe sowie eines sensibleren bzw. für Eltern verständlicherem Instrument überprüft werden, um zuverlässigere Aussagen ableiten zu können.

Für eine abschließende Bewertung der praktischen Relevanz wären Längsschnittstudien erforderlich, um z.B. langfristige Effekte auf Mathematik und Naturwissenschaften oder das Lesen von Landkarten beurteilen zu können.

5.6 Schlussfolgerungen und Ausblick

Im Rahmen einer Pilotstudie wurde ein Therapieprogramm für Kinder mit entwicklungsbedingten räumlich-konstruktiven Störungen entwickelt und an einer Stichprobe von 15 Kindern evaluiert. Die klinische Ausrichtung auf jüngere bzw. gravierend eingeschränkten Kinder sowie der individuell-adaptive Ansatz unterscheidet dieses Therapieprogramm von bisher veröffentlichten Programmen zur gleichen Problematik. Es konnte aufgezeigt werden, dass das Therapieprogramm geeignet ist, entwicklungsbedingte räumlich-konstruktive Störungen klinisch relevant zu verringern sowie das visuell-räumliche Arbeitsgedächtnis zu verbessern. In Einzelfällen konnten Störungen im räumlich-perzeptiven und –kognitiven Bereich ebenfalls klinisch relevant verringert werden. Bezogen auf räumlich-zeitliche und –topografische Fähigkeiten konnte kein Therapieeffekt nachgewiesen werden. Die Therapieeffekte erwiesen sich als spezifisch und mittelfristig stabil. Ein positiver Transfer auf eine Orientierung im Zahlenraum sowie durch verbesserte Arbeitsstrategien konnte nachgewiesen werden, aber (noch) nicht im Hinblick auf verbesserte Schulleistungen im Rechnen. Ein positiver Transfer auf Alltagsfertigkeiten konnte nicht nachgewiesen werden, die bei den Kindern allerdings auch nicht wesentlich eingeschränkt waren bzw. nicht als „störend“ auffielen. Die Akzeptanz und Zufriedenheit der Kinder, Eltern und Therapeuten waren hoch.

Es konnte ein Wirkmodell entworfen werden, das neben analytischen und metakognitiven Strategien auch einer Verbesserung der Achtsamkeit gegenüber visuell-räumlichen Details und damit verbundener Reduktion an Komplexität, der Selbstwirksamkeitserwartung sowie dem impliziten Aufbau von Arbeitsstrategien durch Übung und Erfahrung mit dem Material beinhaltet. Es ergaben sich Hinweise, dass die Therapieeffekte nur dann stabil bleiben, wenn sie im häuslichen oder schulischen Rahmen weiter unterstützt wurden.

Offen geblieben ist die Annahme einer persistierenden gestörten visuell-räumlichen Verarbeitung trotz der Normalisierung der räumlich-konstruktiven Störung. Um diese Annahme überprüfen zu können, müssten einerseits spezifischere Instrumente im Bereich der räumlichen Perzeption und Kognition eingesetzt werden, die einen geringen Übungseffekt durch Testwiederholung aufweisen. Es wäre sinnvoll, die beobachtete Leistungsdissoziation im räumlich-kognitiven und räumlich-mnestischen Bereich genauer zu untersuchen und der Hypothese einer gestörten räumlichen Ausrichtung der Aufmerksamkeit nachzugehen. Andererseits wären Längsschnittstudien erforderlich, um z.B. den Verlauf der zeichnerischen Entwicklung der Kinder einschätzen zu können. Auch für die Beurteilung eines Transfers

auf eine verbesserte Zahlraumvorstellung und damit möglichen Erleichterungen im Erwerb der rechnerischen Fertigkeiten sind Längsschnittstudien notwendig.

Offen geblieben ist auch eine genaue Definition und Einordnung des Störungsbildes, das sich weiterhin facettenreich und nicht präzise abgrenzbar darstellt. Bisherige Definitionen räumlich-konstruktiver Störungen aus dem neuropsychologischen Bereich Erwachsener bzw. das Modell der Nonverbal Learning Disabilities von Rourke haben sich nicht als ausreichend spezifisch für Kinder mit entwicklungsbedingten räumlich-konstruktiven Störungen erwiesen. Ungewöhnlich war ein hoher Anteil komorbider Störungen, und es ließ sich kein Kind mit einer isolierten räumlich-konstruktiven Störung finden. Dabei bleibt das Bedingungsgefüge zwischen komorbiden und räumlich-konstruktiven Störungen unklar. Verschiedene Hypothesen hinsichtlich kausaler Beziehungen wurden gebildet, z.B. räumlich-konstruktive Störungen als Folge einer übergeordneten semantischen, motorischen, mnestischen oder Aufmerksamkeitsstörung, räumlich-konstruktive Störungen als Folge einer eingeschränkten Verarbeitungskapazität, räumlich-konstruktive Störungen als Folge des Zusammenspiels verschiedener komorbider Störungen, oder eine relative Unabhängigkeit zwischen räumlich-konstruktiven und komorbiden Störungen. Aus diesen Hypothesen lassen sich weitere Studien entwickeln.

Literaturverzeichnis

- Abreu, A. M., French, R. M., Cowell, R. A. & De Schonen, S. (2006). Local-global visual deficits in Williams syndrome: Stimulus presence contributes to diminished performance on image-reproduction. *Psychologica Belgica*, 46 (4), 269-281.
- Akhbari, S. (1993). *Wahrnehmung – Wahrnehmungsstörung*. Zürich: Eigenverlag.
- Akshoomoff, N.A., Feroletto, C.C., Doyle, R.E. & Stiles, J. (2002). The impact of early unilateral brain injury on perceptual organization and visual memory. *Neuropsychologia*, 40, 539-561.
- Akshoomoff, N.A. & Stiles, J. (1995a). Developmental trends in visuospatial analysis and planing: I. Copying a Complex Figure. *Neuropsychology*, 9 (3), 364-377.
- Akshoomoff, N.A. & Stiles, J. (1995b). Developmental trends in visuospatial analysis and planing: II. Memory for a Complex Figure. *Neuropsychology*, 9 (3), 378-389.
- Albrecht, P. (1980). *Diagnose und Therapie von Wahrnehmungsstörungen nach Jean Ayres* (unveränderte Neuauflage). Dortmund: verlag modernes lernen.
- Anderson, P. E. und Rourke, B. P. (1995). Williams syndrome. In B.P. Rourke (Ed.), *Syndromes of Nonverbal Learning Disabilities. Neurodevelopmental manifestations* (pp. 138-170). New York: Guilford Press.
- Angermaier, M. J. W. (1977). *Psycholinguistischer Entwicklungstest PET*, 2. korr. Aufl. Göttingen: Beltz.
- Arbeitsgruppe Deutsche Child Behavior Checklist (1998). *Elternfragebogen über das Verhalten von Kindern und Jugendlichen; deutsche Bearbeitung der Child Behavior Checklist (CBCL / 4-18). Einführung und Anleitung zur Handauswertung. 2. Auflage mit deutschen Normen bearbeitet von M. Döpfner, J. Plück, S. Bölte, K. Lenz, P. Melchers & K. Heim*. Köln: Arbeitsgruppe Kinder-, Jugend- und Familiendiagnostik (KJFD).
- Ardila, A. & Rosselli, M. (2002). Acalculia and Dyscalculia. *Neuropsychology Review*, 12 (4), 179-231.
- Arrigoni, G. & De Renzi, E. (1964). Constructional apraxia and hemispheric locus of lesion. *Cortex*, 1, 170-197.
- Aster, M. von (2003). Umschriebene Rechenstörung. In B. Herpetz-Dahlmann, F. Resch, M. Schulte-Markwort & A. Warnke (Hrsg.), *Entwicklungspsychiatrie* (S. 457-466). Stuttgart: Schattauer.
- Aster, M. von; Kucian, K. & Martin, E. (2006). Gehirnentwicklung und Dyskalkulie. *Sprache Stimme Gehör*, 30, 154-159.
- Aster, M. von, Weinhold Zulauf, M. & Horn, R. (2006). *Neuropsychologische Testbatterie für Zahlenverarbeitung und Rechnen bei Kindern ZAREKI-R*. Frankfurt a. M.: Harcourt.
- Astington, J.W. & Baird, J.A. (Eds.) (2005). *Why language matters for theory of mind*. New York: Oxford University Press.
- Atkinson, J., Anker, S., Braddick, O., Nokes, L., Mason, A. & Braddick, F. (2001). Visual and visuospatial development in young children with Williams syndrome. *Developmental medicine and child neurology*, 43(5), 330-337.
- Atkinson, J., Braddick, O., Anker, S, Curran, W., Andrew, R., Wattan-Bell, J. & Braddick, F. (2003). Neurobiological models of visuospatial cognition in children with Williams syndrome: measures of dorsal-stream and frontal function. *Developmental neuropsychology*, 23 (1-2), 139-172.
- Augustin, A. (1980). *Beschäftigungstherapeutische Behandlung bei Wahrnehmungsstörungen*. Dortmund: verlag modernes lernen.

- Ayr, L.K., Yeates, K.O. & Enrile, B.G. (2005). Arithmetic skills and their cognitive correlates in children with acquired and congenital brain disorder. *Journal of the International Neuropsychological Society: JINS*, 11 (3), 249-262.
- Ayres, A.J. (1972). *Sensory Integration and Learning Disorders*. Los Angeles: Western Psychological Services.
- Ayres, A.J. (1979). *Lernstörungen. Sensorisch-integrative Dysfunktionen*. Berlin: Springer.
- Ayres, A. J. (1989). *Sensory Integration and Praxis Test*. Los Angeles: Western Psychological Services.
- Ayres, A.J. (1998). *Bausteine der kindlichen Entwicklung. Die Bedeutung der Integration der Sinne für die Entwicklung des Kindes*. 3., korr. Aufl. Berlin: Springer.
- Bachot, J., Gevers, W., Fias, W. & Roeyers, H. (2005). Number sense in children with visuospatial disabilities: Orientation of the mental number line. *Psychology Science*, 47 (1), 172-183.
- Baddeley, A.D. (1986). *Working memory*. Oxford: Oxford University Press.
- Baddeley, A.D. (2000). The episodic buffer: a new component of working memory? *Trends in Cognitive Sciences*, 4 (11), 417-423.
- Baddeley, A.D. (2002). Developmental Amnesia. A challenge to current models? In L. R. Squire, D. L. Schacter (Eds.), *Neuropsychology of memory*, 3rd ed. (pp. 88-96). New York: The Guilford Press.
- Baenninger, M. & Newcombe, N. (1989). The role of Experience in spatial test performance: a meta-analysis. *Sex Roles*, 20 (5/6), 327-344.
- Balster, K. (1998). Darum bei Kindern die Handlungsplanung fördern. Förderung der sensomotorischen Bausteine – Teil 8. *Der Übungsleiter*, 31 (10), 37-39.
- Barnes, M.A., Pengelly, S., Dennis, M., Wilkinson, M., Rogers, T. & Faulkner, H. (2002). Mathematically skills in good readers with hydrocephalus. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 8, 72-82.
- Barnes, M.A., Smith-Chant, B., Laundry, S. H. (2005). Number processing in neurodevelopmental disorders: Spina bifida myelomeningocele. In J.I.D. Campbell, *Handbook of mathematical cognition* (pp. 299-314). New York/ Hove: Psychology Press.
- Barnes, M.A., Wilkinson, M., Khemani, E., Boudesquie, A., Dennis, M. & Fletcher, J.M. (2006). Arithmetic processing in children with spina bifida: calculation accuracy, strategy use, and fact retrieval fluency. *Journal of Learning Disabilities*, 39 (2), 174-187.
- Baron, I.S. & Goldberger, E. (1993). Neuropsychological disturbances of hydrocephalic children with implications for special education and rehabilitation. *Neuropsychological Rehabilitation*, 3 (4), 389-410.
- Baron, I.S. (2004). *Neuropsychological Evaluation of the child*. Oxford: Oxford University Press.
- Barth, I. (2007). *Die ELF's – Training räumlich-konstruktiver Defizite und ihrer Vorausläuferfähigkeiten für 4-7-jährige Kinder*. Bremen: Unveröffentlichte Diplomarbeit im Studiengang Psychologie der Universität Bremen.
- Baving, L. & Schmidt, M.H. (2000). Testpsychologie zwischen Anspruch und Wirklichkeit am Beispiel der Intelligenzdiagnostik. *Zeitschrift für Kinder- und Jugendpsychiatrie und Psychotherapie*, 28 (3), 163-176.
- Bearden, C. E., Woodin, M. F., Wang, P. P., Moss, E., McDonald-McGinn, D., Zackai, E., Emanuel, B. & Cannon, T. D. (2001). The neurocognitive phenotype of the 22q11.2 deletion syndrome: selective deficit in visual-spatial memory. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology: Official Journal of the International Neuropsychological Society*, 23(4), 447-464.

- Beery, E.B. & Beery N.A. (2006). *The Beery-Buktenica Developmental Test of Visual-Motor Integration* (5th ed.). Minneapolis: PearsonAssessments.
- Bein-Wierzbinski, W. (2005). *Räumlich-konstruktive Störungen bei Grundschulkindern. Eine Untersuchung über die Bedeutung des neuromotorischen Aufrichtungsprozesses für die Blickmotorik und räumlich-konstruktives Darstellen sowie Möglichkeiten der Entwicklungsförderung durch motorisches Training* (2., durchgesehene Aufl.). Frankfurt am Main: Peter Lang.
- Bellugi, U., Marks, S., Bihrlle, A. & Sabo, H. (1994). Dissociation between language and cognitive functions in Williams syndrome. In D. Bishop & K. Mogford (Eds.), *Language development in exceptional circumstances* (pp. 177-189). Hillsdale: Lawrence Erlbaum Associates Publishers.
- Bellugi, U., Mills, D., Jernigan, T., Hickok, G. & Galaburda, A. (1999). Linking cognition, brain structure, and brain function in Williams syndrome. In H. Tager-Flusberg, *Neurodevelopmental Disorders* (pp. 111-136). Cambridge: MIT Press.
- Ben-Chaim, D., Lappan, G. & Houang, R.T. (1985). Visualizing rectangular solids made of small cubes: analyzing and effecting student's performance. *Educational Studies in Mathematics*, 16, 389-409.
- Ben-Chaim, D., Lappan, G. & Houang, R.T. (1988). The effect of instruction on spatial visualization skills of middle school boys and girls. *American Educational Research Journal*, 25, 51-71.
- Ben-Chaim, D., Lappan, G. & Houang, R.T. (1989). Adolescent's ability to communicate spatial information: analyzing and effecting student's performance. *Educational Studies in mathematics*, 20, 121-146.
- Benson, D.F. & Barton, M.I. (1970). Disturbances in constructional ability. *Cortex*, 6, 19-46.
- Benson, D.F. (1994). *The neurology of thinking*. New York: Oxford University Press.
- Benson, D.F. & Geschwind, N. (1970). Developmental Gerstmann syndrome. *Neurology*, 20, 293-298.
- Benton, A.L. (1962). The visual retention test as a constructional praxis task. *Confinia Neurologica*, 22, 1-16.
- Benton, A.L. (1967). Constructional apraxia and the minor hemisphere. *Confinia Neurologica*, 29, 1-16.
- Benton, A.L. (1996). *Der Benton-Test*. Dt. Bearb. Benton Sivan, A. & Spreen, O. (7. Aufl.). Göttingen: Hogrefe.
- Bernstein, J. H. & Waber, D.P. (1996). *Developmental scoring system for the Rey-Osterrieth Complex Figure. Professional Manual*. Odessa, FL: Psychological Assessment Resources, Inc.
- Bertrand, J. & Mervis, C.B. (1996). Longitudinal analysis of drawings by children with Williams syndrome: Preliminary results. *Visual Arts Research*, 22 (2), 19-34.
- Bertrand, J., Mervis, C.B. & Eisenberg, J.D. (1997). Drawing by children with Williams syndrome: A developmental perspective. *Developmental Neuropsychology*, 13 (1), 41-67.
- Biedermann, K. (2003). *Anregungen zur Therapiegestaltung nach SI-Grundlagen in Illustrationen* (3. Aufl.). Dortmund: verlag modernes lernen.
- Billingsley, R. L., Jackson, E. F., Slopis, J. M., Swank, R. R., Mahankali, S. & Moore, B. D. (2004). Functional MRI of visual-spatial processing in neurofibromatosis, type I. *Neuropsychologia*, 42, 395-404.
- Bird, M.C., Vargha-Khadem, F. & Burgess, N. (2008). Impaired memory for scenes but not faces in developmental hippocampal amnesia: A case study. *Neuropsychologia*, 46, 1050-1059.
- Bodenburg, S. (2001). *Einführung in die klinische Neuropsychologie*. Bern: Huber.

- Bodenburg, S. (1998). Die Behandlung eingeschränkter höherer visueller Funktionen: Raumwahrnehmung, räumlich-konstruktive Leistungen und Objektwahrnehmung. In E. Kasten, G. Schmid, R. Eder (Hrsg.), *Effektive neuropsychologische Behandlungsmethoden* (S. 151-165). Bonn: Deutscher Psychologen Verlag.
- Booth, J.L. & Siegler, R.S. (2006). Developmental and individual differences in pure numerical estimation. *Developmental Psychology*, 41 (6), 189-201.
- Borchardt, K., Gabrielli, P., Knill, V., Kradolfer, F. & Stammeler, A. (2001). Terminologie der Sensorischen Integration. Ist ein Konsensus wünschenswert oder notwendig? *Ergotherapie und Rehabilitation*, 11, 25-34.
- Borowski, J.G. & Turner, L.A. (1990). Transsituational characteristics of metacognition. In W. Schneider & F.E. Weinert (Eds.), *Interactions among aptitudes, strategies, and knowledge in cognitive performance* (pp. 159-176). New York: Springer.
- Bortz, J. & Döhning, N. (2006). *Forschungsmethoden und Evaluation für Human- und Sozialwissenschaftler*, 4., überarb. Auflage. Berlin: Springer.
- Bortz, J. & Lienert, G.A. (2003). *Kurzgefasste Statistik für die klinische Forschung. Leitfaden für die verteilungsfreie Analyse kleiner Stichproben*, 2. Aufl. Berlin: Springer.
- Brack, U.B. & Lauth, G.W. (2004). Komplexitätsreduktion. In G.W. Lauth, M. Grünke & J.C. Brunstein (Hrsg.), *Interventionen bei Lernstörungen* (S. 422-431). Göttingen: Hogrefe.
- Brand, I., Breitenbach, E., Maisel, V. (1988). *Integrationsstörungen. Diagnose und Therapie im Erstunterricht* (4., überarbeitete Auflage). Würzburg: Maria-Stern-Schule des Mareinvereins mit Marienheim e. V.
- Braswell, G. S., Rosengren, K. S. & Pierroutsakos, S. L. (2007). Task constraints on preschool children's grip configurations during Drawing. *Developmental Psychobiology*, 49, 216-225.
- Bremner, A. J., Bryant, P. E. & Mareschal, D. (2006). Object centred spatial reference in 4-month-old infants. *Infant Behavior and Development*, 29 (1), 1-10.
- Bremner, J. G., Morse, R., Hughes, S. & Andraesen, G. (2000). Relations between drawing cubes and copying diagrams of cubes in 7- to 10-year-old children. *Child Development*, 71 (3), 621-634.
- Briegel, W. & Cohen, M. (2004). Das 22q11.2-Deletionssyndrom und seine Relevanz für die Kinder- und Jugendpsychiatrie. Ein Überblick über Ätiologie, körperliche Symptomatik, Entwicklungsaspekte und psychiatrische Störungen. *Zeitschrift für Kinder- und Jugendpsychiatrie und Psychotherapie*, 32(2), 107-115.
- Briscone, G. & Borgatti, R. (1997). Developmental right hemisphere syndrome: Case report. *Neuropsychologia Infantile Psicopedagogia Riabilitazione*, 23 (2), 99-115.
- Bruandet, M., Molko, N., Cohen, L. & Dehaene, S. (2004). A cognitive characterization of dyscalculia in Turner syndrome. *Neuropsychologia*, 42, 288-298.
- Brugger, P. (2008). SNARC, SCARC, SMARC und SPARC. Gibt es raumfreie Größen? *Zeitschrift für Neuropsychologie*, 19 (4), 271-274.
- Brundson, R., Nickels, L., Coltheart, M. & Joy, P. (2007). Assessment and treatment of childhood topographical disorientation: A case study. *Neuropsychological Rehabilitation*, 17 (1), 53-94.
- Bruni, J. V. & Seidenstein, R. B. (1990). Geometric concepts and spatial sense. In J. N. Payne, *Mathematics for the Young Child* (pp. 202-227). Reston: National Council of Teachers of Mathematics.
- Buchanan, L., Pavlovic, J. & Rovet, J. (1998). A reexamination of the visuospatial deficit in Turner syndrome: Contributions of working memory. *Developmental Neuropsychology*, 14, 341-367.

- Büttner, G., Dacheneder, W., Schneider, W. & Weyer, K. (2008). *FEW-2: Frostigs Entwicklungstest der visuellen Wahrnehmung – 2*. Göttingen: Hogrefe.
- Büttner, G. & Hasselhorn, M. (2007). Förderung von Lern- und Gedächtnisleistungen. In J. Walter & F. B. Wember (Hrsg.), *Sonderpädagogik des Lernens, Handbuch Sonderpädagogik, Band 2* (S. 281-292), Göttingen: Hogrefe.
- Bühler, K. (1949). *The mental development of the child*. London: Routledge & Kegan Paul.
- Bulheller, S. & Häcker, H. (Hrsg.) (2006). *CPM - Coloured Progressive Matrices von J.C. Raven* (3., neu normierte Aufl.). Frankfurt: Harcourt Test Services.
- Bull, R., Epsy, K.A. & Wiebe, S. (2008). Short-term memory, working memory, and executive functioning in preschoolers: longitudinal predictors of mathematical achievement at age 7 years. *Developmental Neuropsychology*, 33 (3), 205-228.
- Burmeister, R., Hannay, H.J., Copeland, K., Fletcher, J.M., Bousousquie, A. & Dennis, M. (2005). Attention problems and executive functions in children with spina bifida and hydrocephalus. *Child Neuropsychology*, 11(3), 265-283.
- Butler, D.L. (1998). Metacognition and learning disabilities. In B.Y.L. Wong (Ed.), *Learning about learning disabilities*, 2nd ed. (pp. 277-307). San Diego: Academic Press.
- Canvies, G. & Watkins, M.W. (2001). Long-term stability of the Wechsler Intelligence Scale for Children - third edition among students with disabilities. *School Psychology Review*, 30 (2), 438-453.
- Caprez, G. (1984). *Neuropsychologische Therapie nach Hirnschädigungen*. Berlin: Springer.
- Caravale, B., Tozzi, C., Albino, G. & Vicari, S. (2005). Cognitive development in low risk preterm infants at 3-4 years of life. *Archives of Diseases of Child Fetal Neonatal Ed.*, 90 (6), 474-479.
- Carlsson, G., Uvebrant, P., Hugdahl, K. & Arvidsson, J. et al. (1994). Verbal and non-verbal function of children with right- versus left-hemiplegic cerebral palsy of pre- and perinatal origin. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 36(6), 503-512.
- Carpenter, P. A. & Just, M. A. (1986). Spatial ability: An information processing approach to psychometrics. In R. J. Sternberg (Ed.), *Advances in the psychology of human intelligence*, Vol. 3 (pp. 221-253). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates Publishers.
- Carey, S. & Diamond, R. (1977). From piecemeal to configurational representation of faces. *Science*, 195 (4275), 312-314.
- Carroll, J. B. (1993). *Human cognitive abilities. A survey of factor-analytic studies*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Chaudhari, S., Otiv, M., Chitale, A., Pandit, A. & Hoge, M. (2004). Pure low birth weight study – cognitive abilities and educational performance at twelve years. *Indian Pediatrics*, 41 (2), 121-128.
- Choi, S. (2006). Preverbal spatial cognition and language-specific input: Categories of containment and support. In K. Hirsh-Pasek & R. Michnick Golinkoff (Eds.), *Action meets word. How children learn verbs* (pp. 191-207). Oxford: Oxford University Press.
- Ciesielski, K.T., Lesnik, P.G., Benzel, E.C., Hart, B.L. & Sanders, J.A. (1999). MRI morphometry of mamillary bodies, caudate nuclei, and prefrontal cortices after chemotherapy for childhood leukemia: multivariate models of early and late developing memory subsystems. *Behavioral Neurosciences*, 113(3), 439-450.
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. New York: Erlbaum.
- Colarusso, R.P. & Hammill, D.D. (2003). *MVPT-3 Motor-Free Visual Perception Test* (3rd ed.). Novato, California: Academic Therapy Publications.

- Connor, J. M. & Serbin, L.A. (1977). Behaviorally based masculine- and feminine-activity-preference scales for preschoolers: Correlates with other classroom behaviors and cognitive tests. *Child Development*, 48, 1411-1416.
- Conte, A., Cornoldi, C., Pazzaglia, F. & Sanavio, S. (1995). Lo sviluppo della memoria di lavoro visuo-spaziale e il suo ruolo nella memoria spaziale. *Ricerche di Psicologia*, 19, 95-114.
- Cook, N.D., Früh, H., Mehr, A., Regard, M. & Landis, T. (1994). Hemispheric cooperation in visuospatial rotations: Evidence for a manipulation role for the left hemisphere and a reference role for the right hemisphere. *Brain and Cognition*, 25 (2), 240-249.
- Corballis, M.C. & Beale, I.L. (1976). *The psychology of left and right*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Cornish, K., Munir, F. & Cross, G. (1998). The nature of the spatial deficit in young females with fragile-X syndrome: a neuropsychological and molecular perspective. *Neuropsychologia*, 11, 1239-1246.
- Cornoldi, C., Marconi, F. & Vecchi, T. (2001). Visuospatial working memory in Turner's syndrome. *Brain and Cognition*, 46 (1-2), 90-94.
- Cornoldi, C., Rigoni, F., Tressoldi, P.E. & Vio, C. (1999). Imagery deficits in nonverbal learning disabilities. *Journal of Learning Disabilities*, 32 (1), 48-57.
- Cornoldi, C. & Vecchi, T. (2003a). *Visual-spatial working memory and individual differences*. Hove: Psychology Press.
- Cornoldi, C., Venneri, A., Marconato, F., Molin, A. & Moninari, C. (2003b). A rapid screening measure for the identification of visuospatial learning disability in schools. *Journal of Learning Disabilities*, 36 (4), 299-306.
- Cox, M. V. (1985). One object behind another. Young children's use of array-specific or view-specific representations. In N. H. Freeman & M. V. Cox (Eds.), *Visual order: The nature and development of pictorial representation* (pp. 188-201). London: Cambridge University Press.
- Cox, M. V. (1992). *Children's drawing*. London: Penguin.
- Cox, M. V. (2005). *The pictorial world of the child*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Dalen, K., Brunaroy, S., Wentzel-Larsen, T., Nygaard, M & Laegereid, L.M. (2006). Non-verbal learning disabilities in Children with infantile hydrocephalus, aged 4-7years: a population-based, controlled study. *Neuropediatrics*, 37(1), 1-5.
- Dalens, H., Solé, M. & Neyrial, M. (2006). Les pathologies neuro-visuelles chez l'enfant cérébrolésé. *Journal français d'ophtalmologie*, 29(1), 24-31.
- DeAngeli, G.C., Ohzawa, I. & Freeman, R.D. (1995). Neuronal mechanisms underlying stereopsis: How do simple cells in the visual cortex encode binocular disparity? *Perception*, 24 (1), 3-31.
- Dehaene, S. (1997). *The number sense*. New York: Oxford University Press.
- Del Giudice, E., Grossi, D., Angelini, R., Crisanti, A.F., Latte, F., Fragassi, N. A. & Trojano, L. (2000a). Spatial cognition in children. I. Development of drawing-related (visuospatial and constructional) abilities in preschool and early school years. *Brain and Development*, 22, 362-367.
- Del Giudice, E., Trojano, L., Fragassi, A., Posteraro, S., Crisanti, A.F., Tanzarella, P., Marino, A. & Grossi, D. (2000b). Spatial cognition in children. II. Visuospatial and constructional skills in developmental reading disability. *Brain and Development*, 22, 368-372.
- De Los Reyes, A. & Kazdin, A.E. (2006). Conceptualizing changes in behavior in intervention research: The Range of Possible Changes model. *Psychological Review*, 113 (3) 554-583.

- Dennis, M., Barnes, M.A. & Hetherington, C.R. (1999). Congenital hydrocephalus as a model of neurodevelopmental disorder. In H. Tager-Flusberg (Ed.), *Neurodevelopmental disorders* (pp. 505-532). Cambridge: Bradford Press.
- Dennis, M., Fletcher, J.M., Rogers, T., Hetherington, R. & Francis, D.J. (2002). Object-based and action-based perception in children with spina bifida and hydrocephalus. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 8, 95-106.
- Dennis, M., Sinopoli, K.J., Fletcher, J & Schachar, R. (2008). Puppets, robots, critics, and actors within a taxonomie of attention. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 14, 673-690.
- Densem, J.F., Nuthall, G.A., Buschnell, J. & Horn, J. (1989). Effectiveness of a sensory integration therapy program for children with perceptual-motor deficits. *Journal of Learning Disabilities*, 22, 221-229.
- De Renzi, E. (1982). *Disorders of space exploration and cognition*. Chichester: Wiley.
- DGKJP Deutsche Gesellschaft für Kinder- und Jugendpsychiatrie und Psychotherapie (Hrsg.)(2007). *Leitlinien zur Diagnostik und Therapie von psychischen Störungen im Säuglings-, Kindes- und Jugendalter*, 3. überarbeitete Auflage. Köln: Deutscher Ärzte Verlag.
- Diehl, J.M. & Staufenbiel, T. (2007). *Statistik mit SPSS für Windows, Version 15*. Frankfurt a. M.: Dietmar Klotz.
- Diener, W. & Mayer, H. (1996). *Epilepsiesyndrome des Kindes- und Jugendalters*. München: Zuckschwerdt.
- Dilling, H., Mombour, W. & Schmidt, M.H. (1991). *Internationale Klassifikation psychischer Störungen ICD-10 Kapitel V (F). Klinisch-diagnostische Leitlinien*. Bern: Huber.
- Dir, L.D. (1999). Social perception of students with learning disabilities: A comparison of students with differing patterns on the Wechsler Intelligence Scale for Children – Third Edition. *Dissertation Abstracts international: Section B: The Sciences and Engineering*, 59 (10B), 5592.
- Dirks, J. (1982). The effect of a commercial game on children's block design scores of the WISC-R IQ test. *Intelligence*, 6, 109-123.
- Döpfner, M., Lehmkuhl, G., Heubrock, D. & Petermann, F. (2000). *Diagnostik psychischer Störungen im Kindes- und Jugendalter*. Göttingen: Hogrefe.
- Döpfner, M., Schmeck, K., Berner, W., Lehmkuhl, G. & Poustka, F. (1994). Zur Reliabilität und faktoriellen Validität der Child Behavior Checklist – eine Analyse in einer klinischen und einer Feldstichprobe. *Zeitschrift für Kinder- u. Jugendpsychiatrie*, 22, 189-205.
- Döpfner, M.; Schürmann, S. & Frölich, J. (1997). *Therapieprogramm für Kinder mit hyperkinetischem und oppositionellem Problemverhalten THOP*. Weinheim: PVU.
- Dool, C.B., Fuerst, K.B. & Rourke, B.P. (1995). Sotos syndrome. In B. P. Rourke (Ed.), *Syndromes of Nonverbal Learning Disabilities. Neurodevelopmental manifestations* (pp. 239-254). New York: Guilford Press.
- Dornheim, D. (2008). *Prädiktion von Rechenleistung und Rechenschwäche: Der Beitrag von Zahlen-Vorwissen und allgemein kognitiven Fähigkeiten*. Berlin: Logos.
- Dreher, M. & Dreher, E. (1995). Gruppendiskussionsverfahren. In U. Flick et al., *Handbuch qualitative Sozialforschung*, 2. Auflage (S. 186-188). Weinheim: Beltz PVU.
- Duensing, F. (1953). Raumagnostische und ideatorisch-apraktische Störung des gestaltenden Handelns. *Deutsche Zeitschrift für Nervenheilkunde*, 170, 72-94.
- Dukette, D. & Stiles, J. (1996). Children's analysis of hierarchical patterns: Evidence from a similar judgement task. *Journal of Experimental Child Psychology*, 63, 103-140.

- Dykens, E. M., Rosner, B. A. & Ly, T. M. (2001). Drawings by individuals with Williams syndrome: Are people different from shapes? *American Journal on Mental Retardation*, 106 (1), 94-107.
- Eggert, D. & Bertrand, L. (2002). RZI - *Raum-Zeit-Inventar der Entwicklung der räumlichen und zeitlichen Dimension bei Kindern im Vorschul- und Grundschulalter und deren Bedeutung für den Erwerb der Kulturtechniken Lesen, Schreiben und Rechnen*. Dortmund: borgmann.
- Ehrlich, S. B., Levine, S. C. & Goldin-Meadow, S. (2006). The importance of gesture in childrens' spatial reasoning. *Developmental Psychology*, 42 (6), 1259-1268.
- Eliot, J. (1987). *Models of psychological space: Psychometric, developmental, and experimental approaches*. New York: Springer.
- Elsner, B. & Hager, W. (1995). Ist das Wahrnehmungstraining von M. Frostig effektiv oder nicht? Zur Evaluation des Programms zur Förderung der visuellen Wahrnehmung im deutschen Sprachraum. *Praxis der Kinderpsychologie und Kinderpsychiatrie*, 44, 48-61.
- Emmorey, K., Tversky, B. & Taylor, H. A. (2000). Using space to describe space: Perspective in speech, sign, and gesture. *Spatial Cognition and Computation*, 2, 157-180.
- Eslinger, P. J., Biddle, K., Pennington B. & Page, R. B. (1999). Cognitive and behavioral development up to 4 years after early right frontal lobe lesion. *Developmental Neuropsychology*, 15 (2), 157-191.
- Ettlinger, G., Warrington, E. & Zangwill, O.L. (1957). A further study of visual-spatial agnosia. *Brain*, 80, 335-361.
- Farran, E. K. (2007). Strategies and biases in location memory in Williams syndrome. *Research in Developmental Disabilities*, doi:10.1016/j.ridd.2007.07.002.
- Farran, E. K. & Jarrold, C. (2005). Evidence for unusual spatial location coding in Williams syndrome: An explanation for the local bias in visuo-spatial construction tasks? *Brain and Cognition*, 59 (2), 159-172.
- Farran, E. K., Jarrold, C. & Gathercole, S. E. (2003). Divided attention, selective attention and drawing: Processing preferences in Williams syndrome are dependent on task administered. *Neuropsychologia*, 23, 175-202.
- Fazzi, E., Bova, S.M., Uggetti, C., Signorini, S.G., Bianchi, P.E., Maraucci, I., Zoopello, M. & Lanzi, G. (2004). Visual impairment in children with periventricular leukomalacia. *Brain and Development*, 26(8), 506-512.
- Fedrizzi, E., Anderloni, A., Bono, R., Bova, S., Farinotti, M., Inverno, M. & Savoiaro, S. (1998). Eye-movement disorders and visual-perceptual impairment in diplegic children born preterm: A clinical evaluation. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 40 (10), 682-688.
- Feeney, S. M. & Stiles, J. (1996). Spatial analysis: An examination of preschoolers' perception and construction of geometric patterns. *Developmental Psychology*, 32 (5), 933-941.
- Fischer, K. (1993). Die Erschließung des Raumes über Körper und Bewegung. Ein Beitrag zur angewandten Entwicklungspsychologie im (frühen) Kindesalter. *Sportunterricht*, 42 (8), 349-354.
- Fisher, A.G., Murray, E.A. & Bundy, A.C. (2002). *Sensorische Integrationstherapie. Theorie und Praxis* (2., durchgesehene Aufl.). Berlin: Springer.
- Fletcher, J.M., Brookshire, B.L., Bohan, T.P., Brandt, M.E. & Daviadson, K.C. (1995). Early Hydrocephalus. In B. P. Rourke (Ed.), *Syndromes of Nonverbal Learning Disabilities. Neurodevelopmental Manifestations* (pp. 206-238). New York: Guilford Press.
- Flynn, J.R. (1987). Massive IQ gains in 14 nations: What IQ tests really measure. *Psychological Bulletin* 101, 171-191.

- Foreman, N., Orencas, C., Nicholas, E., Morton, P. & Gell, M. (1989). Spatial awareness in seven to 11-year-old physically handicapped children in mainstream schools. *European Journal of Special Needs Education*, 4 (3), 171-179.
- Foreman, N., Stanton, D., Wilson, P. & Duffy, H. (2003). Spatial knowledge of a real school environment acquired from virtual or physical models by able-bodied children and children with physical disabilities. *Journal of Experimental Psychology: Applied*, 9, 67-74.
- Forrest, B.J. (2002). The relationship among math skills, executive function and social abilities in children with nonverbal learning disabilities. *Dissertation Abstracts International: The Sciences and Engineering*, 62 (10B), 4783.
- Forrest, B. J. (2004). The utility of math difficulties, internalized psychopathology, and visual-spatial deficits to identify children with the nonverbal learning disability syndrome: evidence for a visuospatial disability. *Child Neuropsychology* 10 (2), 129-146.
- Frank, S. V., Lazarus, T. & Nathoo, N. (2003). Visuospatial deficits in children 3-7 years old with shunted hydrocephalus. *South African Medical Journal*, 93 (11), 865-868.
- Freeman, N. H. (1987). Current problems in the development of representational picture production. *Archives de Psychologie*, 55, 127-152.
- Fried, P. A. & Watkinson, B. (2000). Visuo-perceptual functioning differs in 9- to 12-years olds prenatally exposed to cigarettes and marijuana. *Neurotoxicology and Teratology*, 22 (1), 11-20.
- Friedrich, H.F. & Mandl, H. (2005). Lernstrategien: Zur Strukturierung des Forschungsfeldes. In H. Mandl & H.F. Friedrich (Hrsg.), *Handbuch Lernstrategien* (S. 1-23). Göttingen: Hogrefe.
- Frisk, V., Jakobson, L. S., Knight, R. M. & Robertson, B. (2005). Copy and recall performance of the 6-8-year-old children after standard vs. step-by-step administration of the Rey-Osterrieth Complex Figure. *Child Neuropsychology*, 11, 135-152.
- Fröhlich, A. (1977). Bestehende Programme zur Förderung der Wahrnehmung im Hinblick auf ihre Verwendbarkeit bei körperbehinderten Kindern. In A. Fröhlich (Hrsg.), *Wahrnehmungsstörungen und Wahrnehmungstraining bei Körperbehinderten* (125-140). Rheinstetten: Schindele-Verlag.
- Fröhlich, A. (Hrsg.) (1986). *Wahrnehmungsstörungen und Wahrnehmungsförderung* (5., überarb. u. erw. Aufl.). Heidelberg: Schindele-Verlag.
- Frostig, M. (1972). *Wahrnehmungstraining*. Dortmund: Crüwell.
- Frostig, M. (1981). Grundlagen zur perceptiven und kognitiven Entwicklung des Kindes; Prinzipien der Diagnostik und der Behandlung spezifischer Lernstörungen. In M. Frostig & H. Müller, *Teilleistungsstörungen, Ihre Erkennung und Behandlung bei Kindern* (S. 8-57). München: Urban & Schwarzenberg.
- Frostig, M. & Horne, D. (1964). *Frostig Program for the Development of Visual Perception*. Chicago: Follett.
- Frostig, M. & Lefever, D.W. (1964). *The Marianne Frostig Developmental Test of Visual Perception*. Palo Alto: Consulting Psychological Press.
- Frostig, M. & Maslow, P. (1978). *Lernprobleme in der Schule*. Stuttgart: Hippokrates.
- Fuerst, K.B., Dool, C.B. & Rourke, B.P. (1995). In B.P. Rourke (Ed.), *Syndrome of Nonverbal Learning Disabilities. Neurodevelopmental manifestations*, S. 119-137. New York: Guilford Press.
- Gainotti, G. (1985). Constructional apraxia. In J.A.M. Frederiks (Ed.), *Clinical Neuropsychology, Handbook of Clinical Neurology, Vol. 45* (pp. 491-506). Amsterdam: Elsevier.
- Gainotti, G., Miceli, G. & Caltagirone, C. (1977). Constructional apraxia in left brain-damaged patients: A planning disorder? *Cortex*, 13, 109-118.

- Gasteiger-Klicpera, B., Klicpera, C. & Schabmann, A. (2006). Der Zusammenhang zwischen Leserechtschreib- und Verhaltensschwierigkeiten. *Kindheit und Entwicklung*, 15, 55-67.
- Gaupp, N., Zoelch, C. & Schumann-Hengsteler, R. (2004). Defizite numerischer Basiskompetenzen bei rechenschwachen Kindern der 3. und 4. Klassenstufe. *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie*, 18 (1), 31-42.
- Geller, N.J. (2005). Asperger's syndrome and non-verbal learning disabilities: A study of differential diagnosis agreement across disciplines. *Dissertation Abstracts International: The Sciences and Engineering*, 66 (1A), 140.
- Gevers, W. & Lammertyn, J. (2005). The hunt for SNARC. *Psychology Science*, 47 (1), 10-21.
- Gevers, W., Reynvoet, B. & Fias, W. (2004). The mental representation of ordinal sequences is spatially organized: Evidence from days of the week. *Cortex*, 40, 171-172.
- Gibson, E. J. (1969). *Principles of perceptual learning and development*. New York: Appleton-Century-Crofts.
- Goldstein, G., Beers, S.R., Siegel, D.J. & Minshew, N.J. (2001). A comparison of WAIS-R profiles in adults with high-functioning autism or differing subtypes of learning disability. *Applied Neuropsychology* 8 (3), 148-154.
- Good, W.V., Jan, J.E., Burden, S.K., Skoczinski, A. & Candy, R. (2001). Recent advances in cortical visual impairment. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 43 (1), 56-60.
- Goyen, T.A., Lui, K. & Woods, R. (1998). Visual-motor, visual-perceptual, and fine motor outcomes in very-low-birthweight children at 5 years. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 40 (2), 76-81.
- Gray, V., Karmiloff-Smith, A., Funnell, E. & Tassabehij, M. (2006). In-depth analysis of spatial cognition in Williams syndrome: A critical assessment of the role of the LIMK1 gene. *Neuropsychologia*, 44, 679-685.
- Greenham, S.L. (1999). Learning disabilities and psychosocial adjustment: A critical review. *Child Neuropsychology* 5 (3), 171-196.
- Grossi, D., Orsini, A., Modafferi, A., Liotti, M. (1986). Visuoimaginal constructional apraxia: On a case of selective deficit of imagery. *Brain and Cognition*, 5, 255-267.
- Grossi, D. & Trojano, L. (1999). Constructional apraxia. In D. Gianfranco & L. Pizzamiglio (Eds.), *Handbook of clinical and experimental neuropsychology* (pp.441-450). Hove: Taylor & Francis.
- Gross-Tsur, V. & Shalev, R.S. (1995). Developmental right-hemisphere syndrome. *Journal of Learning Disabilities*, 28 (2), 80-86.
- Günther, A. & Jäger, M. (2004). *Ich sehe den Wald vor lauter Bäumen nicht. Fördermöglichkeiten für den Alltag visuell wahrnehmungsgestörter Kinder*. Dortmund: verlag modernes lernen.
- Günther, H. (1998). *Wahrnehmungsauffällige Kinder in der Grundschule*. Leipzig: Klett-Grundschulverlag.
- Guérin, F., Ska, B. & Belleville, S. (1999). Cognitive processing of drawing abilities. *Brain and Cognition*, 40, 464-478.
- Guldimann, T. & Lauth, G.W. (2004). Förderung von Metakognition und strategischem Lernen. In G.W. Lauth, M. Grünke & J.C. Brunstein (Hrsg.), *Intervention bei Lernstörungen, Förderung, Training und Therapie in der Praxis* (S.176-186). Göttingen: Hogrefe.
- Guy, S.C. (1997). Social and emotional responsivity of children with nonverbal learning disabilities. *Dissertation Abstracts International: The Sciences and Engineering*, 57 (10B), 6573.

- Habrecht, M.F., Menon, V., Warsofsky, H.S., White, C.D., Dyer-Friedmann, J., Glover, G.H., Neely, E.K. & Reiss, A.I. (2001). Functional neuroanatomy of visuo-spatial working memory in Turner syndrome. *Human Brain Mapping*, 14 (2), 96-107.
- Hager, W. & Hasselhorn, M. (1993). Evaluation von Trainingsmaßnahmen am Beispiel von Klauers Denktraining für Kinder. *Zeitschrift für Entwicklungspsychologie und Pädagogische Psychologie*, 25, 397-321.
- Hahn, C.D., Miles, B.S., MacGregor, K.L., Blaser, S.I., Banwell, B.L. & Hetherington, C.R. (2003). Neurocognitive outcome after acute disseminated encephalomyelitis. *Pediatric neurology*, 29 (2), 117-123.
- Halperin, D. (1992). *Sex differences in cognitive abilities* (2nd ed.). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Halstead, W. C. (1947). *Brain and intelligence: A quantitative study of the frontal lobes*. Chicago: University of Chicago Press.
- Hammill, D.D., Pearson, N.A. & Voress, J.K. (1993). *Developmental Test of Visual Perception*, 2nd ed. (DTVP-2). Austin (Texas): PRO-ED.
- Hartje, W. & Poeck, K. (Hrsg.) (2002). *Klinische Neuropsychologie*, (5. überarbeitete und erweiterte Auflage) Stuttgart: Thieme.
- Hasselhorn, M. & Mähler, C. (2000). Transfer: Theorien, Technologien und empirische Erfassung. In W. Hager, J.-L. Patry & G. Berzing (Hrsg.), *Handbuch Evaluation psychologischer Interventionsmaßnahmen* (S. 86-101). Bern: Hans Huber.
- Hasselhorn, M. (2004). Individuelle Lernvoraussetzungen zwischen sechs und sechzehn Jahren: Allgemeine und differentielle Entwicklungsveränderungen. In C. Aeberli (Hrsg.), *Lehrmittel neu diskutiert* (S. 11-25). Zürich: Lehrmittelverlag des Kantons Zürich.
- Hasselhorn, M., Marx, H. & Schneider (2008). Aktuelle Trends der Rechtschreibdiagnostik: Eine Einführung. In W. Schneider, H. Marx & M. Hasselhorn (Hrsg.), *Diagnostik von Rechtschreibleistungen und –kompetenz* (S.1-6). Göttingen: Hogrefe.
- Hécaen, H. & Assal, G. (1970). A comparison of constructive deficits following right and left hemispheric lesions. *Neuropsychologia*, 8, 289 –303.
- Hécaen, H., Angelergues, R. & Houillier, S. (1961). Les variétés cliniques des acalculies au cours des lésions rétrorolandiques: Approche statistique du problème. *Revue Neurologique*, 105, 85-103.
- Hedges, L.V. (1981). Distribution theory for Glass's estimator of effect size and related estimators. *Journal of Educational Statistics*, 6, 107-128.
- Heller, K.A., Kratzmeier, H. & Lengfelder, A. (1998). *Standard Progressive Matrices SPM von J. C. Raven*. Göttingen: Beltz-Test.
- Helmstaedter, C., Lendt, M. & Lux, S. (2001). *Verbaler Lern- und Merkfähigkeitstest VLMT*. Weinheim: Beltz.
- Hepworth, S.L. & Rovet, J.F. (2000). Visual integration difficulties in a 9-year-old girl with Turner syndrome: Parallel verbal disabilities? *Child Neuropsychology*, 6 (4), 262-273.
- Hermer-Vazquez, L., Spelke, E.S. & Katsnelson, A.S. (1999). Sources of flexibility in human cognition: Dual-task studies of space and language. *Cognitive Psychology*, 39, 3-36.
- Herrmann, T. & Grabowski, J. (1994). *Sprechen – Psychologie der Sprachproduktion*. Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag.
- Herrmann, T. & Schweizer, K. (1998). *Sprechen über Raum. Sprachliches Lokalisieren und seine kognitiven Grundlagen*. Bern: Hans Huber.

- Herrmann, T., Schweizer, K., Janzen, G. & Katz, S. (1998). Routen- und Überblickswissen – konzeptuelle Überlegungen. *Kognitionswissenschaft*, 7, 145-159.
- Heubrock, D., Eberl, I. & Petermann, F. (2004). *Abzementest für Kinder ATK*. Göttingen: Hogrefe.
- Heubrock, D. & Petermann, F. (2000). *Lehrbuch de Klinischen Kinderneuropsychologie. Grundlagen, Syndrome, Diagnostik und Intervention*. Göttingen: Hogrefe.
- Heubrock, D., Petermann, F. & Brinkmeier, W. (2001b). Referrals, diagnoses, and neuropsychological findings in an outpatient sample of German children and adolescents with brain dysfunction. *Pediatric Rehabilitation*, 4 (2), 75-82.
- Heubrock, D., Petermann, F., Jacobs, C. & Muth, D. (2001a). Effizienz neuropsychologischer Therapie bei Kindern mit räumlich-konstruktiven Störungen: Psychometrische und psychosoziale Effekte. *Kindheit und Entwicklung*, 10 (2), 105-113.
- Hickmann, M. (2003). *Children's discourse. Person, space and time across languages*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Hirsch, E. S. (Ed.) (1984). *The Block Book*, Rev. Ed.. Washington D. C.: National Association for the Education of Young Children.
- Hoehn, T.P. & Baumeister, A.A. (1994). A critique of the application of sensory integration therapy to children with learning disabilities. *Journal of Learning Disabilities*, 27 (6), 338-350.
- Hoffman, J. E.; Landau, B. & Pagani, B. (2003). Spatial breakdown in spatial construction: Evidence from eye fixations in children with Williams syndrome. *Cognitive Psychology*, 46, 260-301.
- Hollis, S. & Low, J. (2005). Karmiloff-Smith's RRM distinction between adjunctions and redescrptions: It's about time (and children's drawing). *British Journal of Developmental Psychology*, 23, 623-644.
- Holm, S. (1979). A simple sequentially rejective multiple test procedure. *Scandinavian Journal of Statistics*, 6, 65-70.
- Holzapfel, M., Barnea-Goray, N., Eckert, M.A., Kesler, S.R. & Reiss, A.L. (2006). Selective alterations of white matter associated with visuospatial and sensorimotor dysfunction in Turner syndrome. *Journal of Neuroscience*, 26 (26), 7007-7013.
- Hooper, H.E. (1983). *Revised Manual of the Hooper Visual Organization Test*. Beverly Hills, Calif.: Western Psychological Services.
- Huber, H.P. (1973). *Psychometrische Einzelfalldiagnostik*. Weinheim: Beltz.
- Humphries, T.W., Snider, L. & McDougall, B. (1993). Clinical Evaluation of the Effectiveness of sensory integrative and perceptual motor therapy in improving sensory integrative function in children with learning disabilities. *Occupational Therapy Journal of Research*, 13, 163-182.
- Huttenlocher, J.H. & Presson, C.C. (1979). The coding and transformation of spatial information. *Cognitive Psychology*, 11, 375-394.
- Isaacs, E.B., Vargha-Khadem, F., Watins, K.E., Lucas, A., Mishkin, M. & Gadian, D.G. (2003). Developmental amnesia and its relationship to degree of hippocampal atrophy. *Neuroscience*, 100 (22), 13060-13063.
- Ito, J.I., Saijo, H., Araki, A., Tanaka, H. et al. (1996). Assessment of visuoperceptual disturbance in children with spastic diplegia using measurements of the lateral ventricles on cerebral MRI. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 38 (6), 496-502.
- Jacobs, C. & Petermann, F. (2007). *Rechenstörungen*. Göttingen: Hogrefe.

- Jacobs, R.; Northam, E. & Anderson, V. (2001). Cognitive outcome in children with myelomeningocele and perinatal hydrocephalus: A longitudinal perspective. *Journal of Developmental and Physical Disabilities, 13* (4), 389-405.
- Jacobson, L., Ek, U., Fernell, E., Flodmark, O. & Broberger, U. (1996). Visual impairment in pre-term children with periventricular leukomalacia: Visual, cognitive and neuropaediatric characteristics related to cerebral imaging. *Developmental Medicine and Child Neurology, 38* (8), 724-735.
- Jacobson, L. S., Frisk, V., Knight, R. M., Downie, A. L. & Whyte, H. (2001). The relationship between periventricular brain injury and deficits in visual processing among extremely-low-birthweight (< 1000g) children. *Journal of Pediatric and Psychology, 26* (8), 503-512.
- Jacobson, N.S. & Truax, P. (1991). Clinical significance: A statistical approach to defining meaningful change in psychotherapy research. *Journal of Consulting and Clinical Psychology, 59*, 12-19.
- Johnson, D. J. & Myklebust, H. R. (1967). *Learning disabilities*. New York: Grune & Stratton.
- Kaemingk, K. L. & Halverson, P. T. (2000). Spatial memory following prenatal alcohol exposure: More than a material specific memory deficit. *Child Neuropsychology, 6* (2), 115-128.
- Kail, R., Carter, P. & Pellegrino, J. (1979). The locus of sex differences in spatial ability. *Perception and Psychophysics, 26*, 182-186.
- Kail, R. & Park, Y.-S. (1990). Impact of practice on speed of mental rotation. *Journal of Experimental Child Psychology, 49*, 227-244.
- Kaplan, J. & Hier, D. B. (1982). Visuospatial deficits after right hemisphere stroke. *American Journal of Occupational Therapy, 36*, 314-321.
- Karch, D., Groß-Selbeck, G., Pietz, J. & Schlack, H.G. (2002). Sensorische Integrationstherapie nach Jean Ayres. Stellungnahme der Gesellschaft für Neuropädiatrie e.V.. In F. Aksu (Hrsg.), *Neuropädiatrie 2001* (S. 742-760). Novartis Pharma Verlag.
- Karmiloff-Smith, A. (1990). Constraints on representational change: Evidence from children's drawing. *Cognition, 34*, 57-83.
- Kaufman, A.S. & Kaufman N.L. (2003). *Kaufman Assessment Battery for Children K-ABC* (6. teilweise ergänzte Auflage). Lisse: Swets & Zeitlinger.
- Kaufmann, L. & Nuerk, H.-C. (2005). Numerical development: Current issues and future perspectives. *Psychology Science, 47* (1), 142-170.
- Kavale, K.A. (1984). A meta-analytic evaluation of the Frostig test and training program. *Exceptional Children, 54*, 228-239.
- Kavale, K.A. & Mattson, P.D. (1983). "One jumped off the balance beam": Meta-analysis of perceptual-motor training. *Journal of Learning Disabilities, 16*, 165-173.
- Kazdin, A.E. (2003a). Psychotherapy for children and adolescents. In M. J. Lambert, *Bergin and Garfield's handbook of psychotherapy and behavior change*, 5th ed. (S. 543-589). New York: Wiley.
- Kazdin, A.E. (2003b). *Research design in clinical psychology* (4th ed.). Boston (MA): Allyn & Bacon.
- Kendall, P.C. & Grove, W.M. (1988). Normative comparisons in therapy outcome. *Behavioral Assessment, 10*, 147-158.
- Kerkhoff, G. (1988). Visuelle Raumwahrnehmung und Raumoperationen. In D. von Cramon & J. Zihl (Hrsg.), *Neuropsychologische Rehabilitation* (S.197-214). Berlin: Springer.

- Kerkhoff, G. (1989). Diagnostik und Therapie visueller Raumwahrnehmungsstörungen bei hirngeschädigten Patienten. *praxis ergotherapie*, 4, 268-273.
- Kerkhoff, G. (2000). Räumlich-perzeptive, räumlich-kognitive, räumlich-konstruktive und räumlich-topographische Störungen. In W. Sturm, M. Herrmann, C.-W. Wallesch (Hrsg.), *Lehrbuch der Klinischen Neuropsychologie. Grundlagen Methoden Diagnostik Therapie* (S.411-429). Lisse, NL: Swets & Zeitlinger Publishers.
- Kerkhoff, G. (2002). Störungen der visuellen Raumwahrnehmung und Raumkognition. In W. Hartje & K. Poeck (Hrsg.), *Klinische Neuropsychologie*, 5. Aufl. (S. 316-333). Stuttgart: Thieme.
- Kerkhoff, G. (2004). *Neglect und assoziierte Störungen*. Göttingen: Hogrefe.
- Kerkhoff, G. & Heldmann, B. (1997). Effizienz visuell-räumlicher und visueller Neglect-Therapie: Eine Cross-Over-Studie mit 13 Patienten. *Zeitschrift für Neuropsychologie*, 8, 44-61.
- Kinsbourne, M. (1968). Developmental Gerstmann Syndrome. *Pediatric Clinics of North America*, 15, 771-778.
- Kirby, J.R. & Boulter, D.R. (1998). Training räumlicher Fähigkeiten durch abbildende Geometrie. *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie*, 12 (2/3), 146-155.
- Kirk, A. & Kertesz, A. (1994). Localization of lesions in constructional impairment. In A. Kertesz (Ed.), *Localization and neuroimaging in neuropsychology* (pp. 525-544). San Diego: Academic Press.
- Kirkwood, M. W., Weiler, M. D., Bernstein, J. H., Forbes, P. W. & Waber, D. P. (2001). Sources of poor performance on the Rey-Osterrieth Complex Figure Test among children with learning difficulties: A dynamic assessment approach. *The Clinical Neuropsychologist*, 15, 345-356.
- Kita, S. & Özyürek, A. (2003). What does cross-linguistic variation in semantic coordination of speech and gesture reveal? Evidence for an interface representation of spatial thinking and speaking. *Journal of Memory and Language*, 48, 16-31.
- Klauer, K.J. (1985). Framework for a theory of teaching. *Teaching and Teacher Education*, 1, 5-17.
- Klauer, K.J. (1991). *Denktraining für Kinder II*. Göttingen: Hogrefe.
- Klauer, K.J. (1993). *Denktraining für Jugendliche*. Göttingen: Hogrefe.
- Klauer, K.J. & Lauth, G.W. (1997). Lernbehinderungen und Leistungsschwierigkeiten bei Schülern. In F.E. Weinert (Hrsg.), *Psychologie des Unterrichts und der Schule. Enzyklopädie der Psychologie, Themenbereich D: Praxisgebiete, Serie I Pädagogische Psychologie, Bd. 3* (S. 701-738). Göttingen: Hogrefe.
- Kleist, K. (1922/ 1934). Kriegsverletzungen des Gehirns in ihrer Bedeutung für die Hirnlokalisierung und Hirnpathologie. In O. von Schjerning, *Handbuch der ärztlichen Erfahrung im Weltkrieg 1914/ 18, Bd. IV: Geistes- und Nervenkrankheiten* (S.343-1360). Leipzig: Barth.
- Klicpera, C. & Gasteiger-Klicpera, B. (1995). *Psychologie der Lese-Rechtschreibschwierigkeiten. Entwicklung, Ursachen, Förderung*. Weinheim. Beltz.
- Klin, A., Volkmar, F.R., Sparrow, S.S., Cicchetti, D.V. et al. (1995). Validity and neuropsychological characterization of Asperger syndrome: Convergence with nonverbal learning disabilities syndrome. *Journal of Child Psychology and Psychiatry* 36 (7), 1127-1140.
- Klin, A., Volkmar, F.R., Sparrow, S.S., Cicchetti, D.V. et al. (1996). Validity and neuropsychological characterization of Asperger Syndrome: Convergence with nonverbal learning disabilities syndrome. *Annual Progress in Child Psychiatry and Child Development*, 241-259.
- Knauf, T., Kormann, P. & Umbach, S. (2006). *Wahrnehmung, Wahrnehmungsstörungen und Wahrnehmungsförderung im Grundschulalter*. Stuttgart: Kohlhammer.

- Knievel, J. & Petermann, F. (2008). Nichtsprachliche Lernstörung: Eine unspezifische oder richtungsweisende Klassifikation? *Kindheit und Entwicklung*, 17 (2), 126-136.
- Kolb, B. & Wishaw, I.Q. (1996). *Neuropsychologie*. 2. Aufl. Heidelberg: Spektrum.
- Korkman, M., Liikanen, A. & Fellman, V. (1996). Neuropsychological consequences of very low birth weight and asphyxia at term: follow-up until school-age. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 18 (2), 220-233.
- Kosslyn, S.M. (1980). *Image and mind*. Cambridge: Harvard University Press.
- Kosslyn, S.M. (1994). *Image and brain. The resolution of the Imagery debate*. Cambridge: MIT Press.
- Kosslyn, S. M. (1995). Mental Imagery. In S. M. Kosslyn & D. N. Osherson (Eds.), *Visual cognition. An Invitation to cognitive science*, Vol. 2 (pp.267-296). Cambridge: MIT Press.
- Krajewski, K. (2003). *Vorhersage von Rechenschwäche in der Grundschule*. Hamburg: Kovač.
- Krajewski, K. & Schneider, W. (2006). Mathematische Vorläuferfertigkeiten im Vorschulalter und ihre Vorhersagekraft für die Mathematikleistungen bis zum Ende der Grundschulzeit. *Psychologie in Erziehung und Unterricht*, 53, 246-262.
- Kratzmeier, H. & Horn, R. (1987). *Standard Progressive Matrices SPM*, 2. Aufl.. Weinheim: Beltz.
- Krinzinger, H. (2008). *What accounts for understanding the place-value system of multi-digit numbers in primary school children*. Paper presented at the International Congress of Psychology (ICP), Berlin.
- Kronenberger, W.G. & Dunn, D.W. (2003). Learning disorders. *Neurologic Clinics of North America*, 21, 941-952.
- Kutschera, J., Urlesberger, B., Maurer, U. & Müller, W. (2002). Small for gestational age – Somatic, neurological and cognitive development until adulthood. *Zeitschrift für Geburtshilfe und Neonatologie*, 206 (2), 65-71.
- Kwon, H., Menon, V., Eliez, S., Warsofsky, I.S., White, C.D., Dyer-Friedman, J., Taylor, A.K., Glover, G.H. & Reiss, A.L. (2001). Functional neuroanatomy of visuospatial working memory in fragile X syndrome: relation to behavioral and molecular measures. *The American Journal of Psychiatry*, 158 (7), 1040-1051.
- Lambert, M.J. & Ogles, B.M. (2003). The efficacy and effectiveness of psychotherapy. In M. J. Lambert, *Bergin and Garfield's handbook of psychotherapy and behavior change*, 5th ed. (S. 139-193). New York: Wiley.
- Lamberti, G. & Weidlich, S. (1999). *A visual learning and memory test for neuropsychological assessment DCS*. Göttingen: Hogrefe.
- Landerl, K., Kaufmann, L. (2008). *Dyskalkulie. Modelle, Diagnostik, Intervention*. München: Ernst Reinhardt.
- Lanfranchi, S., Carretti, B., Spano, G. & Cornoldi, C. (2009). A specific deficit in visuospatial simultaneous working memory in Down syndrome. *Journal of Intellectual Disability Research*, 53 (3), 474-483.
- Lange-Küttner, C. (1994). *Gestalt und Konstruktion. Die Entwicklung der grafischen Kompetenz beim Kind*. Bern: Hans Huber.
- Lange-Küttner, C. (1997). Development of size modification of human figure drawings in spatial axes systems of varying complexity. *Journal of Experimental Child Psychology*, 66, 264-278.
- Lange-Küttner, C. (2004). More evidence on size modification in spatial axes systems of varying complexity. *Journal of Experimental Child Psychology*, 88 (2), 171-192.

- Lange-Küttner, C., Kerzmann, A. & Heckhausen, J. (2002). The emergence of visually realistic contour in the drawing of the human figure. *British Journal of Developmental Psychology*, 20 (3), 439-463.
- Lasker, A.G., Mazzocco, M.M. & Zee, D.S. (2007). Ocular motor indicators of executive dysfunction in fragile X and Turner syndromes. *Brain and Cognition*, 63 (3), 203-220.
- Lasogga, R. & Michel, M. (1994). Zur Diagnostik visueller Wahrnehmungsstörungen nach Schädel-Hirn-Trauma – ein diagnostisches Prozedere. *Zeitschrift für Neuropsychologie* 5 (2), 151-162.
- Lauth, G.W. (1988). *Trainingsmanual zur Vermittlung kognitiver Fertigkeiten bei retardierten Kindern* (2., vollständig revidierte Auflage). Tübingen: dgvt-Verlag.
- Lauth, G.W., Husein, S. & Spieß, R. (2006). Lernkompetenztraining bei leistungsschwachen Grundschulern. *Kindheit und Entwicklung*, 15 (4), 229-238.
- Lehnung, M. (2000). *Die Entwicklung räumlicher Repräsentationen bei Kindern im Vorschul- und Schulalter und ihre Beeinträchtigung durch Schädel-Hirn-Traumata*. München: Herbert Utz Verlag.
- Lehnung, M., Leplow, B., Herzog, A., Benz, B., Ritz, A., Stolze, H., Mehdorn, M. & Ferstl, R. (2001). Children's spatial behavior is differentially affected after traumatic brain injury. *Child Neuropsychology*, 7 (2), 59-71.
- Leneman, M., Buchanan, L. & Rovet, J. (2001). Where and what visuospatial processing in adolescents with congenital hypothyroidism. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 7 (5), 556-562.
- Lenhard, W. & Artelt, C. (2009). Komponenten des Leseverständnisses. In W. Lenhard & W. Schneider (Hrsg.), *Diagnostik und Förderung des Leseverständnisses* (S. 1-17). Göttingen: Hogrefe.
- Levine, S.C. (1993). Effects of early unilateral lesions: Changes over the course of development. In G. Turkewitz, D.A. Devenny (Eds.), *Developmental time and timing* (pp. 143-165). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Levine, S. C., Huttenlocher, J., Taylor, A. & Langrock, A. (1999). Early sex differences in spatial skill. *Developmental Psychology*, 35, 940-949.
- Levinson, S.C. (2003). *Space in Language and cognition. Explorations in cognitive diversity*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Levinson, S.C. & Wilkins, D. (Eds.) (2006). *Grammars of space. Explorations in cognitive diversity*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Lezak, M.D., Howieson, D.B. & Loring, D.W. (2004). *Neuropsychological Assessment* (4th ed.). Oxford: Oxford University Press.
- Liben, L.S. (2006). Education for spatial thinking. In K. A. Renninger & I. E. Siegel (Eds.), *Handbook of child psychology* Vol. 4 (6th ed.) (pp. 197-247). Hoboken (NJ): John Wiley & Sons.
- Liddell, G.A. & Rasmussen, C. (2005). Memory Profile of Children with Nonverbal Learning Disability. *Learning Disabilities Research and Practice*, 20 (3), 137-141.
- Lidzba, K., Staudt, M., Wilke, M. & Krägeloh-Mann, I. (2006). Visuospatial deficits in patients with early left-hemispheric lesions and functional reorganization of language: Consequence of lesion or reorganization? *Neuropsychologia*, 44, 1088-1094.
- Liedtke, W. W. (1995). Developing spatial abilities in the early grades. *Teaching Children Mathematics*, 21, 12-18.
- Lienert, G.A. & Raatz, U. (1998). *Testaufbau und Testanalyse*. 6. Auflage. Weinheim: PVU.

- Linn, M. C., Petersen, A. C. (1985). Emergence and characterization of sex differences in spatial ability: A meta-analysis. *Child Development*, 56, 1479-1498.
- Lockl, K. & Schneider, W. (2007). Entwicklung von Metakognition. In M. Hasselhorn & W. Schneider (Hrsg.), *Handbuch der Entwicklungspsychologie* (S. 253-265). Göttingen: Hogrefe.
- Lockowandt, O. (Hrsg.) (1994). *Frostig Integrative Therapie. Lesen und Lesestörungen*. Dortmund: Borgmann.
- Lösslein, H. & Deike-Beth, C. (2000). *Hirnfunktionsstörungen bei Kindern und Jugendlichen. Neuropsychologische Untersuchungen für die Praxis* (3. überarbeitete u. erweiterte Aufl.). Köln: Deutscher Ärzte-Verlag.
- Logie, R.H. (1995). *Visuo-spatial working memory*. Hove, UK: Lawrence Erlbaum Associates Ltd.
- Lohaus, A., Schumann-Hengsteler, R. & Kessler, T. (1999). *Räumliches Denken im Kindesalter*. Göttingen: Hogrefe.
- Lohman, D. F. (1979). *Spatial ability: A review and reanalysis of the correlational literature*, (Technical Report No. 8). Stanford, CA: Aptitude Research Project, School of Education.
- Lohman, D. F. (1988). Spatial abilities as traits, processes, and knowledge. In R. J. Sternberg (Ed.), *Advances in the psychology of human intelligence* (Vol. 4, pp. 181-248. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Lorenz, J.H. & Radatz, H. (1993). *Handbuch des Förderns im Mathematikunterricht*. Hannover: Schroedel.
- Lorenz, J.H. (2005). Grundlagen der Förderung und Therapie. Wege und Irrwege. In M. von Aster & J.H. Lorenz (Hrsg.), *Rechenstörungen bei Kindern – Neurowissenschaft, Psychologie, Pädagogik* (S.165-177). Göttingen: Vandenhoeck & Ruprecht.
- Lowrie, T. (1996). The use of visual imagery as a problem-solving tool: Classroom implementation. *Journal of Mental Imagery*, 20 (3&4), 127-140.
- Lowrie, T. & Russel, K. (2001). Relationship between visual and nonvisual solution methods and difficulty in elementary mathematics. *Journal of Educational Research*, 94 (4), 248-255.
- Luder, R. (2000). Trainereinfluss bei der kognitiven Förderung: Eine Erkundungsstudie zum Trainervorgehen bei der Umsetzung von Programmen zur kognitiven Förderung mit lernbehinderten Kindern. *Vierteljahresschrift für Heilpädagogik und ihre Nachbargebiete*, 69 (2), 169-180.
- Lütgehetmann, R. & Stäbler, M. (1992). Visuelle Raumwahrnehmungsstörungen bei hirngeschädigten Patienten: Diagnostik und Therapie. *Zeitschrift für Neuropsychologie*, 3, 130-142.
- Luoma, L., Herrgard, E. & Martikainen, A. (1998). Neuropsychological analysis of the visuomotor problems in children born preterm at ≤ 32 weeks of gestation: A 5-year prospective follow-up. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 40 (1), 21-30.
- Luquet, G.-H. (1927). *Le Dessin Enfantin*. Paris: Alcan.
- Lutz, R., Landers, D. M. & Linder, D. E. (2001). Procedural variables and skill level influences on pre-performance mental practice efficacy. *Journal of Mental Imagery*, 25, 115-134.
- Maccoby, E. E. (1968). What copying requires. *Ontario Journal of Educational Research*, 10 (3), 163-170.
- Mack, J.L & Levine R.N. (1981). The basis of visual constructional disability in patients with unilateral cerebral lesions. *Cortex*, 17 (4), 515-532.
- Madan, A., Jan, J.E: & Good, W.V. (2005). Visual development in preterm infants. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 47 (4), 276-280.

- Mähler, C. & Hasselhorn, M. (2001). Lern- und Gedächtnistraining bei Kindern. In K. J. Klauer (Hrsg.), *Handbuch Kognitives Training* (2., überarbeitete und erweiterte Auflage) (S.407-430). Göttingen: Hogrefe.
- Makuuchi, M., Kaminaga, T. & Sugishita, M. (2003). Both parietal lobes are involved in drawing: A functional MRI study and implications for constructional apraxia. *Cognitive Brain Research*, 16 (3), 338-347.
- Mammarella, I.C., Cornoldi, C. Pazzaglia, F., Toso, C., Grimoldi, M. & Vio, C. (2006). Evidence for a double dissociation between spatial-simultaneous and spatial-sequential working memory in visuospatial (nonverbal) learning disabilities. *Brain and Cognition*, 62, 58-67.
- Mammarella, I.C. & Cornoldi, C. (2005). Sequence and space: The critical role of a backward spatial span in the working memory deficit of visuospatial learning disabled children. *Cognitive Neuropsychology*, 22 (8), 1055-1068.
- Mammarella, I.C., Meneghetti, C., Pazzaglia, F., Gitti, F., Gomez, C. & Cornoldi, C. (2009). Representation of survey and route spatial descriptions in children with nonverbal (visuospatial) learning disabilities. *Brain and Cognition*, 71, 173-179.
- Mammarella, N. & Cornoldi, C. (2003). Difficulties in the control of irrelevant visuospatial information in children with visuospatial learning disabilities. *Acta Psychologica*, 118, 211-228.
- Mammarella, N., Cornoldi, C. & Donadello, E. (2003). Visual but not spatial working memory deficit in children with spina bifida. *Brain and Cognition*, 53 (2), 311-314.
- Mammarella, N., Pazzaglia, F. & Cornoldi, C. (2006). The assessment of imagery and visuo-spatial working memory functions in children and adults. In T. Vecchi & G. Bottini (Eds.), *Imagery and spatial cognition* (pp. 15-38). Amsterdam: John Benjamins Publishing Company.
- Mandl, H. & Friedrich, H.F. (Hrsg.) (1992). *Lern- und Denkstrategien. Analyse und Intervention*. Göttingen: Hogrefe.
- Marchman, K.M. (2002). A study of the nonverbal learning disabilities subtype and its impact on peer interaction and peer acceptance. *Dissertation Abstracts International: Section B: the Sciences and Engineering*, 62(7B), 3401.
- Marmor, G.S. (1977). Mental rotation and number conservation: Are they related? *Developmental Psychology*, 13, 320-325.
- Mataro, M., Junque, C., Poca M.A. & Sahuquillo, J. (2001). Neuropsychological findings in congenital and acquired childhood hydrocephalus. *Neuropsychological Review*, 11 (4), 169-178.
- Mati-Zissi, H. & Zafiropoulou, M. & Bonoti, E. (1998). Drawing performance in children with special learning difficulties. *Perceptual and Motor Skills*, 87, 487-497.
- Mati-Zissi, H. & Zafiropoulou, M. (2001). Drawing performance in prediction of special learning difficulties of kindergarten children. *Perceptual and Motor Skills*, 92, 1154-1166.
- Mattejat, F. & Remschmidt, H. (1998). *Fragebögen zur Beurteilung der Behandlung (FBB)*. Göttingen: Hogrefe.
- Matthaei, R., Endmann & Stephani, U. (1992). Plastizität und Wiedererlangung von Funktionen. Zur Theorie und Praxis neuropsychologischer Therapie und Rehabilitation im Kindesalter. In G. Deegener, B. Dietel, H. Kassel, R. Matthaei & H. Nödl, *Neuropsychologische Diagnostik bei Kindern und Jugendlichen. Handbuch zur TÜKI, Tübinger Luria-Christensen Neuropsychologische Untersuchungsreihe für Kinder* (183-198). Weinheim: Psychologie Verlags Union.
- Matthews, M.H. (1992). *Making sense of place. Childrens understanding of large-scale environments*. Hertfordshire: Harvester Wheatsheaf.
- Mattson, S.N., Gramling, L., Delis, D.C., Jones, K.L. & Riley, E.P. (1996). Global-local processing in children prenatally exposed to alcohol. *Child Neuropsychology*, 2 (3), 165-175.

- Max, J.E. (2004). Effect of side of lesion on neuropsychological performance in childhood stroke. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 10 (5), 698-708.
- May, M. (2000). *Kognition im Umraum*. Wiesbaden: Deutscher Universitäts-Verlag GmbH.
- May, P. (2002): HSP 1-9. *Diagnose orthographischer Kompetenz. Zur Erfassung der grundlegenden Rechtschreibstrategien mit der Hamburger Schreibprobe. Neustandardisierung 2001*. 6., aktualisierte und erweiterte Auflage. Hamburg: vpm.
- Mayes, L. & Snyder, P.J. (2007). Visuospatial working memory in school-aged children exposed in utero to cocaine. *Child Neuropsychology*, 13 (3), 205-218.
- Mayring, P. (2003). *Qualitative Inhaltsanalyse. Grundlagen und Techniken*. 8. Auflage. Weinheim: Beltz.
- Mayring, P. & Gläser-Zikuda, M. (2005). *Die Praxis der Qualitativen Inhaltsanalyse*. Weinheim: Beltz.
- Mazzocco, M.M. & Reiss, A.L. (1999). Williams syndrome: findings from an integrated program of research. In Tager-Flusberg, H. (Ed.), *Neurodevelopmental disorders*. Cambridge: Bradford Press.
- Mazzocco, M.M. (2000). Advances in research on the fragile X syndrome. *Mental Retardation and Developmental Disabilities Research Reviews*, 6, 96-106.
- Mazzola, F.; Seigal, A., MacAskill, A., Corden, B., Lawrence, K. & Skuse, D.H. (2006). Eye tracking and fear recognition deficits in Turner syndrome. *Social Neuroscience*, 1 (3-4), 259-269.
- McCaffrey, R.J., Duff, K. & Westerveld, H.J. (2000). *Practitioner's guide to evaluation change with intellectual assessment instruments*. New York: Kluwer Academic/ Plenum Publishers.
- McGaw, B. & Glass, G.V. (1980). Choice of the metric for effect size in meta-analysis. *American Educational Research Journal*, 17, 325-337.
- McGee, M.G. (1979). Human spatial abilities: Psychometric studies and environmental, genetic, hormonal and neurological influences. *Psychological Bulletin*, 86 (5), 889-918.
- Meier, C. & Richle, J. (1994). *Sinn-voll und alltäglich. Materialiensammlung für Kinder mit Wahrnehmungsstörungen*. Dortmund: verlag modernes lernen.
- Melchers, P. & Preuss, U. (2007). K-ABC Kaufmann-Assessment Battery for Children. Deutschsprachige Fassung, Auflage 2006. Leiden (NL): PITS B.V.
- Mertens, K. (1983). *Lernprogramm zur Wahrnehmungsförderung*. Dortmund: verlag modernes lernen.
- Melchers, P. & Lehmkuhl, G. (2000). Neuropsychologie des Kindes- und Jugendalters. In Sturm, W., Herrmann, M., Wallesch C.-W., *Lehrbuch der Klinischen Neuropsychologie. Grundlagen Methoden Diagnostik Therapie* (S.613-647). Lisse, NL: Swets & Zeitlinger Publishers.
- Mikkola, K., Ritari, N, Tommiska, V., Slakorpi, T., Lehtonen, L, Tammela, O., Paakkonen, L., Olsen, P., Korkman, M. & Fellman, V. (2005). Neurodevelopmental outcome at 5 years of age of a national cohort of extremely low birth weight infants who were born in 1996-1997. *Pediatrics*, 116 (6), 1391-1400.
- Miller, C.J. & Hynd, G.W. (2004). What ever happened to Developmental Gerstmann's Syndrome? Links to other pediatric, genetic, and neurodevelopmental syndromes. *Journal of Child Neurology*, 19 (4), 282-289.
- Mittag, W. & Hager, W. (2000). Ein Rahmenkonzept zur Evaluation psychologischer Interventionsmaßnahmen. In W. Hager, J.-L. Patry & H. Brezig (Hrsg.), *Handbuch Evaluation psychologischer Interventionsmaßnahmen. Standards und Kriterien*, (S. 102-128). Bern: Hans Huber.
- Mönkemeyer, K. (1988). *Spiele für alle fünf Sinne*. Reinbek: Rowohlt Verlag.

- Molko, N., Cachia, A., Riviere, D., Mangin, J.F., Bruandet, M., LeBihan, D., Cohen, L. & Dehaene, S. (2004). Brain anatomy in Turner Syndrome: Evidence for impaired social and spatial-numerical networks. *Cerebral Cortex*, 14 (8), 840-850.
- Morra, S. (2005). Cognitive aspects of change in drawing: A neo-piagetian theoretical account. *British Journal of Developmental Psychology*, 23 (3), 317-341.
- Morsella, E. & Krauss, R.M. (2004). The role of gestures in spatial working memory and speech. *American Journal of Psychology*, 117 (3), 411-424.
- Moses, P. & Stiles, J. (2002). The lesion methodology: Contrasting views from adult and child studies. *Developmental Psychobiology*, 40, 266-277.
- Münzinger, U. & Kerkhoff, G. (1993). *Therapiematerial zur Behandlung visuell-räumlicher und räumlich-konstruktiver Störungen*. Dortmund: Borgmann.
- Münzinger, U. & Kerkhoff, G. (2002). Verhalten im Raum. In G. Goldenberg, J. Pössl & W. Ziegler (Hrsg.), *Neuropsychologie im Alltag* (S. 32-47). Stuttgart: Thieme.
- Murphy, M.M., Mazzocco, M.M., Gerner, G. & Henry, A.E. (2006). Mathematics learning disability in girls with Turner syndrome or fragile X syndrome. *Brain and Cognition*, 61 (2), 195-210.
- Muth, D. (1999). Neuropsychologisches Funktionstraining für Kinder mit räumlich-konstruktiven Störungen. *Praxis Ergotherapie*, 12 (1), 43-53.
- Muth, D., Heubrock, D. & Petermann, F. (1999). Neuropsychologische Gruppentherapie für Kinder mit raumanalytischen und räumlich-konstruktiven Störungen – Aufbau und Effekte. *Kindheit und Entwicklung*, 8 (4), 234-246.
- Muth, D., Heubrock, D. & Petermann, F. (2001). *Training für Kinder mit räumlich-konstruktiven Störungen. Das neuropsychologische Gruppenprogramm DIMENSIONER*. Göttingen: Hogrefe.
- Muth-Seidel, D. & Petermann, F. (2008). *Training für Kinder mit räumlich-konstruktiven Störungen. Das neuropsychologische Einzeltraining DIMENSIONER II*. Göttingen: Hogrefe.
- Nakamura, M., Watanabe, K., Matsumoto, A., Yamanaka, T., Kumagai, T., Miyazaki, S., Matsushima, M. & Mita, K. (2001). Williams syndrome and deficiency in visuospatial recognition. *Developmental medicine and child neurology*, 43(9), 617-621.
- Nakamura, M., Kaneoke, Y., Watanabe, K. & Kakigi, R. (2002). Visual information process in Williams syndrome: Intact motion detection accompanied by typical visuospatial dysfunction. *European Journal of Neuroscience*, 16 (9), 1810-1818.
- Neumann, G., Neu, J. & Kerkhoff, G. (2007). *Beobachtungsbogen für räumliche Störungen, BRS*. Göttingen: Hogrefe.
- Neumann, K. (1981). *Intelligenztest für 6- bis 14 jährige körperbehinderte und nichtbehinderte Kinder*. Weinheim: Beltz.
- Neumärker, K.J. & Bzafka, M.W. (2006). Diagnostik und Klinik der Rechenstörungen. In M. v. Aster & J. H. Lorenz (Hrsg.), *Rechenstörungen bei Kindern. Neurowissenschaft, Psychologie, Pädagogik* (S. 73-92). Göttingen: Vandenhoeck & Ruprecht.
- Newcombe, N.S. & Huttenlocher, J. (2000). *Making Space. The Development of Spatial Representation and Reasoning*. Cambridge: MIT Press.
- Newcombe, N.S. & Huttenlocher, J. (2006). Development of spatial cognition. In: D. Kuhn & R. Siegler (Eds.), *Handbook of child psychology, 6th ed., Vol. 2* (pp. 734-776). Hoboken (NJ): Wiley & Sons.
- Newcombe, N.S. & Learmonth, A.E (2005). Development of spatial competence. In P. Shah & A. Miyake (Eds.), *The cambridge handbook of visuospatial thinking* (pp. 213-256). Cambridge: Cambridge University Press.

- Niedeggen, M. (2008). Therapie von visuellen Wahrnehmungsstörungen. In S. Gauggel, M. Herrmann (Hrsg.), *Handbuch der Neuro- und Biopsychologie* (S. 740-745). Göttingen: Hogrefe.
- Niedeggen, M. & Jörgens, S. (2005). *Visuelle Wahrnehmungsstörungen*. Göttingen: Hogrefe.
- Nijhuis-Van der Sanden, R.W.G., Eling, P.A.M. & Otten, B.J. (2003). A review of neuropsychological and motor studies in Turner Syndrome. *Neuroscience and Behavioral Reviews*, 27 (4), 329-338.
- Noblett, K.L. & Swain, R.A. (2003). Pretraining enhances recovery from visuospatial deficit following cerebellar dentate nucleus lesion. *Behavioral Neuroscience*, 117 (4), 785-798.
- Nuerk, H.-C., Weger, U. & Willmes, K. (2001). Decade breaks in the mental number line? Putting the tens and units back in different bins. *Cognition*, 82, 25-33.
- Nuerk, H.-C., Kaufmann, L., Zopoth, S. & Willmes, K. (2004). On the development of the mental number line: more, less, or never holistic with increasing age? *Developmental Psychology*, 40 (6), 1199-1211.
- Nuerk, H.-C., Graf, M. & Willmes, K. (2006). Grundlagen der Zahlenverarbeitung und des Rechnens. *Sprache Stimme Gehör*, 30, 147-153.
- Nussbeck, S. (2003). Wahrnehmungsstörungen – häufig zitiert, schlecht definiert. *Frühförderung interdisziplinär*, 22, 20-27.
- Örnkloo, H. & Hofsten, C. von (2007). Fitting objects into holes: On the development of spatial cognition skills. *Developmental Psychology* 43 (2), 404-416.
- O’Hearn, K., Landau, B. & Hoffman, J.E. (2005). Multiple object tracking in people with Williams syndrome and in normally developing children. *Psychological science: a Journal of the American Psychological Society/APS*, 16 (1), 905-912.
- Ondracek, P. J. & Allen, G. L. (2000). Children’s acquisition of spatial knowledge from verbal descriptions. *Spatial Cognition and Computation*, 2 (1), 1-30.
- Osterrieth, P. A. (1944). Le test de copie d’une figure complexe. Contribution à l’étude de la perception et de la mémoire. *Archives de Psychologie*, 30, 206-353.
- Paivio, A. (1971). *Imagery and verbal processes*. New York: Holt, Rinehard & Winston.
- Palombo, J. (2006). *Nonverbal learning disabilities: A clinical perspective*. New York: Norton & Co.
- Parush, S., Yochman, A., Cohen, D. & Gershon, E. (1998). Relation of visual perception and visual motor integration for clumsy children. *Perceptual and Motor Skills*, 86, 291-295.
- Passolunghi, M. C. (2008). *Working memory failure in children with specific arithmetic learning difficulties*. Paper presented at the International Congress of Psychology (ICP), Berlin.
- Paterson, S.J., Girelli, L., Butterworth, B., Karmiloff-Smith, A. (2006). Are numerical impairments syndrome specific? Evidence from Williams syndrome and Down’s syndrome. *Journal of Child psychology and Psychiatry*, 47 (2), 190-204.
- Paul, B.M., Stiles, J., Passarotti, A., Bavar, N. & Bellugi, U. (2002). Face and place processing in Williams syndrome: Evidence for a dorsal-ventral dissociation. *Neuroreport: For Rapid Communication of Neuroscience Research*, 13 (9), 1115-1119.
- Pauli, S. & Kisch, A. (1972). *Was ist los mit meinem Kind? Bewegungsauffälligkeiten bei Kindern*. Ravensburg: Ravensburger Buchverlag Otto Maier GmbH.
- Pauli, S. & Kisch, A. (2006). *Geschichte Kinder. Fotokarten-Übungsprogramm zum Thema Körperschema* (3. Aufl.). Dortmund: verlag modernes lernen.
- Pellegrin V.C., Ustarroz, T.J. & Gonzalez, L.N. (2001). Neuropsychological deficits in hydrocephalus associated spina bifida. *Revista de Neurologia*, 32 (5), 489-497.

- Pelletier, P.M., Ahmad, S.A. & Rourke, B.P. (2001). Classification rules for basic phonological disabilities and nonverbal learning disabilities: Formulation and external Validity. *Child Neuropsychology*, 7 (2), 84-98.
- Pemberton, E. F. & Nelson, K. E. (1987). Using interactive graphic challenges to foster young children's drawing ability. *Visual Arts Research*, 13, 29-41.
- Penner, Z. (2006). *Sehr frühe Förderung als Chance. Aus Silben werden Sätze*. Troisdorf: Bildungsverlag EINS.
- Perlis, E.L. (2006). The relationship between primary neuropsychological deficits, executive functions, and social perception in nonverbal learning disabilities. *Dissertation Abstracts International: Section B: The Sciences and Engineering*, 66 (9B), 5101.
- Perner, J., Lang, B. & Kloo, D. (2002). Theory of mind and self control: More than a common problem of inhibition. *Child Development*, 73, 752-767.
- Petermann, F. & Petermann, U. (Hrsg.) (2007). *Hamburg-Wechsler Intelligenztest für Kinder – IV (HAWIK-IV)*. Bern: Huber.
- Petti, V.L., Voelker, S.L., Shore, D.L. & Hayman-Abello, S.E. (2003). Perception of nonverbal emotion cues by children with nonverbal learning disabilities. *Journal of Developmental and Physical Disabilities* 15 (1), 23-36.
- Phillips, W. A., Inall, M. & Lauder, E. (1985). On the discovery, storage and use of graphic descriptions. In N. H. Freeman & M. V. Cox (Eds.), *Visual order: The nature and development of pictorial representation* (pp. 122-134). London: Cambridge University Press.
- Piaget, J. & Inhelder, B. (1948/1975). *Die Entwicklung des räumlichen Denkens beim Kinde*. Gesammelte Werke 6. Stuttgart: Klett. (Titel der Originalausgabe: La représentation de l'espace chez l'enfant.)
- Piaget, J. & Inhelder, B. (1956). *The child's conception of space*. London: Routledge & Kegan Paul.
- Piaget, J. & Inhelder, B. (1966/ 1978). *Die Entwicklung des inneren Bildes beim Kind*. Frankfurt a. M.: Suhrkamp. (Titel der Originalausgabe: L'image mentale chez l'enfant.)
- Piaget, J., Inhelder, B. & Szeminska, A. (1966/ 1975). *Die natürliche Geometrie des Kindes*. Gesammelte Werke 7. Stuttgart: Klett. (Titel der Originalausgabe: La géométrie spontanée de l'enfant.)
- Picard, D. & Vinter, A. (2007). Relationships between procedural rigidity and interrepresentational change in children's drawing behavior. *Child Development*, 78 (2), 522-541.
- Piercy, M.F. & Smith, V.O.G. (1962). Right hemisphere dominance for certain non-verbal intellectual skills. *Brain*, 85, 775-789.
- Pillon, B. (1981). Troubles visuo-constructifs et méthodes de compensation: Résultats de 85 patients atteints de lésions cérébrales. *Neuropsychologia*, 19, 375-383.
- Pirila, S., van der Meere, J., Korhonen, P., Ruusu-Niemi, P., Kyntaja, M., Nieminen, P. & Korpela, R. (2004). A retrospective neurocognitive study in children with spastic diplegia. *Developmental neuropsychology*, 26 (3), 679-690.
- Poeck, K. (2002). Apraxie. In W. Hartje & K. Poeck (Hrsg.), *Klinische Neuropsychologie* (5. überarbeitete und erweiterte Auflage) (S. 227-239). Stuttgart: Thieme.
- Polatajko, H.J., Kaplan, B.J. & Wilson, B.N. (1992). Sensory integration treatment for children with learning disabilities: its status 20 years later. *Occupational Therapy Journal of Research*, 12 (6), 323-341.
- Ponticorvo, M. & Miglino, O. (2005). Is language necessary to merge geometric and non-geometric spatial cues? The case of the "blue-wall-task". *Modeling language, cognition and action: proceedings of the ninth neural computation and psychology*, 9, 209-213.

- Poppelreuter, W. (1917). *Die psychische Schädigungen durch Kopfschuß im Kriege 1914/ 16, Band I: Die Störungen der niederen und höheren Sehleistungen durch Verletzungen des Okzipitallappens*. Leipzig: von Leopold Voss.
- Poustka, F., Bölte, S., Feineis-Matthews, S. & Schmötzer, G. (2004). *Autistische Störungen*. Göttingen: Hogrefe.
- Prigatano, G.P. (2004). *Neuropsychologische Rehabilitation*. Berlin: Springer.
- Pylyshyn, Z.W. (1973). What the mind's eye tells the mind's brain: A critique of mental imagery. *Psychological Bulletin*, 80, 1-40.
- Quaiser-Pohl, C., Geiser, C. & Lehman, W. (2006). The relationship between computer-game preference, gender, and mental-rotation ability. *Personality and Individual Differences*, 40, 609-619.
- Rapport, L.J., Brines, D.B., Axelrod, B.N. & Theisen, M.E. (1997). Full scale IQ as mediator of practice effects: The rich get richer. *The Clinical Neuropsychologist*, 11 (4), 375-380.
- Ratliff, K.R. & Newcombe, N.S. (2008). Is language necessary for human spatial reorientation? Reconsidering evidence from dual task paradigms. *Cognitive Psychology*, 56 (2), 142-163.
- Rauscher, F. H., Krauss, R. M. & Chen, Y. (1996). Gesture, speech, and lexical access: The role of lexical movements in speech production. *Psychological Science*, 7, 226-231.
- Reifel, S. (1984). Block construction. Children's developmental landmarks in representation of space. *Young Children*, 40 (1), 61-67.
- Reinartz, A. & Reinartz, E. (1974). *Wahrnehmungstraining von M. Frostig und D. Horne*. Dortmund: Crüwell.
- Reinartz, A. & Reinartz, E. (Hrsg.) (1977). *Marianne Frostig Programm. Bewegen – Wachsen – Lernen. Bewegungserziehung* (3. Aufl.). Dortmund: Crüwell.
- Reinartz, E. (1990). Visuelles Wahrnehmungstraining und psychomotorische Förderung als prophylaktische Maßnahmen gegenüber Lernschwächen in der Schule. In A. Reinartz, E. Reinartz & H. Reiser (Hrsg.), *Wahrnehmungsförderung behinderter und schulschwacher Kinder* (3., durchgesehene Aufl.) (S.41-67). Berlin: Edition Marhold
- Reitan, R. (1969). *Manual for Administration of Neuropsychological Test Batteries for Adults and Children*. Unpublished manuscript. Indianapolis: University medical Center.
- Renschmidt, H., Schmidt, M.H. & Poustka, F. (Hrsg.) (2006). *Multiaxiales Klassifikationssystem für psychische Störungen des Kindes- und Jugendalters nach ICD-10 der WHO* (5. Auflage). Bern: Huber.
- Renner, G. & Irblich, D. (2007). Testinformation: KITAP. *Diagnostica*, 53 (1), 48-55.
- Rey, A. (1941). L'examen psychologique dans le cas d'encephalopathie traumatique. *Archives de Psychologie*, 28, 286-340.
- Rice, D.E. (2003). nonverbal learning disabilities and emotionally disturbed children: The relationship between cognitive verbal-performance discrepancies and psychosocial functioning. *Dissertation Abstracts International: Section B: The Sciences and Engineering*, 64 (5B), 2420.
- Rigal, R. (1996). Right-left orientation, mental rotation, and perspective-taking: When can children imagine what people see from their own viewpoint? *Perceptual and Motor Skills*, 83, 831-842.
- Ritz, A. & Benz, B. (1993). Das minimale Hirntrauma beim Kind. *Pädiatrische Praxis*, 45, 237-251.
- Roberts, R.J. & Aman, C.J. (1993). Developmental differences in giving directions: Spatial frames of reference and mental rotation. *Child Development*, 64, 1258-1270.

- Röttgen, G. & Müllenbruch, M. (1997). *Ort und Richtung. Wahrnehmungstraining zur Orientierungsverbesserung für Sechs- bis Achtjährige*. Dortmund: borgmann.
- Rondan, C., Santos, A., Mancini, J. Livet, M. O. & Deruelle, C. (2008). Global and local processing in Williams syndrome: Drawing versus perceiving. *Child Neuropsychology*, 14 (3), 237-248.
- Roncato, S., Sartori, G., Masterson, J. & Rumiati, R. (1987). Constructional apraxia: An information processing analysis. *Cognitive Neuropsychology*, 4 (2), 113-129.
- Rosenthal, R. (1966). *Experimenter effects in behavioral research*. New York: Appleton-Century-Crofts.
- Ross, J., Stefanatos, G., Roeltgen, D., Kushner, H. & Cutler, G. (1995). Ullrich-Turner syndrome: neurodevelopmental changes from childhood through adolescence. *American Journal of Medical Genetics*, 58, 74-82.
- Ross, J.L., Kushner, H. & Zinn, A.R. (1997). Discriminant analysis of the Ullrich-Turner syndrome neurocognitive profile. *American Journal of Medical Genetics*, 72, 275-20.
- Rosser, R.A., Stevens, S., Glider, P., Mazzeo, J. & Lande, S. (1989). Children's solution strategies and mental rotation: Evidence for a developmental shift. *Genetic, Social, and General psychology Monographs*, 115 (2), 183-204.
- Rossi, P.H., Lipsey, M. W. & Freeman, H.E. (2004). *Evaluation. A systematic approach* (7th ed.). Thousand Oaks, CA: Sage Publications.
- Rost, D.H. (1977). *Raumvorstellung. Psychologische und Pädagogische Aspekte*. Weinheim: Beltz.
- Rothi, L.J.G. & Heilman, K.M. (Eds.). (1997). *Apraxia. The Neuropsychology of Action*. Hove (UK): Psychology Press.
- Rourke, B.P. (1989). *Nonverbal learning disabilities: The syndrome and the model*. New York: Guilford Press.
- Rourke, B.P. (Ed.). (1995). *Syndrome of Nonverbal Learning Disabilities. Neurodevelopmental manifestations*. New York: Guilford Press.
- Rourke, B.P. & Tsatsanis, K.D. (2000). Nonverbal learning disabilities and Asperger syndrome. In Klin, A., Volkmar, F.R., Sparrow, S.S. (Eds.), *Asperger syndrome* (pp. 231-253). New York: Guilford Press.
- Rourke, B.P., van der Vlugt, H. & Rourke, S.B. (2002). *Practice of child-clinical neuropsychology: An introduction*. Lisse NL: Swets & Zeitlinger.
- Rovet, J.F. (1995). Turner syndrome. In Rourke, B.P. (Ed.), *Syndrome of Nonverbal Learning Disabilities. Neurodevelopmental manifestations*, S. 351-371. New York: Guilford Press.
- Rovet, J.F. & Buchanan, L. (1999). Turner syndrome: a cognitive neuroscience approach. In H. Tager-Flusberg (Ed.), *Neurodevelopmental disorders* (pp. 223-250). London: The MIT Press.
- Rovet, J.F. (2002). Congenital hypothyroidism: An analysis of persisting deficits and associated factors. *Child Neuropsychology*, 8 (3), 150-162.
- Rovet, J.F. (2004a). Turner syndrome: Genetic and hormonal factors contributing to a specific learning disability profile. *Learning Disabilities Research and Practice*, 19 (3), 133-145.
- Rovet, J.F. (2004b). Turner syndrome: A review of genetic and hormonal influences on neuropsychological functioning. *Child Neuropsychology*, 10 (4), 262-279.
- Rudel, R.G. (1982). The Oblique mystique: A slant on the development of spatial coordinates. In M. Potegal (Ed.), *Spatial abilities. Development and physiological foundations* (pp. 129-146). New York: Academic Press.
- Rudkin, S.J., Pearson, D.G. & Logie, R.H. (2007). Executive processes in visual and spatial working memory tasks. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 60 (1), 79-100.

- Rustenbach, S.J. (2003). Metaanalyse. Eine anwendungsorientierte Einführung. Bern: Hans Huber.
- Rutter, S. & Cole, T. (1991). Psychological characteristics of Sotos syndrome. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 33, 898-902.
- Salati, R., Borgatti, R., Giammari, G. & Jacobson, L. (2002). Oculomotor dysfunction in cerebral visual impairment following perinatal hypoxia. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 44 (8), 542-550.
- Sarimski, K. (1997). Cognitive functioning of young children with Apert's syndrome. *Genetic counseling*, 8, 317-322.
- Sarimski, K. (2000). *Frühgeburt als Herausforderung. Psychologische Beratung als Bewältigungshilfe*. Göttingen: Hogrefe.
- Sarimski, K. (2003). *Entwicklungspsychologie genetische Syndrome*. 3., vollst. überarbeitete u. erweiterte Auflage. Göttingen: Hogrefe.
- Saß, H., Wittchen, H.-U., Zaudig, M. & Houben, I. (2003). Diagnostisches und statistisches Manual psychischer Störungen – Textrevision- DSM-IV-TR. Göttingen: Hogrefe.
- Scarvie, K.M., Ballantyne, A.O. & Trauner, D.A. (1996). Visuomotor performance in children with infantile nephropathic cystinosis. *Perceptual and Motor Skills*, 82 (1), 67-75.
- Schandler, S.L., Thomas, C.S. & Cohen, M.J. (1995). Spatial learning deficits in preschool children of alcoholics. *Alcoholism: Clinical and Experimental Research*, 19 (4), 1067-1072.
- Schatz, J., Craft, S., Koby, M. & DeBaun, M.R. (2004). Asymmetries in visual-spatial processing following childhood stroke. *Neuropsychology*, 18 (2), 340-352.
- Schellig, D., Drechsler, R., Heinemann, D. & Sturm, W. (Hrsg.) (2009). *Handbuch neuropsychologischer Testverfahren. Band 1: Aufmerksamkeit, Gedächtnis und exekutive Funktionen*. Göttingen: Hogrefe.
- Schenk-Danzinger, L. (1991). *Legasthenie. Zerebral-funktionelle Interpretation. Diagnose und Therapie* (2., neubearbeitete Aufl.). München: Ernst Reinhardt.
- Schilling, D. (1997). *Gebt mir Halt! Entwicklungsorientierte Behandlung von Kindern mit Wahrnehmungsstörungen in der Ergotherapie* (2. Aufl.). Dortmund: verlag modernes lernen.
- Schlange, H., Stein, B., von Boetticher, I. & Taneli, S. (1977). *Göttinger Formreproductions-Test (G-F-T)*, 3. Auflage. Göttingen: Hogrefe.
- Schloerb, A.P. (2005). The impact of nonverbal learning disabilities on early development. *Fall - Online*, 5, 53-60. Zugriff am 18.12.2008. Verfügbar über www.advancingmilestones.com/pdf/m_resources_impact-of-nld.pdf
- Schreblowski, S. & Hasselhorn, M. (2005). Selbstkontrollstrategien: Planen, Überwachen, Bewerten. In H. Mandl & H.F. Friedrich (Hrsg.), *Handbuch Lernstrategien* (S. 151-161). Göttingen: Hogrefe.
- Schroder, M. D., Snyder, P. J., Sielski, I. & Mayes, L. (2004). Impaired performance of children exposed in utero to cocaine on a novel test of visuospatial working memory. *Brain and Cognition*, 55 (2), 409-412.
- Schröder, U. (2007). Förderung der Metakognition, In J. Walter, F. B. Wember (Hrsg.), *Sonderpädagogik des Lernens, Handbuch Sonderpädagogik Band 2* (S.271-280). Göttingen: Hogrefe.
- Schuchardt, K. (2008). *Arbeitsgedächtnis und Lernstörungen. Differenzielle Analysen der Funktionstüchtigkeit des Arbeitsgedächtnisses bei Kindern*. Unveröffentlichte Dissertation, Göttingen.
- Schuh, D. (2001). Grenzen von Wirksamkeitsnachweisen für die sensorische Integrationstherapie. *Ergotherapie und Rehabilitation*, 8, 20-26.

- Schumann-Hengsteler, R. (1995). *Die Entwicklung des visuell-räumlichen Gedächtnisses*. Göttingen: Hogrefe.
- Schweiter, M., Zulauf M.W. & von Aster, M. (2005). Die Entwicklung räumlicher Zahlenrepräsentationen und Rechenfertigkeiten bei Kindern. *Zeitschrift für Neuropsychologie*, 16 (2), 105-113.
- Seidel, C. (1981). Diagnose und Therapie von visuellen Perzeptionsstörungen. In M. Frostig & H. Müller (Hrsg.), *Teilleistungsstörungen. Ihre Erkennung und Behandlung bei Kindern* (S. 58-98). München: Urban & Schwarzenberg.
- Shaley, R.S., Manor, O., Amir, N., Wertman, E. & Gross-Tsur, V. (1995). Developmental dyscalculia and brain laterality. *Cortex*, 31, 357-365.
- Shaw, S. R. (2002). A school psychologist investigates sensory integration therapies: promise, possibility, and the art of placebo. *National Association of School Psychologists Communiqué*, 31 (2), 5-6.
- Shea, D. L., Lubinski, D. & Benbow, D. P. (2001). Importance of assessing spatial ability in intellectually talented young adolescents: A 20-year longitudinal study. *Journal of Educational Psychology*, 93 (3), 604-614.
- Siegel, A.W. & White, S.H. (1975). The development of spatial representations of large-scale environments. In H.W. Reese (Ed.), *Advances in child development and behavior*, Vol. 10 (pp. 9-55). New York: Academic Press.
- Slade, P.D., Townes, B.D., Rosenbaum, G., Martins, I.P., Luis, H., Bernardo, M., Martin, M.D. & DeRouen, T.A. (2008). The serial use of child neurocognitive tests: Development versus practice effects. *Psychological Assessment*, 20 (4), 361-369.
- Smith, A. D. & Gilchrist, I. D. (2005). Drawing from childhood experience: Constructional apraxia and the production of oblique lines. *Cortex*, 41 (2), 195-204.
- Smits-Engelsman, B.C.M., Nijhuis-Van der Sanden, M.W.G. & Duysens, J. (2003). An exploratory study of the kinematics of girls with Turner Syndrome in a visuo-motor task. *Infant and Child Development*, 12 (3), 267-277.
- Snijders, J.T., Tellegen, P.J. & Laros, J.A. (2005). *Snijders Oomen Nonverbaler Intelligenztest Revised SON-R 5½-17* (3., korr. Aufl.). Göttingen: Hogrefe.
- Sodian, B. (2007). Entwicklung des Denkens. In M. Hasselhorn & W. Schneider, *Handbuch der Entwicklungspsychologie* (S. 244-254). Göttingen: Hogrefe.
- Sommerfelt, K., Sonnander, K., Skranes, J., Andersson, H.W., Ahlsten, G., Ellertsen, B., Markestad, T., Jacobsen, G., Hoffman, H.J. & Bakketeig, L.S. (2002). Neuropsychologic and motor function in small-for-gestation preschoolers. *Pediatric Neurology*, 26(3), 186-191.
- Souvignier, E. (2000). *Förderung räumlicher Fähigkeiten. Trainingsstudien mit lernbeeinträchtigten Schülern*. Münster: Waxmann.
- Stefanatos, G.A. & Musikoff, H. (1994). Specific neurocognitive deficits in Cornelia de Lange syndrome. *Journal of Developmental and Behavioral Pediatrics*, 15 (1), 39-43.
- Stein, M.T., Klin, A. & Miller, K. (2004). When Asperger's syndrome and a nonverbal learning disability look alike. *Journal of Developmental and Behavioral Pediatrics* 22 (5S), 59-64.
- Steiß, J.-O., Langner, C. & Neuhäuser, G. (2005). Neurologische Entwicklung, Körperkoordination und Visuomotorik bei ehemals gesund entlassenen frühgeborenen Kindern im Alter von neun bis zwölf Jahren. *Kindheit und Entwicklung*, 14 (3), 163-168.
- Stiles, J. (2001). Spatial cognitive development. In C. A. Nelson & M. Luciana (Eds.), *Handbook of developmental cognitive neuroscience*, S. 399-414. Cambridge: MIT Press.

- Stiles, J. (2007). Entwicklung räumlicher Fähigkeiten. In L. Kaufmann, H.C. Nuerk, K. Konrad & K. Willmes (Hrsg.), *Kognitive Entwicklungsneuropsychologie* (S. 245-270). Göttingen: Hogrefe.
- Stiles, J., Bates, E.A., Thal, D., Trauner, D.A. & Reilly, J. (2002). Linguistic and spatial cognitive development in children with pre- and perinatal focal brain injury: a ten-year overview from the San Diego longitudinal project. In Johnson, M.H., Munakata, Y. & Gilmore R.O. (Eds.), *Brain Development and Cognition*, 2nd ed. (pp. 272-291). Oxford: Blackwell Publishing.
- Stiles, J., Moses, P., Roe, K., Akshoomoff, N.A., Tauner, D., Hesselink, J., Wong, E.C., Frank, L.R. & Buxton, R.B. (2003). Alternative brain organization after prenatal cerebral injury: Convergent fMRI and cognitive data. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 9 (4), 604-622.
- Stiles, J., Sabbadini, L., Capirci, O. & Volterra, V. (2001). Drawing abilities in Williams syndrome: A case study. *Developmental Neuropsychology*, 18 (2), 213-235.
- Stiles, J., Stern, C., Trauner, D. & Nass, R. (1996). Developmental change in grouping activity among children with early focal brain injury: Evidence from a modeling task. *Brain and Cognition*, 31, 46-62.
- Stiles, J., Trauner, D., Engel, M. & Nass, R. (1997). The development of drawing in children with congenital focal brain injury: Evidence for limited functional recovery. *Neuropsychologia*, 35 (3), 299-312.
- Stiles-Davis, J. (1988). Developmental change in young children's spatial grouping activity. *Developmental Psychology*, 24 (4), 522-531.
- Strauss, E., Sherman, M.S. & Spreen, O. (2006): *A compendium of neuropsychological tests. Administration, norms and commentary* (3. ed.). Oxford: Oxford University Press.
- Strauss, H. (1924). Über konstruktive Apraxie. *Monatsschrift für Neurologie und Psychiatrie*, 56, 65-124.
- Stückrath, F. (1955). *Kind und Raum*. München: Kösel.
- Suchodoletz, Waldemar von (Hrsg.) (2003). *Therapie der Lese-Rechtschreib-Störung (LRS). Traditionelle und alternative Behandlungsmethoden im Überblick*. Stuttgart: Kohlhammer.
- Süss-Burghart, H. (2001), Gibt es bei Kindern mit Dyskalkulie typische Fähigkeitsstärken und –schwächen? Hinweise auf präventive Möglichkeiten. *Frühförderung interdisziplinär*, 20, 62-70.
- Sutton, P. J. & Rose, D. H. (1998). The role of strategic visual attention in children's drawing development. *Journal of Experimental Child Psychology*, 68, 87-107.
- Swanson, H.L. & Sachse-Lee, C. (2000). A meta-analysis of single-subject-design intervention research for students with learning disabilities. *Journal of Learning Disabilities*, 33, 114-136.
- Swanson, H.L., Hoskyn, M. & Lee, C. (1999). *Interventions for students with learning disabilities. A meta-analysis of treatment outcomes*. New York: Guilford.
- Swillen, A., Fryns, J., Kleczkowska, A., Massa, G. & Van den Berghe, H. (1993). Intelligence, behaviour and psychosocial development in Turner syndrome. *Genetic Counseling*, 4, 7-18.
- Tada, W. L. & Stiles, J. (1996). Developmental change in children's analysis of spatial patterns. *Developmental Psychology*, 32 (5), 951-970.
- Tager-Flusberg, H. (Ed.). (1999). *Neurodevelopmental disorders*. London: The MIT Press.
- Taylor, H.G., Minich, N., Bangert, B., Filipek, P.A. & Hack, M. (2004). Long-term neuropsychological outcomes of very low birth weight: associations with early risks for periventricular brain insults. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 10 (7), 987-1004.

- Tellegen, P.J., Laros, J.A. & Petermann, F. (2007). *SON-R 2½-7 – Snijders-Oomen non-verbaler Intelligenztest. Testmanual mit deutscher Normierung und Validierung*. Göttingen: Hogrefe.
- Tellegen, P.J., Winkel, M., Wijnberg-Williams, B.J. & Laros, J.A. (1998). Snijders-Oomen Non-verbaler Intelligenztest, SON-R 2½-7. Frankfurt a.M.: Swets Test Services.
- Telzrow, C.F. & Koch, L.C. (2003). Nonverbal learning disabilities: Vocational implications and rehabilitation treatment approaches. *The Journal of Applied Rehabilitation Counseling*, 34 (2), 9-13.
- Temple, C.M. & Carney, R.A. (1995). Patterns of spatial functioning in Turner's syndrome. *Cortex*, 21, 109-118.
- Temple, C.M. & Mariott, A.J. (1998). Arithmetical ability and disability in Turner's syndrome: a cognitive neuropsychological analysis. *Developmental Neuropsychology*, 14, 47-67.
- Tewes, U. (Hrsg.) (1983). *Hamburg-Wechsler-Intelligenztest für Kinder, Revision 1983, HAWIK-R*, Handbuch und Testanweisung. Bern: Huber.
- Tewes, U., Rossmann, P. & Schallberger, U. (Hrsg.) (1999). *HAWIK-III: Hamburg Wechsler Intelligenztest für Kinder III*. Bern: Huber.
- Thibaut, J.-P. & Gelaes, S. (2002). Le développement des traitements analytique et global. *L'année psychologique*, 102, 485-522.
- Thompson, S. (1997). *The source for nonverbal learning disorder*. East Moline, IL: Lingui Systems.
- Trojano, L. & Grossi, D. (1998). "Pure" constructinal apraxia – a cognitive analysis of a single case. *Behavioural Neurology*, 11, 43-49.
- Tsao, R. & Mellier, D. (2005b). Planification et contrôle du geste graphique chez l'enfant avec trisomie 21. *Enfance*, 57 (1), 73-82.
- Tsatsanis, K. D. & Rourke, B. P. (1995). In B. P. Rourke (Ed.), *Syndrome of Nonverbal Learning Disabilities. Neurodevelopmental Manifestations* (pp. 171-205). New York: Guilford Press.
- Uecker, A., Mangan, P.A., Obrzut, J.E. & Nadel, L. (1993). Down syndrome in neurobiological perspective: An emphasis on spatial cognition. *Journal of Clinical Child Psychology*, 22 (2), 266-276.
- Uecker, A. & Nadel, L. (1995). Spatial locations gone away: object and spatial memory deficits in children with fetal alcohol syndrome. *Neuropsychologia*, 34 (3), 209-223.
- Ungerleider, L.G. & Mishkin, M. (1982). Two cortical visual systems. In D.J. Ingle, M.A. Goodale & R.J.W. Mansfield (Eds.), *Analysis of visual behavior* (pp. 549-586). Cambridge, Mass.: MIT Press.
- Ungerleider, L.G. & Haxby, J.V. (1994). „What“ and „where“ in the human brain. *Current Opinion in Neurobiology*, 4, 157-165.
- Van Sommers, P. (1989). A system for drawing and drawing-related neuropsychology. *Cognitive Neuropsychology*, 6 (2), 117-164.
- Vargha-Khadem, F., Gadian, D.G., Watkins, K.E., Connelly, A., Van Paesschen, W. & Mishkin, M. (1997). Differential effects of early hippocampal pathology on episodic and semantic memory. *Science*, 277, 376-380.
- Vargha-Khadem, F., Salmond, C.H., Watkins, K.E., Friston, K.J., Gadian, D.G. & Mishkin, M. (2003). Developmental amnesia: Effect of age and injury. *Neuroscience*, 100 (17), 10055-10060.
- Vargas, S. & Camilli, G. (1999). A meta-analysis of research on sensory integration treatment. *American Journal of Occupational Therapy*, 53 (2), 189-198.

- Vater, W. (1986). Förderung der Raum- und Richtungsorientierung. *Behindertenzeitschrift*, 23, 22-28.
- Vecchi, T., Phillips, L.H. & Cornoldi, C. (2001). Individual differences in visuo-spatial working memory. In M. Denis, R. H. Logie, C. Cornoldi, M. De Vega & J. Engelkamp (Eds.), *Imagery, language and visuo-spatial thinking* (pp. 29-58). Philadelphia: Taylor & Francis.
- Venneri, A., Cornoldi, C. & Garuti, M. (2003). Arithmetic difficulties in children with Visuospatial Learning Disabilities (VLD). *Child Neuropsychology*, 9 (3), 175-183.
- Vicari, S., Bellucci, S., Carlesimo, G.A. (2006). Evidence from two genetic syndromes for the independence of spatial and visual working memory. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 48 (2), 126-131.
- Vicari, S., Stiles, J., Stern, C. & Resca, A. (1998). Spatial grouping activity in children with early cortical and subcortical lesions. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 40, 90-94.
- Viggedal, G., Lundalv, E., Carsson, G. & Kjellmer, I. (2004). Neuropsychological follow-up into young adulthood of term infants born small for gestational age. *Medical Science Monitoring*, 10 (1).
- Vinter, A. (1999). How meaning modifies drawing behavior in children. *Child Development*, 70 (1), 33-49.
- Vinter, A. & Marot, V. (2007). The development of context sensitivity in children's graphic copying strategies. *Developmental Psychology*, 43 (1), 94-110.
- Vinter, A. & Picard, D. (1996). Drawing behavior in children reflects internal representational changes. In M. L. Simner, C. G. Leedham & A. J. W. M. Thomassen (Eds.), *Handwriting and drawing research: Basic and applied issues* (pp. 171-185). Amsterdam: Ohmsha IOS Press.
- Vlachos, F. & Bonoti, F. (2004). Left- and right-handed children's drawing performance: Is there any difference? *Laterality: Asymmetries of Body, Brain and Cognition*, 9 (4), 397-409.
- Vogel, J. J., Bowers, C. A. & Vogel, D. S. (2003). Cerebral lateralization of spatial abilities: a meta-analysis. *Brain and Cognition*, 52 (2), 197-204.
- Vojta, V. & Peters, A. (1997). *Das Vojta-Prinzip: Muskelspiele in Reflexfortbewegung und motorischer Ontogenese* (2., überarb. Aufl.). Berlin: Springer.
- Volkmar, F. & Klin, A. (1998). Asperger syndrome and nonverbal learning disabilities. In E. Schopler, G. B. Mesibov, & L. Kunce (Eds.), *Asperger syndrome or high-functioning autism?* (pp. 107-121). New York: Plenum Press.
- Vortisch, E. & Wendler, M. (1993). Vom Körperraum zum Lebensraum. *Sportunterricht*, 42 (8), 113-120.
- Waber, D. (2003). Parsing children's productions of the ROCF: What develops? In J.A. Knight (Ed.), *The handbook of Rey-Osterrieth Complex Figure usage: Clinical and research applications* (pp. 375-392). Lutz, FL: Psychological Assessment Resources.
- Wais, M. (1978). Ein Test zur Bestimmung des Ausmaßes einer rechtshemisphärischen Hirnläsion. *Psychometrie* 4, 603-605.
- Wais, M. (1982). *Neuropsychologie der rechten Hemisphäre. Ein Modell rechtshemisphärischer Informationsverarbeitung*. Frankfurt/Main: Haag & Herchen.
- Wais, M. & Köster-Wais (1984a). *Zur Therapie der Raumanalysestörung bei rechtshemisphärisch Hirngeschädigten*. Frankfurt am Main: Haag & Herchen Verlag.
- Wais, M. & Köster-Wais (1984b). Überlegungen zur Therapie der Raumanalysestörungen bei rechtshemisphärisch Hirngeschädigten. *Beschäftigungstherapie und Rehabilitation*, 1, 2-6.

- Wais, M. (2001). *Neuropsychologie für Ergotherapeuten. Grundlagen und Behandlungen* (5. verb. Aufl.). Dortmund: verlag modernes lernen.
- Walter, J. (2007). Meta- und Megaanalyse als Erkenntnismethoden zur Darstellung von Trainingseffekten bei Schülern mit sonderpädagogischem Förderbedarf. In J. Walter & F. B. Wember (Hrsg.), *Sonderpädagogik des Lernens* (S. 873-896). Göttingen: Hogrefe.
- Warrington, E.K. & James, M. (1991). *Visual Object and Space Perception Battery VOSP*. Suffolk: Thames Valley Test Company.
- Warrington, E.K., James, M. & Kinsbourne, M. (1966). Drawing disability in relation to laterality of cerebral lesion. *Brain*, 89, 53-92.
- Weber-Byars, A. M., McKellop, M., Gyato, K., Sullivan, T. & Franz, D. N. (2001). Metachromitic leukodystrophy and nonverbal learning disability: Neuropsychological and neuroradiological findings in heterozygous carriers. *Child Neuropsychology*, 7 (1), 54-58.
- Wechsler, D. (1974). *The Wechsler Intelligence Scale for Children - Revised*. New York: The Psychological Corporation.
- Wechsler, D. (1991). *The Wechsler Intelligence Scale for Children – Third Edition*. San Antonio, TX: Psychological Corporation.
- Weidlich, S. & Lamberti, G. (2001). *DCS – Diagnosticum für Cerebralschädigung. Ein visueller Lern- und Gedächtnistest* (4., erweiterte u. ergänzte Aufl.). Bern: Hans Huber.
- Weinberg, J., Piasetsky, E., Diller, L. & Gordon, W. (1982). Treating perceptual organization deficits in nonneglecting RBD stroke patients. *Journal of Clinical Neuropsychology*, 4, 59-75.
- Weindrich, D., Jennen-Steinmetz, C., Laucht, M. & Schmidt, M. H. (2003). Late sequelae of low birthweight: mediators of poor school performance at 11 years. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 45 (7), 463-469.
- Weisz, J.R., Donenberg, G.R., Han, S.S. & Weiss, B. (1995). Bridging the gap between laboratory and clinic in child and adolescent psychotherapy. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, 63 (5), 688-701.
- Weisz, J.R., Weiss, B., Han, S.S.; Granger, D.A. & Morton, T. (1995). Effects of psychotherapy with children and adolescents revisited: A meta-analysis of treatment outcome studies. *Psychological Bulletin*, 117 (3), 450-468.
- Weißhaupt, S.; Peucker, S. & Wirtz, M. (2006). Diagnose mathematischen Vorwissens im Vorschulalter und Vorhersage von Rechenleistungen und Rechenschwierigkeiten in der Grundschule. *Psychologie in Erziehung und Unterricht*, 53, 236-245.
- Whittington, J., Holland, A., Webb, T., Buttler, J., Clarke, D., Boer, H. (2004). Cognitive abilities and genotype in a population-based sample of people with Prader-Willi syndrome. *Journal of intellectual disability research: JIDR*, 48 (2), 172-187.
- Wiedenbauer, G. (2006). *Manuelles Training mentaler Rotation*. Unveröffentlichte Dissertation, Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf.
- Wiedenbauer, G. & Jansen-Osmann, P. (2006a). Räumlich-kognitive Fähigkeiten von Kindern mit Spina bifida. *Zeitschrift für Neuropsychologie*, 17 (3), 149-154.
- Wiedenbauer, G. & Jansen-Osmann, P. (2006b). Spatial knowledge of children with spina bifida in a virtual large-scale space. *Brain and Cognition*, 62, 120-127.
- Willats, J. (2005). *Making sense of children's drawing*. Mahwah (NJ): Lawrence Erlbaum Associates.
- Williams, J., Thomas, P.R., Maruff, P., Buston, M. & Wilson, P.H. (2006). Motor, visual and ego-centric transformation in children with Developmental Coordination Disorder. *Child: Care, Health and Development*, 32 (6), 633-647.

- Wills, K.E., Holmbeck, G.N., Dillon, K. & McLone, D.G. (1990). Intelligence and achievement in children with myelomeningocele. *Journal of Pediatric Psychology*, 15 (2), 161-176.
- Wills, K.E. (1993). Neuropsychological functioning in children with spina bifida and/ of hydrocephalus. *Journal of Clinical Child Psychology*, 22 (2), 247-265.
- Wilson, B.A., Watson, P.C., Baddeley, A.D., Emslie, H. & Evans, J.J. (2000). Improvement or simply practice? The effects of twenty repeated assessments on people with and without brain injury. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 6, 469-479.
- Wilson, P.H., Maruff, P. & McKenzie, B.E. (1997). Corvert orienting of visuospatial attention in children with developmental coordination disorder. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 39, 736-745.
- Wishart, J. G. (1993). The development of learning difficulties in children with Down's syndrome. *Journal of Intellectual Disability Research*, 37, 389-403.
- Witte, K. (2000). *Elementare visuell-räumliche Wahrnehmung bei Kindern mit rechtsseitiger versus linksseitiger und angeborener versus erworbener Hemiplegie*. Unveröffentlichte Diplomarbeit, Hamburg.
- Wolke, D. & Meyer, R. (1999a). Ergebnisse der Bayrischen Entwicklungsstudie: Implikationen für Theorie und Praxis. *Kindheit und Entwicklung*, 8, 23-35.
- Wolke, D. & Meyer, R. (1999b). Cognitive status, language attainment, and prereading skills of 6-year-old very preterm children and their peers: the Bavarian Longitudinal Study. *Developmental medicine and Child neurology*, 41, 94-101.
- Worling, D.E. (1998). Nonverbal learning disabilities: An understanding of inferential competencies. *Dissertation Abstracts International: Section B: The Sciences and Engineering*, 59(6B), 3079.
- Worling, D.E, Humphries, T. & Tannock, R. (1999). Spatial and emotional aspects of language interfering in nonverbal learning disabilities. *Brain and Language*, 70 (2), 220-239.
- Wuh, H.-S. & Shah, P. (2003). Exploring visuospatial thinking in chemistry learning. *Journal of Inclusive Science Education* 88, 465-492.
- Young, G.C., Collins, D. & Hren, M. (1983). Effect of pairing scanning training with block design training in the remediation of perceptual problems in left hemiplegics. *Journal of Clinical Neuropsychology*, 5, 201-212.
- Zigler, E. (1969). Developmental versus difference theories of mental retardation and the problem of motivation. *American Journal of Mental Deficiency*, 73, 536-56.
- Zihl, J. (1988). Methodische Voraussetzungen der neuropsychologischen Rehabilitation. In D. von Cramon & J. Zihl (Hrsg.), *Neuropsychologische Rehabilitation* (S. 1-20). Berlin: Springer.
- Zihl, J. & Priglinger, S. (2002). *Sehstörungen bei Kindern. Diagnostik und Frühförderung*. Wien: Springer.
- Zimmer, R. (2002). *Handbuch der Sinneswahrnehmung*, 10. Aufl. Freiburg: Herder Verlag.
- Zimmermann, P., Gondan, M. & Fimm, B. (2004). *Testbatterie zur Aufmerksamkeitsprüfung für Kinder KITAP*. Herzogenrath: Psytest.
- Zoelch, C., Seitz, K. & Schumann-Hengsteler, R. (2005). From Rag(Bag)s to Riches: Measuring the Developing Central Executive. In W. Schneider, R. Schumann-Hengsteler & B. Sodian, *Young children's cognitive Development. Interrelationships among executive functioning, working memory, verbal ability and theory of mind* (pp. 39-69). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Zorich, S. (2006). *Spina bifida and nonverbal learning disability: A case study*. Dissertation Abstracts International: Section B: The Sciences and Engineering. Vol 66 (7-B), pp. 3966.

Abbildungsverzeichnis

1	Fähigkeiten und Defizite von Kindern mit Nonverbal Learning Disabilities.....	26
2	Das Kontinuum-Modell des Arbeitsgedächtnisses von Cornoldi und Vecchi.....	45
3	Schriftbild eines zehnjährigen Jungens mit räumlich-konstruktiver Störung.....	70
4	Item-Illustrationen zu den eingesetzten Mosaiktestverfahren.....	120
5	Beispiele für qualitative Fehler im Untertest Dreiecke (K-ABC).....	121
6	Beispielitems aus dem VMI-Copy.....	121
7	Rey-Osterrieth Complex Figure ROCF.....	122
8	Arbeitsstile beim Zeichnen der ROCF.....	122
9	Beispielitems für die Subbereiche des Motorfree Visual Perception Test MVPT-3.....	123
10	Beispielitems des VMI-Perception.....	124
11	Beispielitem aus dem Hooper Visual Organization Test VOT.....	124
12	Beispielitem aus dem Symbolfolgegedächtnis (PET).....	124
13	Beispielitem aus dem Untertest Figures Erkennen (ITK).....	125
14	Mascha: Analyse von Richtungen.....	159
15	Mascha: Beispiele für das Ausmessen eines Papageis und einer Wohnung.....	159
16	Zeichnungen von Mascha.....	159
17	Mascha: Architektenspiel.....	160
18	Maschas Memokarten mit den Lernstrategien.....	160
19	Mascha: Zerschneiden eines Quadrates.....	161
20	Mascha: Wettbewerbskarte.....	161
21	Mascha: Veränderungen in der Rey-Osterrieth Complex Figure ROCF.....	163
22	Mascha: Mittelfristige Veränderung in der Orientierung auf einem Zahlenstrahl (ZAREKI-R).....	164
23	Leonie: Zeichnungen vor Beginn (Prä 1) und nach Beendigung (Post) der Therapie.....	166
24	Joel: Zeichnungen vor Beginn der Therapie (Prä 1) und zu Follow-up 2.....	167
25	Nils' Schriftbild vor Beginn der Therapie (Prä 1) und zu Follow-up 2.....	167
26	Wirkmodell der räumlich-konstruktiven Therapie.....	176
27	Veränderung der räumlich-konstruktiven Störung über alle Messzeitpunkte.....	181
28	Veränderung der Kinder in den Subskalen des Elternfragebogens über alle Messzeitpunkte.....	186
29	Veränderung der räumlich-perzeptiven Fähigkeiten über alle Messzeitpunkte.....	190
30	Veränderung der räumlich-kognitiven Fähigkeiten über alle Messzeitpunkte.....	192
31	Veränderung der räumlich-mnestischen Fähigkeiten über alle Messzeitpunkte.....	195
32	Veränderung der räumlich-zeitlichen Fähigkeiten über alle Messzeitpunkte.....	197
33	Veränderung der Aufmerksamkeit über alle Messzeitpunkte.....	201
34	Vergleich der Kompositumwerte über alle Messzeitpunkte.....	201

Tabellenverzeichnis

1	Diagnostische Kriterien der Nonverbal Learning Disabilities.....	27
2	Effektivität der psychomotorischen Förderung in Bezug auf die visuell-räumlichen Fähigkeiten.....	91
3	Aufbau und Beschreibung des Therapieprogramms.....	105
4	Ergebnisse der Vorstudie: Darstellung der Einzelfälle vor und nach der Therapie.....	108
5	Zuweisende Personen und Institutionen.....	114
6	Gründe für einen Ausschluss aus der Studie.....	115
7	Qualitative Analyse mit dem Beobachtungsbogen Mosaiktests.....	126
8	Ergebnisse beim Abzeichnen der Rey-Osterrieth Complex Figure ROCF.....	127
9	Auswirkungen der räumlich-konstruktiven Störung auf den Alltag (Elternfragebogen).....	128
10	Prozentualer Anteil gelöster Items in den Subbereichen des MVPT-3 mit hohen Schwierigkeitsindices	129
11	Zusammenstellung der Testergebnisse zur Intelligenz und den visuell-räumlichen Fähigkeiten.....	131
12	Auffälligkeiten im Verhalten während der Untersuchung anhand des VEWU.....	137
13	Leistungen in den einzelnen Untertests der ZAREKI-R.....	139
14	Zusammenstellung der Testergebnisse zu den komorbiden Störungen.....	140
15	Häufigkeiten komorbider Störungen der Kinder.....	141
16	Einzelfallbezogene Beschreibung der Stichprobe.....	141
17	Zusammenstellung der Untersuchungsinstrumente (Prä 2, Post, Follow-up 1 und 2).....	145
18	Anzahl der Therapiestunden der einzelnen Module.....	153
19	Orientierung der Ergotherapeutinnen an den Zielen des Therapieprogramms.....	154
20	Mittelwerte und Standardabweichungen im Elternfragebogen zur Therapiezufriedenheit.....	156
21	Darstellung der Testergebnisse und klinischen Signifikanzen von Mascha über alle Messzeitpunkte...	161
22	Reliable Change Indices aller Kinder im räumlich-konstruktiven Bereich für die Zeiträume Prä 2 zu Post und Prä 2 zu Follow-up 2.....	165
23	Haupt-, Neben- und Transferwirkungen des Therapieprogramms.....	168
24	Beschreibung der einzelnen Therapieverläufe.....	168
25	Individuelle Wirkkomponenten nach Einschätzung der Therapeutinnen.....	173
26	Kontrastierung der Kinder mit mittelfristig großem und kleinem Therapieeffekt.....	177
27	Veränderung der räumlich-konstruktiven Fähigkeiten in den Kerntests über alle Messzeitpunkte.....	179
28	Qualitative Veränderung der räumlich-konstruktiver Fähigkeiten über alle Messzeitpunkte.....	180
29	Veränderung der Angaben der Eltern im Elternfragebogen über alle Messzeitpunkte.....	183
30	Veränderung in einzelnen Items und Subskalen des Elternfragebogens über alle Messzeitpunkte.....	184
31	Veränderung der Zahlraumvorstellung (ZAREKI-R) über alle Zeitpunkte bei den Schulkindern.....	185
32	Veränderung der akademischen Fertigkeiten im Elternfragebogen über alle Messzeitpunkte.....	186
33	Veränderung der Arbeitsstrategien im Beobachtungsbogen Mosaiktests über alle Messzeitpunkte.....	187

34	Veränderung der Subbereiche des MVPT-3 über alle Messzeitpunkte.....	188
35	Veränderung der räumlich-perzeptiven Fähigkeiten über alle Messzeitpunkte.....	189
36	Veränderung der räumlich-kognitiven Fähigkeiten über alle Messzeitpunkte.....	191
37	Veränderung des visuell-räumlichen Arbeitsgedächtnis über alle Messzeitpunkte.....	194
38	Veränderung der räumlichen Orientierung im Elternfragebogen über alle Messzeitpunkte.....	195
39	Veränderung der räumlich-zeitlichen Orientierung über alle Messzeitpunkte.....	196
40	Veränderung der Exekutivfunktionen ohne räumlich-konstruktive Anforderungen über alle Messzeitpunkte.....	198
41	Veränderung der Exekutivfunktionen mit räumlich-konstruktiven Anforderungen über alle Messzeitpunkte.....	199
42	Veränderung der Aufmerksamkeit über alle Messzeitpunkte im Untertest Ablenkbarkeit (KITAP).....	200

Anhang A: Abkürzungsverzeichnis der Testverfahren

AG	Untertest <i>Assoziationsgedächtnis</i> aus dem ITK	Neumann, 1981
ATK	Abzeichentest für Kinder	Heubrock, Eberl & Petermann, 2004
Benton	Benton Test	Benton, 1962/ 1996
CPM	Coloured Progressive Matrices von J.C. Raven	Bulheller & Häcker, 2006
DCS	Diagnosticum für Cerebralschädigungen	Lamberti & Weidlich, 1999
DSS	Developmental Scoring System for the Rey-Osterrieth Complex Figure	Bernstein & Waber, 1996
DTVP-2	Developmental Test of Visual Perception	Büttner, Dacheneder, Schneider & Weyer, 2008
FE	Untertest <i>Figuren Erkennen</i> aus dem ITK	Neumann, 1981
FEW	The Marianne Frostig Developmental Test of Visual Perception	Frostig & Lefever, 1964
GAT	Gailinger Abzeichentest	Wais, 1978
GFT	Göttinger Form Reproduktions-Test	Schlange, Stein, v.Boetticher & Taneli, 1977
HAWIK-R	Hamburg Wechsler Intelligenztest für Kinder Revised	Tewes, 1983
HAWIK-III	Hamburg Wechsler Intelligenztest für Kinder III	Tewes, Rossmann & Schallberger, 1999
HAWIK-IV	Hamburg Wechsler Intelligenztest für Kinder IV	Petermann & Petermann, 2007
HSP	Hamburger Schreibprobe	May, 2002
ITK	Intelligenztest für 6- bis 14-jährige körperbehinderte und nichtbehinderte Kinder	Neumann, 1981
K-ABC	Kaufman Assessment Battery for Children	Kaufman & Kaufman, 2003/ Melchers & Preuss, 2007
KITAP	Testbatterie zu Aufmerksamkeitsprüfung für Kinder	Zimmermann, Gondan & Fimm, 2004

MVPT-3	Motor-Free Visual Perception Test, 3 ^{ed}	Colarusso & Hammill, 2003
PET	Psycholinguistischer Entwicklungstest	Angermeier, 1977
ROCF	Rey-Osterrieth Complex Figure	Rey, 1941; Osterrieth, 1944
SFG	Untertest <i>Symbolfolgegedächtnis</i> aus dem PET	Angermeier, 1977
SON-R 2½-7	Snijders-Oomen Nonverbaler Intelligenztest	Tellegen, Laros & Petermann, 2007
SON-R 5½-17	Snijders Oomen Nonverbaler Intelligenztest Revised	Snijders, Tellegen & Laros, 2005
SPM	Standard Progressive Matrices von J.C. Raven	Heller, Kratzmeier & Lengfelder, 1998
VEWU	Verhaltensbeobachtung während der Untersuchung	Döpfner, Lehmkuhl, Heubrock & Petermann, 2000
VLMT	Verbaler Lern- und Merkfähigkeitstest	Helmstaedter, Lendt & Lux, 2001
VMI-Copy	Beery-Buktenica Developmental Test of Visual-Motor Integration, 5 th ed. (Abzeichenbedingung)	Beery & Beery, 2006
VMI-Perception	Beery-Buktenica Developmental Test of Visual-Motor Integration, 5 th ed. (Wahrnehmungsbedingung)	Beery & Beery, 2006
VOSP	Visual Object and Space Perception Battery	Warrington & James, 1991
VOT	Hooper Visual Organization Test	Hooper, 1983
WISC-R	Wechsler Intelligence Scale for Children – Revised	Wechsler, 1974
WISC-III	Wechsler Intelligence Scale for Children – 3 rd ed.	Wechsler, 1991
ZAREKI-R	Neuropsychologische Testbatterie für Zahlenverarbeitung und Rechnen bei Kindern - Revised	v. Aster, Weinhold Zulauf & Horn, 2006
ZNR	Untertest <i>Zahlennachsprechen rückwärts</i> (HAWIK IV)	Petermann & Petermann, 2007

Anhang B: Auszüge aus dem Therapiemanual

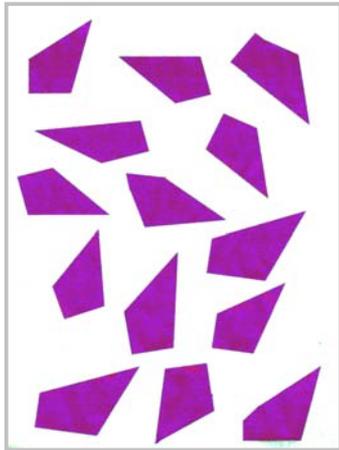
Modul 1: Formdifferenzierung

1.2 Formen wiedererkennen

Ziel: Mit dieser Aufgabe sollen die in Aufgabe 1.1 erarbeiteten Strategien zur Formdifferenzierung geübt werden.

Aufgabe:

Unter mehreren ähnlichen Formen soll eine Zielfigur wiedergefunden werden, die kongruent ist, d.h. exakt die gleiche Form und gleiche Größe hat. Die räumliche Ausrichtung der Formen ist bei dieser Aufgabe unwichtig, und das Kind kann die Vorlage oder Zielfigur beliebig drehen. Die Formen sind auf einem Blatt Papier aufgedruckt und sollen mit einer halbtransparenten Vorlage (Zielfigur) verglichen werden. Mit dem Kind zusammen sollten dabei Strategien besprochen werden, woran man die Formunterschiede erkennen kann bzw. bereits vom Kind angewandte Strategien weiter verfestigt oder automatisiert werden.



Zielfigur

Mögliche Strategien:

- Zur Überprüfung kann die Zielfigur auf eine der abgebildeten Formen gelegt werden
- Benennen prägnanter Details
- Zählen von Ecken oder Seiten
- Vergleichen von Winkel
- Assoziationen zur Gesamtfigur oder einzelnen Details bilden

Material: 4 Vorlagen mit jeweils entsprechender Zielfigur

Übergang zur nächsten Aufgabe:

Je nach Schwierigkeit des Kindes kann jede Aufgabe bis zu 3x wiederholt werden. Am Ende sollte das Kind in der Lage sein, die Zielformen jeweils ohne Hilfe wiederzufinden.

Das Kind löst die Aufgabe ohne Schwierigkeiten	▶	Schwellenitem 1
Das Kind kann die Aufgaben lösen, zeigt aber noch leichte Unsicherheiten	▶	1.4 Form-Memory
Das Kind kann die Aufgabe gar nicht lösen	▶	1.3 Colorama

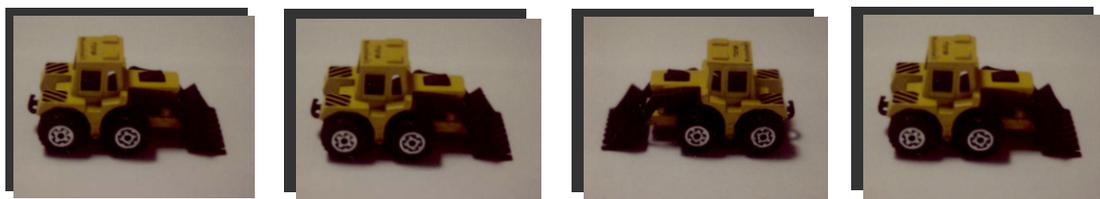
Modul 2: Wahrnehmung der Lage im Raum

2.1 Räumliche Wahrnehmung von Realgegenständen

Ziel: Mit dieser Aufgabe sollen Strategien erarbeitet werden, woran die unterschiedliche räumliche Ausrichtung von Gegenständen erkannt werden kann.

Aufgabe:

Vier gleiche Gegenstände (z.B. Gummitiere, kleine Puppen oder Autos) werden in eine Reihe gelegt. Vor den Augen des Kindes wird ein Gegenstand der Reihe in seiner räumlichen Ausrichtung verändert (z.B. um 180° gedreht). Daraufhin wird mit dem Kind zusammen besprochen, woran sichtbar ist, dass der Gegenstand jetzt eine andere Ausrichtung hat. Danach werden die Gegenstände wieder alle in die gleiche räumliche Ausrichtung gebracht, das Kind schließt die Augen und der Therapeut verändert einen anderen der vier Gegenstände in seiner Ausrichtung. Das Kind soll nun zeigen, welcher Gegenstand von den anderen abweicht. Kind und Therapeut wechseln sich ab.



Mögliche Strategien:

- Orientierung an der Blickrichtung von z.B. Tieren, Puppen oder Fahrtrichtung eines Autos
- Orientierung an einem prägnanten Detail (z.B. Schaufel beim Bagger)

Material: 4 gleiche Gegenstände (z.B. Autos oder Tiere)

Übergang zur nächsten Aufgabe:

Wenn das Kind Schwierigkeiten hat, die Aufgabe zu verstehen, können die Gegenstände auch variiert werden und die Aufgabe damit wiederholt werden. Ein Übergang auf folgende Aufgaben ist erst sinnvoll, wenn das Kind diese Aufgabe ohne Hilfestellung bewältigen kann.

Das Kind löst die Aufgabe ohne Schwierigkeiten	▶	2.2 Räumliche Wahrnehmung von abgebildeten Gegenständen
Das Kind kann die Aufgaben lösen, zeigt aber noch leichte Unsicherheiten	▶	Wiederholung der Aufgabe
Das Kind kann die Aufgabe gar nicht lösen	▶	Wiederholung der Aufgabe

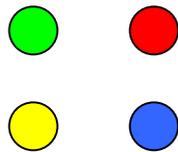
Modul 3: Sprechen über den Raum

3.7 Twister

Ziel: Der Perspektivwechsel soll geübt und automatisiert werden.

Aufgabe:

Auf dem Boden werden vier verschiedenfarbige Punkte im Abstand von ca. 100cm geklebt – je nach Größe und Beweglichkeit des Kindes.



Der Therapeut gibt Anweisungen, welcher Fuß und welche Hand auf welchen Punkt gestellt werden soll (z.B. „*Rechter Fuß auf grün. Linke Hand auf rot...*“). Das Kind führt diese Anweisungen solange aus, bis es umfällt. Danach werden die Rollen getauscht. Gewonnen hat, wer den anderen am schnellsten zum Umfallen gebracht hat. Bei diesem Spiel sind dritte Personen (z.B. Praktikanten, Eltern, Geschwisterkinder oder Freunde meist eine lustige Zugabe).

Mögliche Strategien:

- Das Kind verwendet die vorher eingeübten Strategien für die Zuordnung der Präpositionen *rechts* und *links*
- Das Kind kann sich direkt hinter oder neben die verknottete Person stellen, und deren Blickrichtung einnehmen
- Das Kind kann sich bei der verknotteten Person durch Fragen vergewissern, ob es dem anvisierten Körperteil die richtigen Präposition zuordnet (z.B.: „*Ist das dein rechter Fuß?*“).

Material:

Vier große, verschiedenfarbige Klebpunkte oder die Folie aus dem Spiel: Twister (1990: MB-Spiele)

Übergang zur nächsten Aufgabe:

Dieses Spiel kann 2-5x durchgeführt werden und bei Unsicherheiten am Ende der nächsten Therapiestunden als „Zugabe“ kurz wiederholt werden.

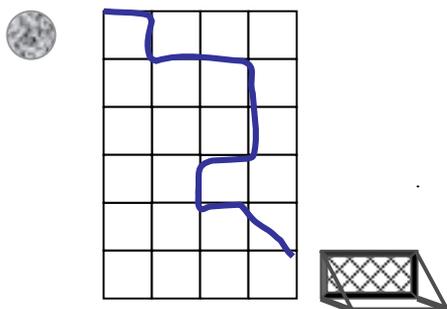
Das Kind löst die Aufgabe ohne Schwierigkeiten	▶	Schwellenitem 3
Das Kind kann die Aufgaben lösen, zeigt aber noch leichte Unsicherheiten	▶	3.8 Zirkusspiel
Das Kind kann die Aufgabe gar nicht lösen	▶	3.6 Perspektivwechsel

Modul 4: Analyse von Richtungen

4.1 Analyse von Richtungen

Ziel: Linien und deren Richtungen innerhalb eines Rasters sollen genauer analysiert werden.

Aufgabe: In einem Raster soll eine Linie gezeichnet werden, die von einer Startfigur (z.B. Fußball) zu einer Zielfigur (z.B. Tor) führt. Die Linie sollte sich an den Rasterlinien orientieren und kann ihre Richtung jeweils wechseln.



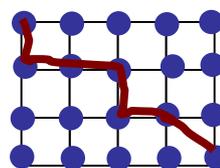
Der Therapeut schreibt danach mit Symbolen auf, wie die Linie in dem Raster jeweils verläuft (hier: wie der Ball zum Tor rollt).



Danach werden die Rollen getauscht: Der Therapeut malt einen Weg, und das Kind schreibt die Symbole dazu auf. Das Kind kann entsprechend der Symbole noch einmal den Weg in dem Raster mit dem Finger oder Stift nachfahren, um zu überprüfen, ob alles richtig ist. Weitere Beispiele werden bearbeitet, bis das Kind diese Aufgaben ohne Hilfestellung lösen kann.

Variante 1 (für Kinder, die das Raster nicht gleich verstehen)

An jede Raster-Kreuzung wird ein Punkt geklebt. Das Kind soll nun immer von Punkt zu Punkt die Linie ziehen.



Variante 2 (für Kinder mit motorischen Schwierigkeiten)

Die Pfeile können auch gestempelt oder eingeklebt werden.

Variante 3 (für Kinder, die eigene Motive bevorzugen)

In ein leeres Raster malt der Therapeut ein Start- und Ziel-Motiv, welches das Kind besonders gerne hat.

Mögliche Strategien:

- Richtung benennen
- Kästchen auszählen
- Jeder Linienabschnitt wird in einer anderen Farbe gezeichnet

Material:

Raster mit abgebildeter Ziel- und Startfigur: Raster mit Punkten (2x2, 3x3), Raster ohne Punkte (2x3, 3x3, 4x5, 5x4, 9x9, 8x13, 9x13), für die Variante 2 Pfeil-Stempel und für Variante 3 leere Raster

Übergang zur nächsten Aufgabe:

Es sollten nur so viele Raster bearbeitet werden, wie das Kind zur Übung benötigt. Wenn das Kind eines der 9x13 Raster ohne Hilfestellung lösen kann, kann auf die nächste Aufgabe übergegangen werden.

Das Kind löst die Aufgabe ohne Schwierigkeiten	▶	4.2 Komplexe geometrische Formen zeichnen
Das Kind kann die Aufgaben lösen, zeigt aber noch leichte Unsicherheiten	▶	4.1.4 Übung, Figuren in ein Raster zu zeichnen
Das Kind kann die Aufgabe gar nicht lösen	▶	4.1.1 Übung zur Einführung des Rasters

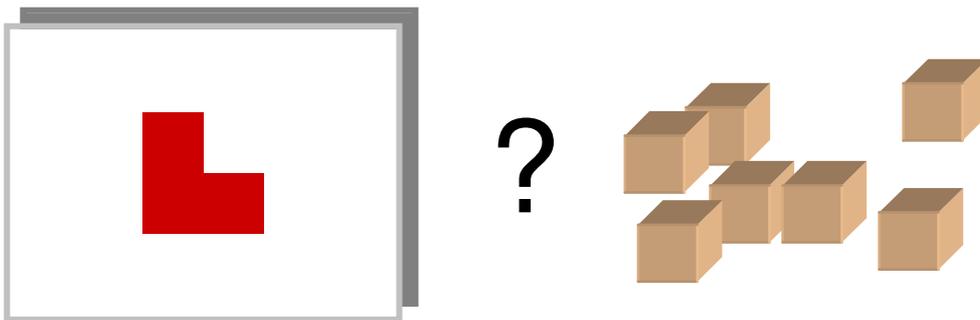
Modul 5: Analyse von Größenverhältnissen

5.3 Wettschätzen

Ziel: Es soll die schnelle Analyse von Größenverhältnissen geübt werden.

Aufgabe:

Auf den Vorlagenkarten sind geometrische Formen abgebildet, die aus einzelnen quadratischen Steinen zusammengesetzt wurden. Da auf den Vorlagen die einzelnen quadratischen Steine nicht umrandet wurden, lässt sich die Anzahl der verwandten quadratischen Steine nicht sofort erkennen. Die Vorlagenkarten liegen alle verdeckt auf dem Tisch und werden von Kind und Therapeut abwechselnd aufgedeckt. Beide Spieler dürfen jeweils die aufgedeckte Vorlagenkarte betrachten und eine Schätzung abgeben, wie viele Steine wohl benötigt werden, um die darauf abgebildete Figur nachzubauen. Dann werden die Schätzungen überprüft, indem die Steine direkt auf die Vorlagenkarte gelegt werden. Wer richtig geschätzt hat, erhält die Vorlagenkarte. Wenn beide falsch geschätzt haben, wird die Karte wieder unter den Stapel der anderen verdeckten Vorlagenkarten gemischt und die nächste aufgedeckt. Gewonnen hat, wer am Schluss die meisten Vorlagen-Karten durch richtiges Schätzen erhalten hat.



Mögliche Strategien:

- Die Breite der Steine mit zwei Fingern ausmessen und mit der Vorlage vergleichen
- Einen Stein auf die Vorlage legen
- Teile der Vorlage mit der Hand abdecken

Material: 16 Vorlagen-Karten, 10 quaderförmige Holzwürfel (Kantenlänge 4cm)

Übergang zur nächsten Aufgabe:

Diese Aufgabe kann 2-3x wiederholt werden und im weiteren Therapieverlauf am Ende einer Therapie-stunde bei Bedarf kurz wiederholt werden.

Das Kind löst die Aufgabe ohne Schwierigkeiten	▶	5.4 Formido
Das Kind kann die Aufgaben lösen, zeigt aber noch leichte Unsicherheiten	▶	5.4 Formido
Das Kind kann die Aufgabe gar nicht lösen	▶	5.2 Relationen von Größen bestimmen

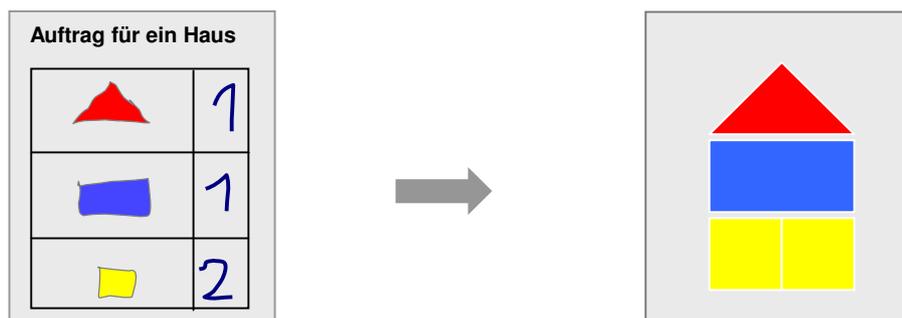
Modul 6: Analyse von räumlichen Beziehungen

6.3 Architektenspiel

Ziel: Das Zergliedern von komplexen geometrischen Figuren in einzelne Grundformen wird weiter geübt.

Aufgabe:

Das Kind soll nach einem Auftragszettel ein Haus aus einem „Katalog“ wiederfinden. Ein Auftrag lautet z.B.: „Unten zwei kleine Vierecke (Quadrate), in der Mitte ein großes Viereck (Rechtecke), oben ein großes Dreieck“



Wenn das Kind die Häuser wiederfinden kann, soll es selbst ein Haus nach einem Auftragszettel bauen. Dazu schreibt der Therapeut einen Auftrag und das Kind klebt das gewünschte Haus entsprechend dem Auftrag aus vorher fertig ausgeschnittenen Formen zusammen bzw. zeichnet selbst das Haus. Dann werden die Rollen getauscht: das Kind schreibt einen Auftrag, den der Therapeut dann erfüllen soll.

Mögliche Strategien: Beginn beim untersten Stein oder beim Dach

Material:

Klebstoff, verschiedenfarbige Stifte, weißes Din-A4-Papier, Auftragszettel (für 2-, 3- und 4-stöckige Häuser), Katalog mit Beispielhäusern,

Geometrische Formen aus farbigem Papier: große gleichschenklige Dreiecke (Schenkel 11 cm, untere Kantenlänge 16cm), kleine gleichschenklige Dreiecke (Schenkel 8cm, untere Kantenlänge 11 cm), kleine Quadrate (4cm x 4cm), große Quadrate (8cm x 8cm), Rechtecke (4cm x 16 cm), Rechtecke (8cm x 16cm), Rechtecke (4cm x 8 cm).

Übergang zur nächsten Aufgabe:

Es sollten so viele Häuser in Auftrag gegeben werden, bis das Kind drei Häuser jeweils sicher beschreiben und nach dem Auftragszettel anfertigen kann.

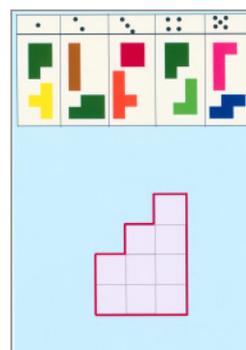
Das Kind löst die Aufgabe ohne Schwierigkeiten	▶	6.4 Zergliedern von dreidimensionalen Figuren
Das Kind kann die Aufgaben lösen, zeigt aber noch leichte Unsicherheiten	▶	6.4 Zergliedern von dreidimensionalen Figuren
Das Kind kann die Aufgabe gar nicht lösen	▶	6.2 Analyse einfacher Figuren

Modul 7: Analyse und Synthese von geometrischen Figuren

7.2 Ubongo

Ziel: Das schnelle Erfassen von abstrakten geometrischen Formen und deren Zergliederung soll weiter geübt werden. Das Kind soll möglichst schnell geometrische Figuren in ihrer Größe abzuschätzen lernen und einfache Lösungsmuster automatisieren.

Aufgabe: Jeder Spieler bekommt eine Karte, auf der verschiedene, farbige Spielplättchen abgebildet sind. Es wird abwechselnd gewürfelt und der Spieler bekommt jeweils die Spielplättchen, die auf der Karte unterhalb des entsprechenden Würfelbildes angeführt sind (In diesem Beispiel bekäme er bei dem Würfelbild „4“ folgende Plättchen:  und ). Mit diesen Plättchen soll der Spieler die rot umrandete Form auf der Karte vollständig ausfüllen. Wenn ihm dies gelingt, bekommt er einen Edelstein. Die Karten können getauscht werden oder von einem Stapel gezogen werden. Je nach Fähigkeit des Kindes können 2 oder 3 Plättchen im Einsatz sein. Für ältere Kinder kann auch die Originalversion von Ubongo (4 oder 5 Plättchen) verwandt werden. Wenn Kinder gerne Spiele mit Gewinner spielen: gewonnen hat, wer die meisten Edelsteine angesammelt hat. Das Kind darf alle Strategien, die ihm einfallen, benutzen. Wenn es die Aufgaben schwer lösen kann, können anfangs gemeinsam geeignete Strategien erarbeitet werden.



Variante 1: Um den Schwierigkeitsgrad zu erhöhen kann mit einer Zeitbegrenzung gespielt werden (z.B. 1min, 2min oder 3min). Durch den Zeitdruck ist das Kind gezwungen, sich möglichst schnell und flexibel auf die jeweilige Anforderung einzustellen.

Variante 2: Zwei Spieler arbeiten gleichzeitig an ihrer Aufgabe. Sobald ein Spieler seine Aufgabe gelöst hat, ruft er „Ubongo“ und er bekommt den Edelstein.

Mögliche Strategien:

- Ausmessen der Längen in der Vorlage mit einem Lineal, Papierstreifen, Faden, Stift oder Finger
- Teile der Vorlage abdecken (Finger oder Papier)
- Assoziationen zur Gesamtfigur
- Assoziationen zu einzelnen Details
- Ausprobieren durch Versuch und Irrtum
- Zum Abschätzen ein Plättchen auf die Vorlage legen und so lange schieben, bis die zweite Form passend dazugelegt werden kann

Material: Ubongo (2005, Kosmos-Verlag), Vereinfachte Spielkarten mit jeweils 2 oder 3 Spielsteinen, Würfel, Uhr (Sanduhr, Stoppuhr bzw. Küchenwecker), Lineal, Papier zum Abdecken

Übergang zur nächsten Aufgabe:

Das Spiel kann 2-5x gespielt werden. Wenn das Kind noch leichte Unsicherheiten zeigt, kann es bei den folgenden Therapiestunden jeweils am Ende kurz wiederholt werden, um die Automatisierung zu fördern. Es eignet sich auch gut als Hausaufgabe. Um auf die nächste Aufgabe übergehen zu können, sollte das Kind in der Lage sein, die Aufgabe mit 3 Spielplättchen alleine zu lösen.

Das Kind löst die Aufgabe ohne Schwierigkeiten	▶	7.9 Einfache spitzwinklige Figuren nachbauen
Das Kind kann die Aufgaben lösen, zeigt aber noch leichte Unsicherheiten	▶	7.4 Winkelplättchen
Das Kind kann die Aufgabe gar nicht lösen	▶	7.4 Winkelplättchen

Modul 8: Räumliche Orientierung

8.2 Orientierung an Wegmarken

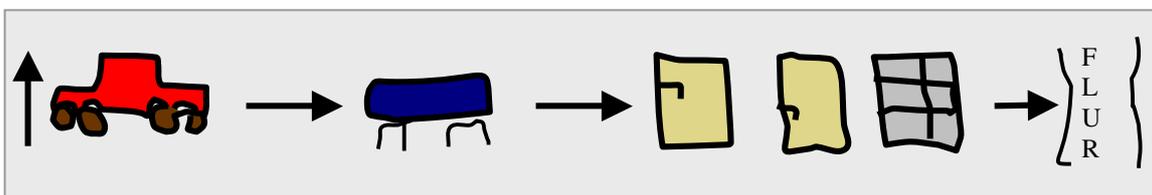
Ziel: Die Vorstellung von räumlichen Bezügen in der weiteren Umgebung soll geübt werden.

Aufgabe:

Das Kind geht mit dem Therapeuten zusammen im Haus einen kleinen Rundgang. Dann wird der Weg ein zweites Mal gegangen und dabei alle Wegmarken kommentiert, aufgezeichnet oder diktiert, z.B.:

“Ich gehe geradeaus/ vorwärts bis zu dem Auto. Dann drehe ich mich nach rechts (zur rechten Hand) und gehe bis zur Bank. Dann drehe ich mich wieder nach rechts und gehe durch zwei Türen bis zu einem Stahlschrank. Dann drehe ich wieder nach rechts und gehe bis zum Flur.“

Kind und Therapeut notieren dabei jeweils in Symbolen den gegangenen Weg, z.B.:



Danach geht der Therapeut einen Weg allein und macht dazu eine ähnliche Symbol-Legende. Jetzt muß das Kind nach der Symbollegende den Weg finden. Diese Aufgabe lässt sich auch gut mit einer Schatzsuche kombinieren. Dann werden die Rollen getauscht.

Mögliche Strategien:

- Lautes Denken, um systematisch vorzugehen
- Orientierung an markanten Details aus der Umgebung

Material:

Papier und verschiedenfarbige Stifte, ggf. Diktiergerät, Schreibunterlage, Schatz für eine Schatzsuche

Übergang zur nächsten Aufgabe:

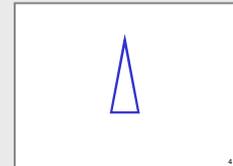
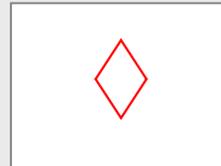
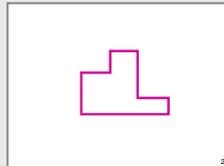
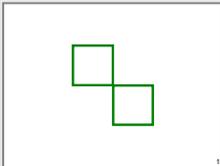
Das Kind sollte in der Lage sein, einen Weg aus mind. 5 verschiedenen Ortsangaben nach der Legende richtig wiederzufinden und selbst einen Weg richtig zu kodieren.

Das Kind löst die Aufgabe ohne Schwierigkeiten	▶	8.3 Wiederfinden von Wegen
Das Kind kann die Aufgaben lösen, zeigt aber noch leichte Unsicherheiten	▶	Wiederholung der Aufgabe
Das Kind kann die Aufgabe gar nicht lösen	▶	Wiederholung der Aufgabe

Schwellenitem 4

Aufgabe:

Mit diesem Item soll überprüft werden, ob das Kind in der Lage ist, einfache geometrische Figuren richtig zu analysieren und abzuzeichnen. Wie bei Aufgabe 4.9 soll das Kind Figuren einer Vorlage abzeichnen. Der Therapeut sollte keine Hilfestellungen geben, das Kind darf aber jedes Hilfsmaterial benutzen (z.B. Lineal, Papier zum Abdecken, Kopien der Vorlagen, farbige Stifte etc.). Das Kind soll insgesamt vier Vorlagen abzeichnen:



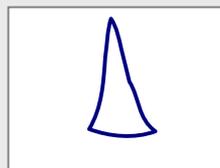
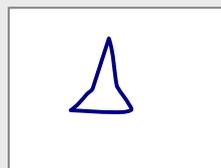
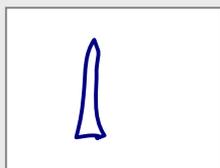
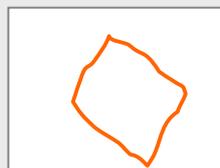
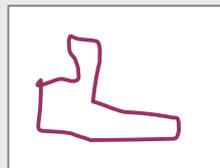
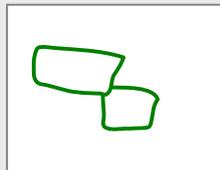
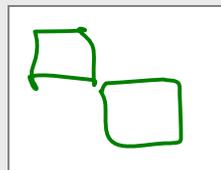
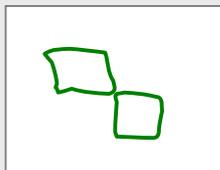
Übergang zum nächsten Modul:

Wenn das Kind drei der vier Vorlagen richtig abgezeichnet hat, kann zu Modul 5 übergegangen werden.

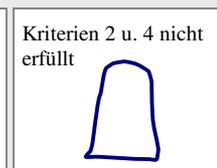
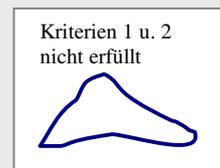
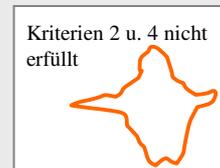
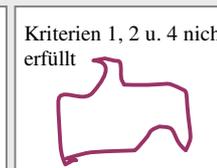
Um eine Aufgabe richtig gelöst zu haben müssen folgende Kriterien erfüllt sein:

1. Die Längen der einzelnen Linien sind ungefähr im Verhältnis zueinander richtig wiedergegeben
2. Die Winkel sind ungefähr richtig wiedergegeben
3. Die einzelnen Elemente stehen nicht isoliert voneinander
4. Die Gesamtgestalt der Form mit allen Details ist richtig wiedergegeben

Beispiele für richtige Lösungen



Beispiele für falsche Lösungen



Wenn das Kind mehr als eines der vier Items falsch wiedergibt, sollte Modul 4 nochmals wiederholt werden. Sollte das Kind die Aufgaben trotz Wiederholung des Moduls nicht lösen können, sollte eine eingehendere Diagnostik der Schwierigkeiten erfolgen.

Anhang C: Beobachtungsbogen Mosaiktests

Arbeitsweise		0	1
Strategien:	1 beginnt mit markanten Elementen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> beginnt scheinbar wahllos
	2 geht systematisch vor	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> arbeitet nach Versuch und Irrtum
	3 gleicht einzelne Arbeitsschritte wiederholt mit der Vorlage ab	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> gleicht einzelne Arbeitsschritte nicht mit der Vorlage ab
	4 analysiert Vorlage korrekt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> kann Vorlage nicht richtig analysieren
	5 korrigiert selbständig Fehler	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> korrigiert keine Fehler
	6 beachtet Details	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> achtet kaum auf Details
	7 orientiert sich an der Gesamtfigur	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> arbeitet in unkoordinierten Einzelschritten
	8 wendet Strategien flexibel an	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> bleibt an einer/ wenigen Strategien haften
Arbeitstempo	9 normales Arbeitstempo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> arbeitet verlangsamt
	10 zügiges Arbeitstempo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> arbeitet überhastet
Visuelle Aufmerksamkeit:	11 fixiert die Vorlage genau	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> fixiert die Vorlage ungenau oder flüchtig
Frustrations- toleranz:	12 arbeitet ausdauernd	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> gibt vorschnell auf
	13 hält sich an Anweisungen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> legt absichtlich falsch
<i>Summe Arbeitsweise:</i>			
Ergebnisqualität			
	14 Das Ergebnis entspricht ungefähr der Vorlage	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Das Ergebnis hat kaum Gemeinsamkeiten mit der Vorlage
	15 Die äußere Gestalt wird richtig wiedergegeben	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Die äußere Gestalt wird aufgebrochen
	16 einzelne Elemente sind korrekt zueinander angeordnet	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> einzelne Elemente sind fehlerhaft zueinander angeordnet
	17 Gesamtfigur ist räumlich richtig ausgerichtet	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Gesamtfigur ist räumlich falsch ausgerichtet
	18 sieht, wenn das Ergebnis falsch ist	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> sieht nicht, wenn das Ergebnis falsch ist
<i>Summe Ergebnisqualität:</i>			

Anhang D: Elternfragebogen

Elternfragebogen zu visuell-räumlichen Fähigkeiten im Alltag

Name des Kindes: _____

Datum: _____

Liebe Eltern,

um die Behandlung weiter verbessern zu können, interessieren wir uns für Ihre Einschätzung. Wir möchten gerne erfahren, welche Auffälligkeiten Sie bei Ihrem Kind im Alltag beobachten bzw. über welche Stärken Ihr Kind verfügt. Bitte vergleichen Sie dabei Ihr Kind immer mit anderen, gleichaltrigen Kindern. Durch eine vollständige, offene und ehrliche Beantwortung der Fragen können Sie uns helfen, die Behandlung genau auf Ihr Kind abzustimmen. Dieser Fragebogen wird vertraulich behandelt und nicht an andere weitergegeben.

Bitte kreuzen Sie die Antwort jeweils in einem der vier Kästchen an:



Vielen Dank, A. Schroeder (Werner Otto Institut)

	überhaupt nicht 1	kaum/ selten 2	teilweise/ manchmal 3	sehr/ immer 4
1. Kann sich Ihr Kind in seiner Umgebung räumlich gut orientieren und Wege wiederfinden?				
2. Versteht Ihr Kind sprachliche Äußerungen, die räumliche Beziehungen ausdrücken sollen (z.B. unter, neben, zwischen, davor, größer, länger...)?				
3. Kann Ihr Kind Ihnen Gegenstände aus einem anderen Raum bringen, wenn Sie ihm erklären, wo sich diese befinden?				
4. Ist Ihr Kind ein guter Beobachter seiner Umgebung?				
5. Kann Ihr Kind Spielsachen oder andere Dinge gut wiederfinden?				
6. Kann Ihr Kind in seinem Zimmer gut Ordnung halten?				
7. Kann Ihr Kind beim Malen oder Schreiben das Papier gut einteilen (nutzt es z.B. die ganze Fläche aus oder hält es Linien und Begrenzungen richtig ein)?				
8. Kann Ihr Kind einfache Gegenstände, Tiere oder Personen so zeichnen, dass sie als Gegenstand, Tier oder Person erkennbar sind?				

bitte wenden

	überhaupt nicht 1	kaum/ selten 2	teilweise/ manchmal 3	sehr/ immer 4
9. Puzzelt ihr Kind gerne?				
10. Baut Ihr Kind gerne mit Lego oder anderen Konstruktionsspielen?				
11. Kann sich Ihr Kind beim Turnen oder Sport richtig in eine Reihe oder andere vorgegebene Aufstellungen einreihen?				
12. Kann Ihr Kind im Straßenverkehr Gefahren richtig einschätzen (z.B. Geschwindigkeit der Autos, Abstände oder Entfernungen)?				
13. Hat Ihr Kind Schwierigkeiten im Umgang mit anderen Kindern?				
14. Kann sich Ihr Kind ohne Schwierigkeiten alleine ankleiden?				
15. Kann Ihr Kind Erlebnisse oder Fernsehfilme in der richtigen Reihenfolge nacherzählen?				

Falls Ihr Kind schon die Schule besucht:

16. Schreibt Ihr Kind Zahlen oder Buchstaben spiegelverkehrt?				
17. Vertauscht Ihr Kind beim Schreiben die Reihenfolge der Buchstaben?				
18. Hat Ihr Kind Schwierigkeiten im Rechnen?				
19. Kann Ihr Kind die Analoguhr lesen?				
20. Kann sich Ihr Kind zeitlich gut orientieren?				

Bitte lesen Sie den Fragebogen noch einmal durch und umkreisen die Frage, die Ihnen die größten Sorgen macht, z.B. 12

Sonstige Bemerkungen:

Anhang E: Fragebogen zur Therapiezufriedenheit

Fragebogen zur Beurteilung der Therapie (Eltern)

Name des Kindes: _____

Datum: _____

Liebe Eltern,

um die Behandlung weiter verbessern zu können, interessieren wir uns für Ihre Einschätzung. Wir möchten gerne erfahren, wie hilfreich Sie die Behandlung erlebt haben und was sich dadurch verändert hat. Durch eine vollständige, offene und ehrliche Beantwortung der Fragen können Sie uns dabei helfen. Dieser Fragebogen wird vertraulich behandelt und nicht an andere weitergegeben.

Bitte kreuzen Sie die Antwort jeweils in einem der vier Kästchen an.

Vielen Dank, A. Schroeder

		sehr/ immer	teilweise	selten/ kaum	überhaupt nicht
1	Ist Ihr Kind gerne zu den Therapiestunden gekommen?				
2	Fühlten Sie sich von der Therapeutin verstanden?				
3	Ließen sich die Therapieaufgaben in den Alltag umsetzen?				
4	Wurden Sie über den Sinn und Zweck der Behandlung und über ihren Verlauf ausreichend informiert?				
5	Hat sich Ihr Verhalten gegenüber Ihrem Kind im Verlauf der Behandlung positiv verändert?				
6	Wie gut kamen Sie mit der Therapeutin zurecht?				
7	Fühlten Sie sich in die Therapie ausreichend einbezogen?				
8	Wie zufrieden sind Sie insgesamt mit der Behandlung?				
9	Würden Sie die Therapie Freunden und Bekannten empfehlen?				

bitte wenden

10	Was haben Sie bei der Behandlung vermisst?
11	Eigene Bemerkungen zur Behandlung:

Anhang F: Leitfaden für das Expertengespräch

Programmeigenschaften

- Werden die einzelnen Programmziele jeweils erreicht?
- Gibt es besonders wirksame bzw. besonders unwirksame Programmelemente?
- Fehlen wichtige Aspekte im Programmablauf?
- Welche Neben- oder Folgewirkungen treten auf?
- Hätte die Therapie zu einem früheren Zeitpunkt beendet werden können?

Routinisierbarkeit

- Wie verständlich sind die einzelnen Programmelemente?
- Wie aufwendig ist die Einarbeitung in das Programm?
- Wie leicht lassen sich die einzelnen Aufgaben durchführen?
- Wie bewerten Sie den Aufwand bei der Durchführung des Programms?

Adaptabilität

- Wie leicht ließ sich das Programm auf unterschiedliche Kinder anpassen?
- Bei welchen Kindern treten Schwierigkeiten auf? Warum?
- Wie ließen sich die Programminhalte in den Alltag der Kinder einbinden?

Akzeptanz und Zufriedenheit

- Wie zufrieden waren Sie mit der Durchführung des Programms insgesamt?
- Wie beurteilen Sie die Mitarbeit/ Compliance der Eltern?
- Wie beurteilen Sie die Mitarbeit/ Compliance des Kindes?
- War das Programmangebot ausreichend?

Compliance der Therapeuten

- In welchen Fällen und warum wurde ev. vom Programm abgewichen?
- Wonach richtete sich die Auswahl der Therapiemodule?

Anhang G: Einzelfalltabellen

Tabelle G1
Differenzen zwischen Mosaik- und Intelligenztest der Kinder

Kind	Dreiecke (K-ABC)	Mosaik- (SON-R 5½-17)	Intelligenz (K-ABC-SIF ^a)	Alternativer Intel- lizenzttest	Differenz	<i>p</i>
Nils	-1.33	-0.73	-0.20		1.13	.030
Mascha	-1.33	-0.93	0.13		1.46	.058
Rosalie	-3.00	-1.60	-1.87		1.13	.030
Joel	-2.33	-2.00	0.40		2.73	.000
Gerrit	-1.67	-1.40	0.00		1.67	.022
Robert	-1.33	-1.20	-0.20		1.13	.025
Frieda	-1.00	-1.60	-0.20		0.80	.067
Norbert	-2.00	-2.40	-0.13		1.87	.000
Valerie	-1.67	-.80	-0.73		0.94	.064
Anna	-1.00	-2.27	0.00		1.00	.079
Leonie	-1.00	-3.13	-0.47		2.66	<.010 ^e
Lotta	-1.33	-1.20	-0.60	0.07 ^b	1.27	<.050 ^e
Karn	-1.67	-2.00	-1.13	-0.02 ^b	1.98	<.010 ^e
Josefina	-1.67	-2.00	-1.40	-0.07 ^c	1.93	.000
Merit	-1.67	-1.87	-0.87	-0.53 ^d	1.34	.003

Anmerkungen. Alle Werte wurden in z-Werten angegeben. Grau unterlegt wurden jeweils die Verfahren, die in die Betrachtung der Diskrepanzen eingingen. Die Differenzen wurden einzelfallstatistisch auf Signifikanz überprüft (Willmes, 1991). Im Einzelfall wurden alternative Intelligenztests als Vergleichsgrundlage gewählt (bei Sprachstörungen, emotionalen Störungen oder Übungseffekten). ^a Der Untertests „Dreiecke“ bzw. der entsprechende Mosaiktest wurde jeweils aus dem Gesamtwert herausgerechnet. ^b HAWIK-IV ^c SON-R 2½-7 ^d SON-R 5½-17 ^e Sofern für die alternativen Intelligenztestverfahren keine Interkorrelationen mit dem Untertest „Dreiecke“ der K-ABC vorlagen, wurden kritische Differenzen nach Lienert und Raatz (1998; Formel 15.25, S. 375) berechnet.

Tabelle G2
Differenzen zwischen VOT und Gestaltschließen (K-ABC) zum Zeitpunkt Prä 1

	VOT	Gestalt	Differenz
Karn	-3.90	-0.67	-4.23**
Robert	-1.50	1.33	-2.83**
Norbert	-0.60	1.33	-1.93**
Mascha	0.80	2.67	-1.87**
Nils	-0.60	1.00	-1.60**
Joel	0.00	1.33	-1.33*
Valerie	-3.00	-1.67	-1.33*
Gerrit	-0.80	0.33	-1.13
Lotta	-2.30	-1.33	-0.97
Leonie	1.00	1.67	-0.67
Merit	-0.40	-0.67	-0.27
Rosalie	-2.20	-2.33	0.13
Frieda	0.60	0.33	0.27
Josefina	-0.10	-1.00	0.90
Anna	1.60	0.00	0.60

Anmerkungen. Für die Signifikanzprüfung wurde die kritische Differenz nach Lienert und Raatz (1998, Formel 15.25) unter der Berücksichtigung der Reliabilitäten bestimmt. **p* < .05 und ***p* < .01.

Klinische Signifikanzen

Tabelle G3

Ausgangsniveau und Reliable Change Indices im Bereich der räumlichen Wahrnehmung

	MVPT-3			VMI-Perception		
	Prä 1	RCI Prä2-Post	RCI Prä2-Fw2	Prä 1	RCI Prä2-Post	RCI Prä2-Fw2
Kinder mit initial unterdurchschnittlichen Leistungen						
Rosalie	-2.73	3.89**	4.67**	-2.00	-0.97	-2.16*
Joel	-3.00	4.45**	5.45**	-0.13	2.16*	3.68**
Gerrit	-1.67	1.51	1.51	0.40	0.86	1.84
Robert	-1.73	2.16*	2.27*	0.27	2.16*	1.62
Lotta	-1.47	2.16*	2.27*	-0.67	0.86	0.43
Norbert	-1.40	3.89**	3.89**	0.27	-1.73	-0.32
Leonie	-1.33	-2.22	-0.56	-0.53	-0.86	1.51
Karn	-1.33	1.22	1.11	0.27	-0.11	-0.43
Merit	-1.13	1.89	1.89	0.20	-0.11	1.19
Josefina	-0.60	2.00**	-0.11	-1.47	-0.22	-0.56
Kinder mit initial mindestens durchschnittlichen Leistungen						
Nils	-0.80	1.22	2.34*	0.67	0.97	1.19
Mascha	-0.40	1.11	1.56	-0.13	0.22	3.46**
Frieda	0.20	1.33	1.00	0.93	-0.54	0.43
Anna	0.33	1.67	1.67	-0.53	0.54	1.84
Valerie	1.07	0.00	-0.78	1.07	5.51**	2.81**

Anmerkungen. Die Testwerte zu Prä 1 wurden in z-Werten angegeben. Der Reliable Change Index *RCI* wurde nach Jacobson und Truax (1991) bestimmt unter der Berücksichtigung der mittleren internen Konsistenzen. Fw2 = Follow-up 2. * $p < .05$, ** $p < .01$.

MVPT-3 = Motor-Free Visual Perception Test. VMI-Perception = Bedingung Perception des Beery-Buktenica Developmental Test of Visual-Motor Integration.

Tabelle G4
Ausgangsniveau und Reliable Change Indices im Bereich der räumlichen Kognition

	Gestaltsschließen (K-ABC)			VOT		
	Prä 1	Prä2-Post	Prä2-Fw2	Prä 1	Prä2-Post	Prä2-Fw2
Kinder mit initial unterdurchschnittlichen Leistungen						
Rosalie	-2.33	0.44	0.89	-2.20	2.06*	1.90
Robert	1.33	0.00	-0.44	-1.50	-0.47	1.42
Lotta	-1.33	1.78	1.78	-2.30	4.27**	3.16**
Karn	-0.67	0.44	0.88	-3.90	0.00	4.11**
Valerie	-1.67	0.44	0.44	-3.00	3.32**	4.59**
Kinder mit initial mindestens durchschnittlichen Leistungen						
Joel	1.33	0.44	0.00	0.00	2.37**	1.90
Gerrit	0.33	0.44	0.00	-0.80	0.63	0.00
Norbert	1.33	-0.88	0.44	-0.60	1.74	3.48**
Leonie	0.67	0.44	0.44	1.00	0.16	0.16
Merit	-0.67	1.78	2.22*	-0.40	1.90	1.90
Josefina	-1.00	0.00	0.44	-0.10	-1.27	-1.58
Nils	1.00	0.88	0.88	-0.60	2.06*	2.53*
Mascha	2.67	0.00	0.00	0.80	0.00	-0.32
Frieda	0.33	-0.44	0.44	0.60	0.95	0.63
Anna	0.00	0.00	0.00	1.60	1.58	1.27

Anmerkungen. Die Testwerte zu Prä 1 wurden in z-Werten angegeben. Der Reliable Change Index *RCI* wurde nach Jacobson und Truax (1991) bestimmt unter der Berücksichtigung der mittleren internen Konsistenzen. Fw2 = Follow-up 2. * $p < .05$, ** $p < .01$.

Tabelle G5
Ausgangsniveau und Reliable Change Indices im Bereich der räumlich-zeitlichen Orientierung

	Handbewegungen (K-ABC)			Fotoserie (K-ABC)		
	Prä 1	Prä2-Post	Prä2-Fw2	Prä 1	Prä2-Post	Prä2-Fw2
Kinder mit initial unterdurchschnittlichen Leistungen						
Mascha	-2.33	0.44	1.33	0.00	0.98	1.96
Rosalie	-1.67	0.00	0.00	-1.00	-0.49	0.00
Leonie	1.00	1.78	-0.44	-1.67	0.49	0.98
Merit	-1.67	0.88	0.00	0.00	0.49	0.49
Josefina	-2.00	2.67**	3.11**	0.00	-0.98	-0.98
Frieda	-1.67	-0.44	2.67**	0.00	1.47	1.47
Karn	-1.67	2.67**	2.67**	-1.67	0.98	0.98
Kinder mit initial mindestens durchschnittlichen Leistungen						
Robert	0.33	0.44	1.33	0.33	0.49	1.96
Lotta	-0.66	0.44	2.22*	-0.67	0.49	0.98
Valerie	-0.33	0.88	0.88	-1.00	2.94**	3.92**
Joel	1.67	1.33	0.88			
Gerrit	-1.00	1.78	1.78	1.33	-0.49	-0.98
Norbert	-0.33	-1.33	0.88			
Nils	0.67	-0.88	1.33	0.00	1.47	1.47
Anna	0.33	0.88	0.44	1.00	0.00	0.00

Anmerkungen: Die Testwerte zu Prä 1 wurden in z-Werten angegeben. Der Reliable Change Index *RCI* wurde nach Jacobson und Truax (1991) bestimmt unter der Berücksichtigung der mittleren internen Konsistenzen. Fw2 = Follow-up 2. * $p < .05$, ** $p < .01$.

Tabelle G6

Ausgangsniveau und Reliable Change Indices im Bereich des visuell-räumlichen Arbeitsgedächtnisses

	Räumliches Gedächtnis			Symbolfolgegedächtnis			Figuren Erkennen		
	Prä 1	Prä2-Post	Prä2-Fw2	Prä 1	Prä2-Post	Prä2-Fw2	Prä 1	Prä2-Post	Prä2-Fw2
Kinder mit initial unterdurchschnittlichen Leistungen									
Rosalie	-1.67	0.46	-0.46	-0.90	0.18	-1.41	-0.60	0.82	0.59
Leonie	-1.33	0.46	-0.46	-0.70	-0.53	0.71	-0.70	0.35	0.47
Nils	-1.33	2.31*	1.85	-1.70	2.12*	2.12*	0.70	0.00	1.06
Mascha	-1.00	2.78**	1.39	-2.40	0.00	1.06	-0.80	-0.35	0.35
Valerie	-1.00	0.93	0.00	-2.10	2.12*	3.71**	0.30	0.71	1.41
Frieda	-0.33	0.93	0.46	-1.50	0.71	0.71	-0.80	1.06	3.42**
Josefina	-0.33	0.46	-1.39	-1.20	0.53	-0.53	0.20	0.82	2.83**
Kinder mit initial mindestens durchschnittlichen Leistungen									
Joel	0.00	0.46	-0.46	-0.60	1.24	2.30*			
Merit	-1.00	0.00	0.00	-0.90	-1.06	2.47*	-0.50	2.36*	3.18**
Gerrit	0.00	1.39	0.93	-0.90	2.47*	2.83**	-0.70	0.12	0.12
Robert	1.00	1.85	0.00	-0.90	1.24	1.94	-0.40	0.71	1.77
Norbert	-1.00	0.93	-0.46	-0.40	-0.35	0.53			
Anna	-0.67	1.85	0.46	0.20	2.65**	2.83**	0.00	1.77	1.88
Lotta	-0.60	0.46	0.46	-0.70	0.35	1.24	-0.80	1.06	0.12
Karn	0.00	1.85	2.31*	-0.40	1.77	2.47*	-1.00	2.23*	3.42**

Anmerkungen. Die Testwerte zu Prä 1 wurden in z-Werten angegeben. Der Reliable Change Index *RCI* wurde nach Jacobson und Truax (1991) bestimmt unter der Berücksichtigung der mittleren internen Konsistenzen. Fw2 = Follow-up 2. * $p < .05$, ** $p < .01$.

Tabelle G7

Ausgangsniveau und Reliable Change Indices im Bereich der Exekutivfunktionen mit visuell-räumlichen Anforderungen

	Bildhaftes Ergänzen (K-ABC)		
	Prä 1	Prä2-Post	Prä2-Fw2
Kinder mit initial unterdurchschnittlichen Leistungen			
Rosalie	-1.33	-0.53	0.53
Karn	-1.67	3.15**	3.15**
Kinder mit initial mindestens durchschnittlichen Leistungen			
Nick	-1.00	3.68**	3.68**
Mascha	0.00	1.05	2.11*
Joel	0.00	0.53	1.05
Josefina	-1.00	1.58	1.58
Merit	0.67	1.05	1.58
Gerrit	-1.00	2.11*	2.63**
Robert	0.33	0.53	1.58
Valerie	0.33	1.05	0.53
Leonie	-1.00	2.63**	2.11*
Frieda	0.33	-1.05	0.53
Norbert	0.00	-0.53	-1.05
Anna	0.00	1.58	1.58
Lotta	-1.00	0.53	1.58

Anmerkungen. Die Testwerte zu Prä 1 wurden in z-Werten angegeben. Der Reliable Change Index *RCI* wurde nach Jacobson und Truax (1991) bestimmt unter der Berücksichtigung der mittleren internen Konsistenzen. Fw2 = Follow-up 2. * $p < .05$, ** $p < .01$.

Tabelle G8
Ausgangsniveau und Reliable Change Indices im Bereich der Exekutiven Funktionen ohne visuell-räumliche Anforderungen

	Rätsel (K-ABC)			ZNR (HAWIK-IV)			Flexibilität-Fehler (KITAP)		
	Prä 1	Prä2-Post	Prä2-Fw2	Prä 1	Prä2-Post	Prä2-Fw2	Prä 1	Prä2-Post	Prä2-Fw2
Kinder mit initial unterdurchschnittlichen Leistungen									
Rosalie	-0.40	-0.11	-1.14	-0.33	-0.27	0.00	-1.70	2.29*	1.61
Merit	-3.33	0.23	1.60	-1.00	-0.53	-0.80	-2.20	2.18*	-0.80
Robert	-3.33	2.29*	2.06*	0.33	0.53	0.80	-2.00	0.00	1.84
Leonie	-0.60	-1.03	-0.11	-1.33	1.07	0.27	0.70	-1.49	1.72
Frieda	0.47	-2.29*	0.69	0.33	0.00	0.80	-1.50	-1.49	-0.23
Kinder mit initial mindestens durchschnittlichen Leistungen									
Nils	0.47	0.00	-0.46	-0.67	-0.27	-0.80	-0.40	2.18*	0.69
Mascha	-0.73	2.06*	0.69	-0.67	0.27	1.07	1.40	-1.94	0.57
Joel	1.20	0.00	1.14						
Josefina	-0.87	0.57	-0.23	-0.33	-0.27	-0.80	1.50	-6.33**	-7.36**
Gerrit	-0.13	1.26	1.14	0.33	-0.27	0.27	-0.70	-2.30*	-2.41*
Valerie	-0.93	1.03	1.72	1.00	0.00	-0.53	-0.60	1.95	1.38
Norbert	1.40	-1.14	-1.95						
Anna	0.20	1.60	0.92	0.33	-0.27	0.53			
Lotta	-0.40	0.57	0.00	-0.67	0.53	0.80	0.40	0.69	0.69
Karn	-0.33	1.26	2.06*	-0.33	0.00	-0.53	-0.80	-0.23	0.69

Anmerkungen. Die Testwerte zu Prä 1 wurden in z-Werten angegeben. Der Reliable Change Index *RCI* wurde nach Jacobson und Truax (1991) bestimmt unter der Berücksichtigung der mittleren internen Konsistenzen. Fw2 = Follow-up 2. * $p < .05$, ** $p < .01$.

ZNR = Zahlennachsprechen rückwärts

Tabelle G9
Ausgangsniveau und Reliable Change Indices im Bereich der Aufmerksamkeit (KITAP, Ablenkbarkeit)

	Reaktionszeit			Fehler			Auslassungen		
	Prä 1	Prä2-Post	Prä2-Fw2	Prä 1	Prä2-Post	Prä2-Fw2	Prä 1	Prä2-Post	Prä2-Fw2
Kinder mit initial unterdurchschnittlichen Leistungen									
Robert	0.80	0.00	0.16	-1.10	0.00	2.25*	-0.20	0.00	4.91**
Nils	1.00	-2.59**	-3.73**	-1.80	0.61	3.68**	0.00	4.16**	4.16**
Frieda	-1.70	2.11*	2.43*	0.50	-0.61	1.02	-0.30	1.89	6.05**
Karn	1.40	-0.32	-1.78	-1.90	0.82	3.68**	2.20	0.00	-3.02**
Kinder mit initial mindestens durchschnittlichen Leistungen									
Mascha	1.20	-1.62	1.13	-0.50	3.48**	4.50**	-0.90	-0.38	-0.57
Rosalie	-0.30	-0.16	0.65	-0.70	0.41	0.41	-0.20	1.70	0.95
Josefina	-0.80	0.65	1.46	1.20	0.82	2.25*	0.50	3.21**	3.21**
Merit	0.00	0.65	1.46	-0.20	2.04*	1.02	-0.20	2.65**	2.08*
Gerrit	-0.30	0.81	2.27*	0.20	-1.43	-3.89**	0.10	0.76	2.65**
Valerie	-0.30	1.46	1.30	-0.90	0.61	-0.20	1.20	2.08*	2.84**
Leonie	-0.10	3.73**	0.49	-0.70	-2.45*	0.00	1.20	1.89	0.00
Lotta	1.20	0.49	0.49	-0.60	-1.43	0.41	2.20	0.00	0.00

Anmerkungen. Die Testwerte zu Prä 1 wurden in z-Werten angegeben. Der Reliable Change Index *RCI* wurde nach Jacobson und Truax (1991) bestimmt unter der Berücksichtigung der mittleren internen Konsistenzen. Fw2 = Follow-up 2. * $p < .05$, ** $p < .01$.

Tabelle G10

Ausgangsniveau und Reliable Change Indices im Bereich der rechnerischen Fertigkeiten

	Rechnen (K-ABC)		
	Prä 1	Prä2-Post	Prä2-Fw2
Kinder mit initial unterdurchschnittlichen Leistungen			
Josefina	-1.27	0.65	0.78
Merit	-2.20	0.65	1.31
Valerie	-1.20	3.14**	0.52
Leonie	-1.80	0.92	-0.92
Anna	-1.27	0.00	-0.26
Lotta	-1.27	0.39	-0.52
Karn	-1.13	-1.18	-2.09*
Kinder mit initial mindestens durchschnittlichen Leistungen			
Nils	-0.87	0.00	-0.39
Mascha	0.40	-0.78	-1.18
Rosalie	-0.33	-0.26	-1.83
Joel	0.33	1.83	1.31
Gerrit	-0.60	1.80	1.96
Robert	-1.00	-0.65	0.13
Frieda	-0.33	3.40**	2.88**
Norbert	0.60	-1.31	-1.70

Anmerkungen. Die Testwerte zu Prä 1 wurden in z-Werten angegeben. Der Reliable Change Index *RCI* wurde nach Jacobson und Truax (1991) bestimmt unter der Berücksichtigung der mittleren internen Konsistenzen. Fw2 = Follow-up 2. * $p < .05$, ** $p < .01$.

Anhang H: Zusammenstellung der Reliabilitäten

Tabelle H1

Reliabilitäten (Interne Konsistenzen) der Testverfahren

		Reliabilitätskoeffizient
K-ABC	Handbewegungen	.72
	Gestaltschließen	.72
	Dreiecke	.82
	Bildhaftes Ergänzen	.80
	Räumliches Gedächtnis	.74
	Fotoserie	.77
	Rätsel	.83
	Rechnen	.87
	Skala Einzelheitliches Denken SED	.88
	Skala Ganzheitliches Denken SGD	.90
	Skala Intellektuelle Fähigkeiten SIF	.93
SON-R 5½-17	Mosaik	.82
VMI	Copy	.82
	Perception	.81
MVPT-3		.82
VOT		.80
PET	Symbolfolgegedächtnis	.74
ITK	Figuren Erkennen	.64
KITAP	Ablenkbarkeit - Reaktionszeit	.81
	Ablenkbarkeit - Fehler	.88
	Ablenkbarkeit - Auslassungen	.86
	Flexibilität - Reaktionszeit	.93
	Flexibilität - Schwankung	.76
	Flexibilität - Fehler	.62
HAWIK-IV	Zahlennachsprechen rückwärts	.78
ZAREKI-R	Zählen rückwärts	.50
	Zahlenstrahl mit Vorgabe	.84
	Zahlenstrahl ohne Vorgabe	.83
	Perzeptive Mengenbeurteilung	.39

**Erklärung nach § 9 Abs. 1, Nr. c und § 9 Abs. 1, Nr. d der Promotionsordnung zur
Doktorin/ zum Doktor der Philosophie oder der Naturwissenschaften des Fachbereichs
Psychologie der Universität Hamburg vom 03. Februar 2004**

Hiermit erkläre ich, dass die von mir vorgelegte Dissertation nicht Gegenstand eines anderen Prüfungsverfahrens gewesen ist. Ich erkläre an Eides statt, dass ich die vorliegende Arbeit selbständig und ohne fremde Hilfe verfasst habe. Andere als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel habe ich nicht benutzt und die wörtlich oder inhaltlich übernommenen Stellen als solche kenntlich gemacht.

Hamburg, den _____

Anne Schroeder